პროფ. ივ. ბერიტაშვილი

კუნთოვანი და ნერვიული სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგია

რეფლექსოლოგიის საფუძვლებით

თეორიული და პრაქტიკული სახელმძღვანელო

სახელგამი

1927

მთავარი კორექტურული შეცდომები.

გვერდი		სტრიქონი	არის	უნდა იყოს
13	6	ზემოდან	აიროვან. წყალბადათ.	აიროვან წყალბადად.
14	5		გლენით	გავლენით
17	3		ვანგერის	ვაგნერის
47	23		**ქემოდინამიკურ**	**ქიმიოდინამიურ**
48	5	„	ტივი	მარტივი
52	2	ქვემოდან	გაბატონებული	გაბატონებული იყო
83	20	ზემოდან	ქემოდინამიურ	ქიმიოდინამიურ
97	11	„	**ინდიქციურა კვეთები**	**ინდუქციური კვეთებ**
136	10	„	რიგის	რიგს
156	1	ქვემოდან	კვებათა	კვეთებათა
179	8	ზემოდან	Genisle	Genitale
187	21	„	ჰორმენობის	ჰორმონების
189	5	ქვემოდან	გამოიყენა	გამოიყვანა
206	17	ზემოდან	რეფლექსი	რეფლექსის
217	2		გაჭიმვა-დაბაძვა.	გაჭიმვა-დაძაბვა.
266			სურათი 118 უკულმაა	მოყვანილი.
274	18	ზემოდან	**„უკუდგების**	**„უკუგდების**
297	4	ქვემოდან	ექსტრიპრაციის	ექსტირპაციის
322	2	ზემოდან	აპარატშიაც.	აპარატიც.
408	3-4	„	პროფრიოცენტულ	პროპრიოცეპტულ
419	11	„	გაენენებულ	განყენებულ
459	13-12	ქვემოდ.	ჩვეულებრივი ძილის	ჰიპნოტური ძილის

პროფ. ივ. ბერიტაშვილი

ერთფაზიანი და ნერვული სისტემის

ზოგადი ფიზიოლოგია

რეფლექსოლოგიის საფუძვლებით

თეორიული და პრაქტიკული სახელმძღვანელო

სახელმწიფო გამომცემლობა

ტფილისი — 1927

პოლიგრაფტრესტის მე-2 სტამბა, ლენინის ქუჩა, № 3.
მთაელიტი № 1712 შეკ. № 2293 ტირაჟი 1000

წინასიტყვაობა.

კერძოდ ზოვადი ფიზიოლოგიის და საზოგადოდ უნივერსიტეტის მიზანი*)

ცხოველთა ფიზიოლოგიის საგანს შეადგენს ცხოველთა ორგანიზმის შემადგენელი ნაწილების სასიცოცხლო ფუნქციების შესწავლა. ორგანიზმის შემადგენელ ნაწილებს ეკუთვნის ერთის მხრით ისეთი ელემენტარული ფუნქციების მატარებელი ნაწილები, როგორც ქსოვილები, და მეორე მხრით ქსოვილებისაგან შემდგარი რთული ფუნქციების ორგანოები, როგორც სისხლის მიმოქცევის, საკმლის მონელების, სუნთქვის და სხვა ორგანოები. ამისდა მიხედვით განირჩევა ქსოვილების ზოგადი ფიზიოლოგია და ორგანოების კერძო ფიზიოლოგია. მაგრამ რადგან ისტორიულად ჯერ ხერხემლიან ცხოველთა ორგანოების ფიზიოლოგია ვითარდებოდა, ამიტომ თავდაპირველად უნივერსიტეტის პროგრამაში ადამიანის და საზოგადოდ ხერხემლიან ცხოველთა ორგანოების კერძო ფიზიოლოგიის სწავლება შეიტანეს. მაგრამ დღესაც ფიზიოლოგიის სწავლება უნივერსიტეტში იმავე პირვანდელ მდგომარეობაშია. ეს მხოლოდ ტრადიციის შედეგი გახლავთ. დღეს ხერხემლიან და აგრეთვე უხერხემლო ცხოველების ქსოვილთა ფიზიოლოგიამ უკვე იმ ხარისხს მიახწია, რომ ადვილად შეიძლება ფიზიოლოგია ისე ისწავლებოდეს, როგორც ამას თეორიული მეცნიერება მოითხოვს, ე. ი. ჯერ ქსოვილთა ზოგადი ფიზიოლოგიის და შემდეგ ორგანოების კერძო ფიზიოლოგიის სახით.

უკვე დიდი ხანია, რაც ზოგიერთმა ფიზიოლოგმა კარგად იგრძნო ფიზიოლოგიის სწავლების არა ნორმალური მდგომარეობა. 30 წელიწადი იქნება მის შემდგომ, რაც ცნობილმა ფ ე რ ვ ო რ ნ მ ა (Verworn) გამოსცა ზოგადი ფიზიოლოგიის სახელმძღვანელო, სადაც იგი საერთოდ ყველა ცხოველთა უმთავრეს სასიცოცხლო პროცესებს არკვევს. შ ე მ დ ე გ ბ ე ტ ე მ (Bethe) მოგვცა შესანიშნავი წიგნი „ზოგად ანატომიად და ფიზიოლოგიად“ წო-

*) იკითხება როგორც ზოგადი ფიზიოლოგიის შესავალი ლექცია.

დებული. ინგლისში ზოგადი ფიზიოლოგია გამოსცა გამოჩენილმა ფიზიოლოგმა ბეილისმ (Baylis) „ზოგადი ფიზიოლოგიის მიმოხილვის“ სახელწოდებით. როგორც ჰხედავთ, მრავალჯერ სცადეს უნივერსიტეტის ფიზიოლოგიის კურსის გაფართოვება მეცნიერების დღევანდელი მდგომარეობის მიხედვით. მაგრამ დღესაც ფიზიოლოგიის ზოგად კურსს უმეტესნაწილად უნივერსიტეტში შესაფერისი ადგილი არ უკავია. შეიძლება ამის მიზეზი ისიც იყოს, რომ დასახელებული სახელმძღვანელოები ფაქტიურად არ აკმაყოფილებენ ზოგადი ფიზიოლოგიის მოთხოვნილებებს. ფერვორნის წიგნი უფრო ბიოლოგიის შესავალია, ვიდრე ფიზიოლოგიისა, ბეტეს წიგნი ეხება უმთავრესად ნერვული სისტემის რამდენიმე მთავარ საკითხს, ბეილისის წიგნი კიდე შეიცავს ყველაფერს: ბიოლოგიის ზოგად საკითხებს, კოლოიდულ ქიმიას, ელექტრო-ქიმიას, სეკრეციას, ორგანოების ფიზიოლოგიასაც, და ცოტაოდნავ აგრეთვე ქსოვილების ფიზიოლოგიასაც. ამიტომ არც ერთი დასახელებული სახელმძღვანელო არ წარმოადგენს იმ კურსს, რომელიც მართლაც წინ უნდა უძღოდეს ორგანოთა ფიზიოლოგიას.

იქნება ვინმემ იფიქროს, რომ ფიზიოლოგიის დღევანდელი საუნივერსიტეტო კურსი კერძო ფიზიოლოგიის სახით, როგორც ეს მიღებულია რუსეთს და დასავლეთ ევროპაშიაც, სავსებით შეეფერება საქმიო ანდა საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტის მოთხოვნილებას. ამნაირი აზრი სამართლიანი არ არის. რამდენადაც ფიზიოლოგია არკვევს იმ პროცესების კანონებს, რომელთა მიხედვით უნდა სწარმოებდეს მრავალუჯრედებიან ცხოველთა ორგანიზმის მოქმედება, მას უნდა საქმე ქონდეს პირველად ყოვლისა ქსოვილებთან. აქედან გამომდინარეობს, რომ **ფიზიოლოგიის სწავლებისას უნივერსიტეტში პირველი ალაგი ქსოვილების ზოგად ფიზიოლოგიას უნდა ეჭიროს. მხოლოდ ზოგადი ფიზიოლოგიის შემდეგ უნდა დაიწყოს ორგანოების კერძო ფიზიოლოგიის სწავლება.**

ზოგად ფიზიოლოგიაში კუნთოვანი და ნერვული ქსოვილის შესწავლას აქვს უაღრესი მნიშვნელობა. კუნთოვან და ნერვულ სისტემაზეა დამოკიდებული მთელი ორგანიზმის სასიცოცხლო მოქმედების უმთავრესი რეგულიაცია. ამისათვის ეს ქსოვილები შედიან ყველა ორგანოებში. ამიტომ არ შეიძლება ორგანოების ფუნქციების შესწავლა ისე სწარმოებდეს, რომ მთავარი ყურადღება კუნთოვან და ნერვულ სისტემას არ მიექცეს. ავიღოთ მაგალითად სისხლის ფიზიოლოგია. გულის მოძრაობა და მისი რეგულიაცია, სისხლის ძარღვების მოქმედება — ყველა ეს

დამოკიდებულია ერთის მხრით კუნთოვან სისტემაზე, რომელიც შეადგენს გულისა და ძარღვების კედლებს, და მეორე მხრით ცენტრალურ და ავტონომიურ ნერვულ სისტემაზე. თვით სისხლის ქიმია და ფიზიკა ფიზიოლოგიური ქიმიის საგანს შეადგენს, ფორმიანი ელემენტების შესწავლა კი ჰისტოლოგიის საგანს. მაშ. სისხლის მიმოქცევის ფიზიოლოგიური შესწავლა უნდა გულისხმობდეს უმთავრესად კუნთოვანი და ნერვული სისტემის ფიზიოლოგიის ზოგადი კანონების წინასწარ ცოდნას. ასევე ითქმის სასუნთქავი ორგანოების მოქმედების შესახებ. ცოტა სხვანაირ მდგომარეობაშია საჭმლის მონელების და გამოყოფის ორგანოები. აქ კუნთებთან და ნერვებთან ერთად დიდ როლს სთამაშობს ჯირკველთა ქსოვილი. მაგრამ აქაც ფიზიოლოგიის მთავარი პრობლემა მდგომარეობს აღნიშნული ქსოვილის ფუნქციური მოქმედების დამოკიდებულებაში ნერვულ სისტემაზე. ნივთიერებათა ცვლაში მნიშვნელოვანი როლი შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლებს ეკუთვნის. ამ ჯირკვლების დანიშნულება უმთავრესად გამოიხატება მათი სეკრეტების კუნთსა და ნერვულ სისტემაზე მოქმედებაში. თავის თავად ცხადია, რომ გრძნობათა ორგანოების ფუნქციათა შესასწავლად ნერვ-კუნთის ზოგადი კანონების ცოდნა აუცილებელი რამ უნდა იყოს. ამნაირად, მრავალუჯრედიანი ორგანიზმის თვითეული ორგანოს ფუნქციების შესწავლა მოითხოვს ნერვ-კუნთის ფიზიოლოგიის ზოგადი კანონების წინასწარ ცოდნას. აი რატომ არის შესაძლებელი, რომ **ცხოველთა ზოგადი ფიზიოლოგია განისაზღვრებოდეს კუნთოვანი და ნერვული ქსოვილით.**

ფიზიოლოგია წმინდა ექსპერიმენტული მეცნიერებაა. როგორც ფიზიკა და ქიმია თანდათანობით ვითარდება სამეცნიერო მეთოდების გაუმჯობესების მიხედვით, ისე ფიზიოლოგიის განვითარებაც მის მეთოდების გაუმჯობესებაზეა დამოკიდებული. არც ერთი ცოტად თუ ბევრად მნიშვნელოვანი მოვლენა არ იყო გამოკვლეული ერთბაშად ერთი რომელიმე მეთოდით. ცოცხალი ქსოვილი თავის თავად იმდენად რთული რამ არის, რომ ერთი რომელიმე მისი ფუნქციის შესწავლა მოითხოვდა მთელი წყება მეცნიერთა მუშაობას. არ არსებობს არც ერთი მნიშვნელოვანი ფიზიოლოგიური მოვლენა, რომ მის შესასწავლად მრავალი ცდა არ ყოფილიყო შესრულებული სხვადასხვა მეთოდით. აქედან ცხადი უნდა იყოს, **რომ ცოცხალი ქსოვილის ძირითადი თვისებების შესწავლა არ შეიძლება მოხდეს მხოლოდ წიგნის შემწეობით. როგორც ფიზიკისა და ქიმიის ნამდვილი შესწავლა, ასევე ფიზიოლოგიისა პრაქტიკული ლაბორატორიული მუშაობით უნდა სწარმოებდეს.**

ლაბორატორიული მეცადინეობის მთავარი ამოცანა ზოგად ფიზიოლოგიაში ერთის მხრით უნდა მდგომარეობდეს ცოცხალი ქსოვილების განსახღვრულ ცოდნათა შეძენაში და მეორე მხრით ფიზიოლოგიური კვლევა ძიების უმთავრესი მეთოდების შეთვისებაში. დღეს ფიზიოლოგია მეტად ვრცელ მეცნიერებას წარმოადგენს. პრაქტიკული მუშაობის შეშწეობით მისი მთლიანი შესწავლა მიუღწეველი ამოცანაა. ამას არ ეყოფოდა ერთი ადამიანის სიცოცხლე. როგორც ყოველ სხვა ექსპერიმენტულ მეცნიერებას ფიზიოლოგიასაც აქვს ერთი რიგი მთავარი კანონებისა და კვლევა-ძიების მეთოდებისა. და აი ზოგადი ფიზიოლოგიის კურსის მთავარ ამოცანას სწორედ ის უნდა შეადგენდეს, რომ ლაბორატორიული მეცადინეობის საშუალებით შესწავლილი იყოს ეს მთავარი კანონები და მთავარი მეთოდები.

ფიზიოლოგიური კანონების და მეთოდების პრაქტიკულ შესწავლას აქვს პირველ ხარისხოვანი მნიშვნელობა საერთოდ ბიოლოგიაში. ის დრო კარგა ხანია წავიდა, როდესაც ზოოლოგიას, ემბრიოლოგიას, ჰისტოლოგიას, ანატომიას მხოლოდ აწერის წესით შეისწავლიდენ. ეხლა ასეთი ხასიათის ცოდნას მეცნიერულადაც არა ვცნობთ. დღეს ნამდვილ მეცნიერებას მხოლოდ ის დარგი წარმოადგენს, რომელშიაც ექსპერიმენტული ანალიზი ბატონობს, ე. ი. რომელიც შეისწავლის საგნის ერთ რომელიმე სტატიკურ მდგომარეობას კი არა, არამედ მის მრავალგვარობას და მრავალ ცვალებადობას გარემოებათა ცვალებადობის მიხედვით. დღეს ბიოლოგიის უმთავრეს საგნებს შეადგენს: ექსპერიმენტული ზოოლოგია, ექსპერიმენტული ემბრიოლოგია, ექსპერიმენტული ჰისტოლოგია, ექსპერიმენტული მორფოლოგია და სხვა. აი სწორედ თვითეული აღნიშნული ბიოლოგიური მეცნიერების განსავითარებლად ფიზიოლოგიის მეთოდები ისევეა საჭირო, როგორც მისი საკუთარი მეთოდები. მაგ., ჰისტოლოგი მკვლევარი დღეს ცხოველთა ქსოვილს ასე იკვლევს: ჯერ მას იღებს ორგანიზმიდან ერთ რომელიმე ფიზიოლოგიურ მდგომარეობისას; ამის შესწავლის შემდეგ ორგანიზმის ფუნქციურ მდგომარეობას სცვლის და შემდგომ ხელახლად იღებს და ხელახლად შეისწავლის იმავე ქსოვილს. ასე იყო გამოკვლეული კუჭის ჯირკვლები, კუნთის უჯრედი, ნერვული ბოჭკო, ნერვული უჯრედი და სხვა. აღნიშნულ ქსოვილთა ფუნქციური მდგომარეობის მიზანშეწონილი შეცვლა, რასაკვირველია, ფიზიოლოგიის კანონების და მეთოდების ზედმიწევნით ცოდნას

მოითხოვს. ცხადია აქედან, რომ დღეს ჰისტოლოგია, როგორც ნამდვილი ექსპერიმენტული და თეორიული მეცნიერება, უფიზიოლოგიოდ არ განვითარდება და არ შეისწავლება. ამავე მდგომარეობაშია თვითეული ზემო დასახელებული ბიოლოგიური მეცნიერებაც. მაშასადამე, ბუნების მეტყველ ბიოლოგისთვინ ფიზიოლოგიის უმთავრესი მეთოდების გაცნობა ძირითადი ფიზიოლოგიური პროცესების პრაქტიკულად შესწავლასთან ერთად უსაჭიროეს მოვალეობად უნდა ჩაითვალოს.

მედიცინაშიაც ფიზიოლოგიას უმთავრესი ალაგი უკავია. თავისთავად ცხადია, რომ უფიზიოლოგიოდ არც ერთი საექიმო საგნის შესწავლა არ შეიძლება. უფიზიოლოგიოდ არც ერთი ავადმყოფის შეგნებული წამლობა არ შეიძლება. და აი სწორედ ეს გარემოება მოითხოვს, რომ მოსწავლე ექიმი ზედმიწევნიდ გაეცნოს ამას, რომ მან ძირითადი ფიზიოლოგიური პროცესები მათი მეთოდებით პრაქტიკულად შეისწავლოს, რადგან მას ეს პრაქტიკულად სჭირდება იმ მეცნიერებათა შესასწავლად, რომელსაც მედიცინა ჰქვიან. თუ ზოგადი ფიზიოლოგია საექიმო დარგის მოსწავლემ ზედ-მიწევნით არ შეითვისა, მთელი მისი შემდეგი მეცადინეობა ზერელე, დოგმატიური, ე. ი. შეუგნებელი ხასიათისა იქნება.

ამნაირად აუცილებლად საჭიროა, რომ **როგორც ბუნებისმეტყველი მოწაფე-ბიოლოგი, ისე საექიმო ფაკულტეტის მოწაფე რაც შეიძლება საფუძვლიანად გაეცნოს ცხოველთა ფუნქციებს და მათი გამოკვლევის მეთოდებს, რასაც მან იმდენი დრო და ენერგია უნდა მოახმაროს, რამდენიც საჭირო იქნება.**

როგორც გამოვაშკარავეთ, ცოცხალი ქსოვილების მთავარი ფუნქციების დანამდვილებით შესწავლა და მეტადრე კვლევა-ძიების მეთოდების შეთვისება მოითხოვს პრაქტიკულ ლაბორატორიულ მეცადინეობას. მაგრამ პრაქტიკული მეცადინეობის მთავარი მნიშვნელობა მარტო ამით არ განისაზღვრება. ცოცხალი ქსოვილების ფუნქციები და მათი მეთოდები შეისწავლებიან მთავარ ფიზიოლოგიურ მოვლენათა ანალიზის საშუალებით. მოწაფეს უნდა მიეცეს შეძლება ხელმძღვანელობის თუ ინვენტარის მხრივ ყოველივე მოვლენის შესწავლა შეგნებულად აწარმოვოს, ე. ი. მისი მოქმედება ლაბორატორიაში მუდამ იქითკენ უნდა იყოს მიმართული, რომ თვითეული ძირითადი მოვლენა ანალიტიურად გამოარკვიოს: დაშალოს იგი შემადგენელ ელემენტურ ნაწილებზე, დაადგინოს მათი ერთიერთმანეიდზედ დამოკიდებულება. შემდეგ შეისწავლოს

თვითეული ელემენტის თავისებურება მისდა მიხედვით, თუ რანაირად მიემართვის იგი ამა თუ იმ ცნობილ მოქმედ ძალას. ფიზიოლოგიური მოვლენის გამოკვლევის დროს, მაგ., საჭიროა თვითეული ელემენტური მოვლენა გამოკვლეულ იქმნას მის ხანგრძლივობის, მასაზრდოებელ ნივთიერების, ტემპერატურის ცვალებადობის მიხედვით; აგრეთვე უნდა გამოკვლეულ იქმნას მისი ცვალებადობა ნერვული სისტემის სხვა და სხვა განყოფილებათა მოქმედების გავლენით, აგრეთვე ზოგიერთ ქარაქტერულ ქიმიურ ნივთიერებათა ზეგავლენით, შემდეგ სხვა და სხვა გარეშე გამაღიზიანებელ ძალთა ცვალებადი მოქმედების მიხედვით. ამნაირ გამოკვლევას ეწოდება **ანალიზური** ანუ **მეცნიერული შესწავლა.** მაშასადამე, **ლაბორატორიული მეცადინობის დროს უნდა მიექცეს დიდი ყურადღება, რომ მოწაფემ ამ ანალზური გამოკვლევისათვის საჭირო ანალიზური აზროვნება განავითაროს,** ე. ი. **მოწაფის ფსიქონერვული ბუნება იმნაირად უნდა შეიცვალოს, რომ მისი მოქმედება ყოველივე მოვლენის მიმართ ანალიზური აზროვნებიდან გამომდინარეობდეს.**

ამ გარემოებას აქნობამდის უნივერსიტეტებში ძლიერ ნაკლებ ყურადღებას აქცევდნენ. საზოგადოდ მიღებული იყო, რომ უნივერსიტეტის უპირველესი მიზანი ფართო მასაში ცოდნათა გავრცელებაა. ეს უნივერსიტეტის მიზანი და აგრეთვე მისი განხორციელების ლექციური სისტემა წარსულის ტრადიციულ ნაშთს წარმოადგენს. ეს მიზანი დაისახა უნივერსიტეტმა, როდესაც მწიგნობრობა იმდენად ნაკლებ იყო განვითარებული, რომ მეცნიერებათა გავრცელება უმთავრესად სიტყვიერად სწარმოებდა; და როდესაც თვითეული მეცნიერება შესდგებოდა სულ რამდენიმე ცოდნათაგან და ამიტომ სიტყვიერად მის გარდაცემა მართლაც და შესაძლებელი იყო. დღეს მდგომარეობა სულ სხვანაირია. ნიმუშად ავიღოთ ცხოველთა ფიზიოლოგია. იგი დღეს იმდენად ფართო და მრავალშტოიანი მეცნიერებაა, რომ არსად არ იკითხება იმის ნახევარიც კი, რის წაკითხვასაც მარტო უნივერსიტეტის პროგრამა მოითხოვს. თქვენ წარმოიდგინეთ, რომ ისეთი ათი წელიწადი არ გავა, რომ მას რამდენიმე ახალი შტო არ მოემატოს. ამ სამოცი წლის წინათ, როდესაც ფიზიოლოგია განვითარებას მხოლოდ იწყებდა, მას კვირაში ექვსი საათი ჰქონდა დათმობილი ერთი წლის განმავლობაში. დღესაც მას კვირაში ექვსი საათი და ზოგან ოთხი საათი აქვს დათმობილი. და ეს მაშინ, როდესაც ფიზიოლოგია ათჯერ მაინც გაიზარდა, გაფართოვდა. ამ სამოცი წლის განმავლობაში ფიზიოლოგიას მოემატა დიდი ტვინის ექსპერიმენტული ფიზიო-

ლოგია, შინაგანი სეკრეცია, უხერხემლო ცხოველთა კერძო ფიზიოლოგია, გულის ელექტროფიზიოლოგია, მდებარების ტონურ რეფლექსთა ფიზიოლოგია და სხვები. არ შეიძლება და არც სადმე მომხდარა ჩვენ დროში, რომ ვისმეს წლის განმავლობაში მთელი ფიზიოლოგია აუდიტორიაში წაეკითხოს. ყველგან ისეა, რომ ლექტორი დროის შესაფერად კითხულობს იმ ნაწილს, რომლის დამუშავებაში პირად მონაწილეობას იღებს. დანარჩენიდან ნაწილს სულ არ ჰკითხულობს, ნაწილს კი ძლიერ შემოკლებით, თითქმის ისეთი შემოკლებით, რომ ცოტაოდნავ დაკვირვებული სტუდენტი ამჯობინებს, სრულებითაც არ მოისმინოს. ამნაირად **მეცნიერებათა დღევანდელი მდგომარეობა ისეთია, რომ უნივერსიტეტს არ შეუძლიან განახორციელოს თავისი ტრადიციული დანიშნულება — მთელი მეცნიერების ლექციური სისტემით გარდაცემა.**

თუ დღეს უნივერსიტეტს შეძლება არ აქვს ტრადიციული მიზანი განახორციელოს, ეს სრულიადაც იმას არ ნიშნავს, რომ მას ახალი თაობის მიმართ არავითარი სარგებლობის მოტანა არ შეუძლიან. სწორედ ამ მხრივ უნივერსიტეტს შეუძლიან დიდი სარგებლობა მოიტანოს, თუ იგი მიზნად დაისახავს იმას, რაც ზევით უკვე აღვნიშნეთ, ე. ი. ანალიზური აზროვნების განვითარებას მეცნიერების ძირითად კანონშეწონილებათა და მეთოდების პრაქტიკულად შესწავლის საშუალებით.

ამ მიზნის დასახვას მოითხოვს თვით სწავლების ეკონომიური პრინციპი. როდესაც ერთ ადამიანს არ ძალუძს მთელი მეცნიერების და მით უფრო ყველა მეცნიერებათა სისტემატიური შესწავლა, მაშინ ერთად-ერთი რაციონალური საშუალება მეცნიერების თუ მეცნიერებათა შეგნებულად შეთვისებისათვის სწორედ იმის შესწავლა უნდა იყოს, რაც მეცნიერების ბურჯს შეადგენს, ე. ი. მთავარ კანონშეწონილებათა და მეთოდების შესწავლა და მეცნიერული ანალიზური აზროვნების შეთვისება, რაც ყველა მეცნიერებათ აერთებს.

უნივერსიტეტის მიზნის და მეცნიერებათა მდგომარეობის ერთმანეთთან შეუფარდებლობა საზღვარ-გარეთაც საერთო მოვლენას წარმოადგენს. სწორედ ამიტომაც უნივერსიტეტის ძირითადი რეფორმის საჭიროება პირველად საზღვარ გარეთ იყო გამოთქმული. ცნობილმა ინგლისელმა მეცნიერმა პ ი რ ს ო ნ მ ა გამოსცა წიგნი, „მეცნიერების გრამატიკა“, რომელშიაც ის უნივერსიტეტის ტრადიციებს ვრცლად არკვევს. პ ი რ ს ო ნ ი იმავე აზრს აღიარებს, რომ დღეს უნივერსიტეტის პირველი დანიშნულება ახალთაობისადმი მეცნიერული აზროვნების შექმნა უნდა იყოს და არა მხოლოდ ცოდნათა გარდაცემა.

ამნაირად, **უნივერსიტეტის უპირველესი მიზანი უნდა იყოს ახალ თაობაში მეცნიერული, ანალიზური აზროვნების განვითარება, ანუ როგორც პირსონი ამბობს, შეგნებულ მოქალაქეთა აღზრდა.** ცხადია, თუ ადამიანს შეთვისებული აქვს ანალიზური აზროვნება, მას არც ერთი რთული საკითხის თუ მოვლენის გამორკვევა არ გაუძნელდება: არ შეიძლება იგი დოგმატიკი, ცრუ-მორწმუნე, ან ტრადიციების ბრმად მიმდევარი იყოს.

ამნაირად, **მეცნიერებათა დღევანდელი მდგომარეობა ისეთია, რომ არავის შეუძლიან მთლიანად შეისწავლოს არამც თუ მეცნიერებათა მთელი წყება, არამედ ერთი რომელიმე მათგანიც.** ამის მიღწევა არ ძალუძს არავის, როგორიც წიგნების ან ლექციების საშუალებით, ასევე პრაქტიკული მუშაობითაც. **ამიტომ საერთოდ ეკონომიური პრინციპი გვიკარნახებს, რომ მოსწავლეთა ჭკვა და გონება მეცნიერების ძირითად კანონშეწონილებათა და მეთოდების პრაკტიკულად შესწავლაზე იყოს მიმართული, რომ ამ საშუალებით მათ მეცნიერული აზროვნება შეითვისონ.**

ეხლა განვიხილოთ, თუ რამდენადაა შესაძლებელი ფიზიოლოგიის კათედრისათვის აღნიშნული იდეალისდა გვარად მოქმედება. რასაკვირველია, ეს მოქმედება დამოკიდებულია მრავალ არსებულ პირობებზე. მაგრამ ერთ მათგანს უმთავრესი მნიშვნელობა აქვს და იგი უთუოდ აღნიშნული უნდა იყოს. უმთავრეს დაბრკოლებას მე ვხედავ ერთ ერთ ძველ ტრადიციაში, რომლის წყალობით დღევანდელი უნივერსიტეტი სპეციალურ სასწავლებლიდან არსებითად არ გაირჩევა.

როგორც ძველი, ისე ახალი წესდებით, რომელიც ჩვენს უნივერსიტეტს საფუძვლად უძევს, უნივერსიტეტის პირველ დანიშნულებას სახელმწიფოს სხვა და სხვა მოსამსახურეთა მომზადება შეადგენს: მასწავლებლების, ექიმების, ტეხნიკების, აგრონომების, ე. ი. უნიერსიტეტის უმთავრესი მიზანი ისეთივეა, როგორც სპეციალური სასწავლებლისა. ამის გამო მოსწავლეთა უმრავლესობა უნივერსიტეტში იმიტომ ისწრაფვის, რომ დარწმუნებულია ოთხი-ხუთი წლის განმავლობაში იგი იმ ქაღალდს მოიპოვებს, რომელიც მას შეძლებას მისცემს მსუბუქ პირობებში იცხოვროს. ისიც უნდა დაუმატოთ, რომ ბევრი მათგანი ხელმძღვანელობს აზა თუ იმ დარგის ამორჩევაში საკუთარი ნიჭის თუ მიდრეკილების თავისებურობის მიხედვით კი არა, არამედ იმ მოსაზრებით ესა. თუ ის დარგი რამდენად ხელსაყრელ დიპლომს იძლევა.

აი, სწორეთ ამნაირ მოსწავლეთა ელემენტი იმდენად აფერხებს საქმის გაძღოლას ყოველ ლაბორატორიაში, რომ ხშირად მთელ პრაქტიკულ მეცადინეობას უაზრო და მასთან ტრაგი-კომიკური ხასიათი ეძლევა. ვთქვათ, ლაბორატორიაში ერთსდაიმავედროს ათი მოსწავლე სრულიად მოუმზადებლად მოდის, რადგან თვითეულ მათგანს აინტერესებს უპირველესად ჩათვლის მიღება, და ათიც სრულიად მომზადებული, ნამდვილ ანალიზურ მუშაობას მოწყურებული. ამ შემთხვევაში ხელმძღვანელთა მთელი ენერგია იმას უნდება, რომ პირველს ათს ელემენტალური ცოდნა მიაღებინოს, რომელიც მათ ისედაც უნდა ჰქონოდათ, და ამისგამო მეორე ათის ნაყოფიერ ხელმძღვანელობისათვის ამ ხელმძღვანელთ დრო და ენერგია აღარ რჩებათ. ამნაირათ, ლაბორატორიის დიადი მიზანი ფუქსავატდება, მის მოქმედობას აზრი ეკარგება.

ლაბორატორიაში თუ კაბინეტში მუშაობა ერთად ერთი საშუალებაა, რომ ბიოლოგიური და სამედიცინო მეცნიერების ძირითად კანონშეწონილებები სათანადოდ იყოს შესწავლილი. სხვა საშუალება ამისთვის არ არსებობს. ლექციას მხოლოდ იმდენად აქვს მნიშვნელობა, რამდენადაც იგი მისცემს მომავალ პრაქტიკულ მუშაობას შეგნებულ ხასიათს, გამოცდებს ხომ მეცნიერების შეთვისებაში არავითარი მნიშვნელობა არა აქვს.

მაშასადამე, **ფიზიოლოგიის კათედრა მხოლოდ მაშინ შეასრულებს პირნათლად თავის პირდაპირ და ძირითად დანიშნულებას, როდესაც თვითონ მოსწავლეთა დიდი უმრავლესობაც შეგნებულად დაისახავს თავის მიზნად ძირითად კანონშეწონილებათა და მეთოდების პრაქტიკულად შესწავლის საშუალებით ანალიზური აზროვნების განვითარებას.**

და ეს კი მხოლოდ მაშინ იქნება შესაძლებელი, თუ უნივერსიტეტს დიპლომის გაცემის უფლება მოესპობა და ყველა ამ უკანასკნელთან დაკავშირებული წესები: გამოცდა, კურსიდან კურსზედ გადასვლა, სავალდებულო პროგრამები და სხვა, ე. ი. როდესაც მას პროფესიონალური ინტერესების სამსახური ჩამოშორდება. ეს უნივერსიტეტის უფლება შემოღებული იყო მეტ წილად 18 და 19 საუკუნოებში მთავრობათა სურვილისამებრ. ამით მთავრობას უნდოდა მრავალი განათლებული მოსამსახურე მოეპოვებინა. ეს უნივერსიტეტის უფლება დღეს სრული ანაქრონიზმია. დღეს პროლეტარული თუ დემოკრატიული სახელმწიფო საჭიროებს განათლებულ მოქალაქეებს კი არა, არამედ, როგორც პირ-

ს ო ნ ი გამოსთქვამს, **შეგნებულ მოქალაქეთ.** ასეთ სახელმწიფოში ფასდება ადამიანის საზოგადოებრივი მოქმედების უნარი, რომელიც მის გამჭრიახობაზედ. მის ანალიზური აზროვნების ხარისხზეა დამოკიდებული და არა დიპლომებზე ან განყენებულ ცოდნათა რაოდენობაზე.

თუმცა ეს ცხადია, მაგრამ სიცხადის და შესაფერად მოქცევა მკვიდრად ჩანერგილი ტრადიციების გადალახვას გულისხმობს. მაგრამ ტრადიციები, ჩვენი იდეოლოგია, ეს თვითონ ჩვენი პიროვნებაა. მათი უკუგდება იმასვე ნიშნავს, ვითომ ჩვენი პიროვნება ჩვენვე შეგვეღალოს. ამიტომ არის ძნელი მათი თავიდან მოშორება, ამიტომ ვემონებით მათ ნება უნებურად.

მაგრამ ჩვენი დრო სასწაულებრივია. უკანასკნელ ათ წელიწადში ამისთანა ტრადიციები დაიმსხვრა, იმდენი ღმერთები დაემხო და ამის შესაფერად ძველი იდეოლოგიის ბატონობა იმდენად დასუსტდა, რომ გასაკვირველი არ იქნება, თუ ახლო მომავალში უნივერსიტეტის არსებული სამოსწავლო ტრადიციული მიზანი დაუთმობს ალაგს ახალ მიზანს, რომელიც მხოლოდ და მხოლოდ თავისუფალი მეცნიერული აზროვნების გავრცელებაში უნდა მდგომარეობდეს.

* * *

წინამდებარე წიგნი წარმოადგენს ზოგადი ფიზიოლოგიის როგორც თეორიულ, ისე პრაქტიკულ სახელმძღვანელოს. იგი შეიცავს თანახმად ჩვენი განმარტებისა მხოლოდ კუნთოვანი და ნერვული სისტემის ზოგად ფუნქციათა სისტემატიურ მიმოხილვას. ხოლო რომ შესაძლებელი იყოს ამ ფუნქციათა ლაბორატორიული შესწავლა, აქვე მოყვანილია დაწვრილებით კვლევა-ძიების მთავარი მეთოდები და აგრეთვე ყველა საჭირო ცდების აღწერილობა. რასაკვირველია, ამ წიგნში მე ვცდილობდი გარდმომეცა ყველა ის, რაც იყო მიღწეული დღევანდლამდის კუნთოვანი და ნერვული ქსოვილის მთავარი პროცესების და კვლევა-ძიების მთავარი მეთოდების შესახებ. თვითეული თავი შეიცავს ფაქტიურ მასალას სათანადო ილუსტრაციებით, და კანონებს, რომელნიც აქედან გამომდინარეობენ; თვითეული თავის ბოლოში მოყვანილია მთავარი ცდების აღწერილობა და აგრეთვე მთავარი ბიბლიოგრაფიული ცნობანი. ამით მე მსურდა რაც შეიძლება გამეადვილებინა როგორც მოსწავლეთა, ისე ხელმძღვანელთა მუშაობა.

როგორც წინასიტყვაობაში აღვნიშნე ნამდვილი ზოგადი ფიზიოლოგიის სახელმძღვანელო აქნობამდის არც რუსეთში და არც საერთოდ

ევროპაში არ მოიპოვებოდა. პირველად ამნაირი სახელმძღვანელო გამოცემული იყო ჩემ მიერ რუსულ ენაზე 1922 წელს: «Общая физиология мышечной и нервной системы», Тифлис, Госуд. издательство. წინამდებარე ქართული გამოცემა ხელახლად იყო ჩემ მიერ გადამუშავებული ახალი მასალების მიხედვით. ამასთან მნიშვნელოვნად გაფართოვებულია სრულიად ახალი თავების დამატებით, მეტადრე ტონური და ინდივიდური რეფლექსური მოქმედების შესახებ. გაფართოვებულია აგრეთვე ცდების აღწერილობა. ლიტერატურაც პირველად აქ არის მოყვანილი.

შენიშვნა ბიბლიოგრაფიული ცნობების შესახებ.

ბიბლიოგრაფიულ ცნობებში პირველად იქნება მოყვანილი ავტორის გვარი სრულიად, სახელი კი ინიციალით, შემდეგ ჟურნალის სახელწოდება; ამას მოსდევს წელიწადი, მერე ტომი ხაზგასმით და ბოლოს გვერდი. თუ ცნობა წიგნს ეხება, მაშინ ავტორის გვარის შემდეგ აღნიშნული იქნება წიგნის სათაური, მერე წელიწადი და ქალაქის სახელი, სადაც იგი დაიბეჭდა. ჟურნალების სახელები მეტ წილად მოყვანილი იქნება შემოკლებით, მხოლოდ სიტყვების ერთი ან რამდენიმე წინა ასოს აღნიშვნით. აქ ვიძლევი ამ ჟურნალების შემოკლებულ და სრულ სახელწოდებას:

1. An. Anz.—Anatomischer Anzeiger.
2. A. An. Physiol.—Archiv für die Anatomie und Physiologie, physiologische Abteilung.
3. Am. J. Physiol.—American Journal of Physiology.
4. Ar. ex. Path. Pharm.—Archiv für die experimentale Pathologie und Pharmakologie.
5. Ar. it. biol.—Archives italienes de biologie.
6. B. Zent.—Biologisches Zentralblatt.
7. C. r. s. biol.—Comptes rendus des séances de la soc. de biolog.
8. C. R. Acad. Sc.—Compt. rend.—Comptes rendus hebdom. des séances de l'academie des sciences.
9. Erg. Physiol.—Ergebnisse der Physiologie.
10. Fol. neurob.—Folia neuro-biologica.
11. J. Physiol.—Journal of Physiology.
12. J. Psych. Neur.,-- Journal für Psychologie und Neurologie.
13. Kl. Woch.—Berliner klinische Wochenschrift.

14. Phil. Trans. Roy. Soc—Philosophical Transaction of Royal Socity.
15. Pfl. Ar.—Pflüger's Archiv für d. gesamte Physiologie.
16. Proc. Roy. Soc.—Proceedings of Royal Socity of London.
17. Q. J. exp. Physiol.—Quarterly Journal of experimental Physiology.
18. Schw. Neur. Psych.—Schweizer Archiv für Neurologie und Psychologie.
19. S. Ar. Physiol.--Skandinavisches Archiv für Physiologie.
20. Zent. Physiol. –Zentralblatt für Physiologie.
21. Z. Biol.—Zeitschrift für Biologie.
22. Z. allg. Physiol.—Zeitschrift für d. allgemeine Physiologie.
23. Z. physiol. Chem.—Zeitschrift für d. physiologsche Chemie.

ს ა რ ჩ ე ვ ი.

I. მეთოდიკა.

1. უსაპიროესი ცნობები ბაყაყის ანატომიიდან. 1.
2. გაღიზიანების მეთოდი. 6.
3. გრაფიკული მეთოდი 20.

II. კუნთოვანი სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგია.

1. ზოგადი ცნება კუნთის აგებულების შესახებ. 26.
2. აგზნებულება, როგორც კუნთის ქსოვილის მთავარი თვისება. 31.
3. კუნთის შეკუმშვადი ნივთიერების ანუ მიოფიბრილთა შეკუმშვის ფუნქცია. 43.
4. კუნთის აგზნებადი ნივთიერების ფუნქცია. 60.
5. „ან სულ, ან არაფრის“ კანონი. 70.
6. აგზნებულების მომატება გაღიზიანების საპასუხოდ 73.
7. დაღლილობა. 76.
8. კუნთის მუშაობა.. 85.
9. ტეტანუსის წარმოშობა. 95.
10. გულის კუნთის ზოგადი ფიზიოლოგია. 99.
11. წყლტუ კუნთის ზოგადი ფიზიოლოგია. 109.
12. კუნთოვანი ქსოვილის სიკვდილი. 115.

III. პერიფერიული ნერვული სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგია.

1. ნეირონული და ნეიროპილური თეორია. 122.
2. ნერვის აგზნებულება და აგზნება. 133.
3. ნერვის აგზნების რითმული ბუნება და აგზნებულების ცვალებადობა. 134.
4. ნერვის დაღლილობა. 149.
5. რეფრაქტორული ფაზის მნიშვნელობა ნერვკუნთის მოქმედებაში. 152.
6. პარაბიოზი, როგორც ნერვის ზოგადი რეაქცია.. 159.
7. ელექტროფიზიოლოგია. 168.
8. ავტონომიური ნერვული სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგია. 176.

IV. ცენტრალური ნერვული სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგია.

1. ზოგადი მცნება ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედების შესახებ. 193.
2. რეფლექსების მიმღები აპარატი და მისი დანიშნულება. 202.
3. ზურგის ტვინის კვანძი და საერთოდ ნერვული კვანძების მნიშვნელობა რეფლექსების კოორდინაციაში. 207.
4. საკოორდინაციო აპარატთა ანატომიური ლოკალიზაცია. 209.
5 რეფლექსური მოქმედების ირადიაცია და მისი წარმოშობა. 213.
6. ცენტრალური კოორდინაციის ძარითადი აპარატები. 221.
7. კიდურთა კუნთების ფუნქციონალური დაყოფა ანტაგონისტურ ჯგუფებად. 229.

8. კუნთის ერთდროული აგზნება და შეკავება მისი რეციპროკული ინერვაციის დროს. 233.
9. რეციპროკული აგზნების და შეკავების პროცესი. 238.
10. რეფლექსური რკალის გამტარებლობა. 247.
11. საკოორდინაციო აპარატის აგზნებულების ცვლილება გაღიზიანების საპასუხოდ. 251
12. ცენტრალური დაღლილობა 255.
13. ცენტრალური ნერვული სისტემის უკოორდინაციო მოქმედება. 260.
14. რეფლექსური აპარატის შოკი. 268.
15. რითმული რეფლექსი.. 271.
16. ტონური რეფლექსი. 276.
17. მდებარების და სტატო-კინეტური ტონური რეფლექსები. 294.
18. ლოკომოცია. 302.
19. საორიენტაციო რეფლექსი. 310.
20. რეფლექსური მოქმედების ცვალებადობა. 314.

V. დიდი ტვინის ქერქის ზოგადი ფიზიოლოგია.

1. ზოგადი ცნებანი დიდი ტვინის მოქმედების შესახებ. 325.
2. დიდი ტვინის ქერქის მიმღებელი ფუნქცია. 333.
3. დიდი ტვინის ქერქის საპასუხო ფუნქცია. 341.
4. ზოგადი ცნება ინდივიდური რეფლექსების შესახებ და მეთოდიკა 356.
5. ინდივიდური რეფლექსის განვითარება. 366.
6. ინდივიდური რეფლექსის ტიპები. 375.
7. აგზნების შეუღლებული ირადიაციის კანონი. 384.
8. ინდივიდური რეფლექსების წარმოშობა. 391.
9. პაელოვის მოძღვრება ინდივიდური რეფლექსების წარმოშობის შესახებ. 404.
10. ინდივიდური რეფლექსური რკალის ძირითადი ანატომიური ელემენტები. 407.
11. ინდივიდური რეფლექსების გაქრობა და აღდგენა. 412.
12. ინდივიდური რეფლექსის ცვალებადობა გარეშე გაღიზიანებათა გავლენით. 419.

VI. ფსიქონერვული პროცესების ფიზიოლოგია.

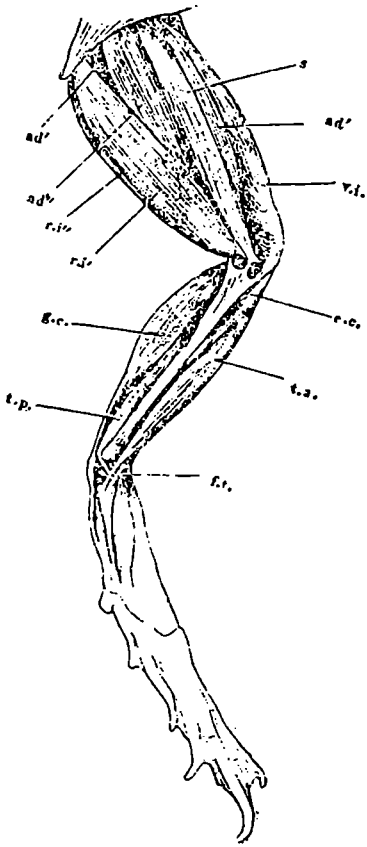
1. ფსიქონერვული პროცესების შესასწავლი ექსპერიმენტალური მეთოდები. 430.
2. ფსიქიური განცდების ასოციაცია. 432.
3. განცდათა ასოციაციების მიმდინარეობა და ყურადღება. 437.
4. ფსიქიური განცდების უასოციაციოდ მსვლელობა. 441.
5. ნებითი მოძრაობა. 444.
6. ძილი და სიზმარი. 447.
7. ჰიპნოზი და შთაგონება. 459.
8. ჰალუცინაცია. 465.
9. არსებობს თუ არა საკუთარი ქერქული ფარგალი რთული ფსიქონერვული პროცესებისათვის. 467.
10. ფსიქონერვული რეაქციის ფარული პერიოდი. 471.
11. ფსიქონერვული დაღალვა. 476.
12. დიდი ტვინის მეტყველების ფუნქცია. 483.
საძიებელი 491.

I

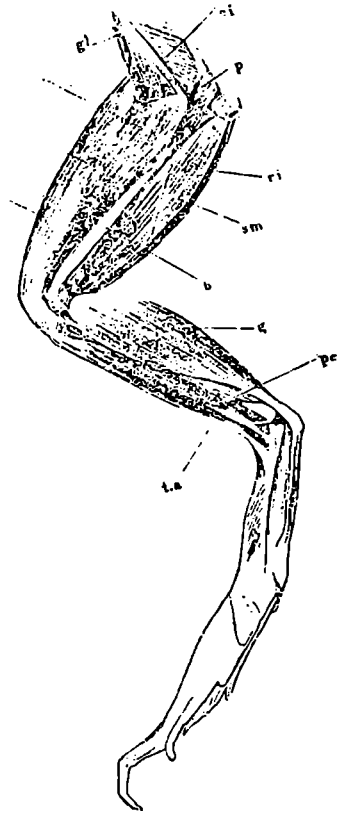
მეთოდიკა.

1. უსაფრთხესი ცნობები ბაყაყის ანატომიიდან.

ფიზიოლოგიაში პრაქტიკული ვარჯიშობა მუდამ სწარმოებდა და სწარმოებს ბაყაყებზედ. აუცილებლად საჭიროა, რომ თვითეული მოსწავლე, ვიდრე ფიზიოლოგიაში ვარჯიშობას შეუდგებოდეს, პრაქტიკულად გაეცნოს რამდენადმე ბაყაყის ანატომიას. უპირველესად საჭიროა უკანა კიდურის ანატომიის ცოდნა: უმთავრესი ძვლები და კუნთები, უმთავრესი ნერვები და ძარღვები. აგრეთვე უნდა გაეცნოს ცენტრალურ ნერვულ სისტემას და შინაგან ორგანოების მდებარეობას. ყველა ამის ზედმიწევნით აღწერის მაგიერ მოვიყვან რამდენიმე სურათს, სადაც ყველაფერი დაწვრილებით არის ნაჩვენები. სურათი 1 და 2 გვაძლევს უკანა კიდურის კუნთების ზედაფენის გამოხატულებას მუცლისა და ხურგის მხრიდან. სურ. 3 გვიჩვენებს ბარძაყის შიგნითა კუნთებს. სურ. 4—მოყვანილია ბაყაყის ნერვული სისტემა: ცენტრალური და პერიფერული. სურ. 5—გამოხატულია თავის ტვინი ზემოდან. ბოლოს სურ. 6 იძლევა შინაგან ორგანოების მდებარეობას.



სურ 1.



სურ. 2.

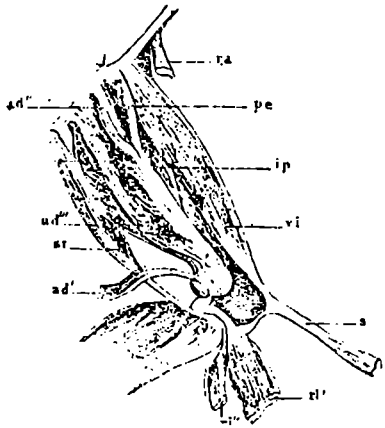
ბაყაყის (rana esculenta) **მარცხენა უკანა ფეხის კუნთები ქვემოდან** (მუცლის მხრიდან).

s m. sartorius.
ad' m. adductor longus.
ad'' m. adductor brevis.
ad''' m. adductor magnus

ბაყაყის (rana esculenta) **მარცხენა უკანა ფეხის კუნთები ზემოდან** (ზურგის მხრიდან).

ci. m. coccygeo-iliacus.
gl m. gluteus.
p m. pyriformis.
ve m. vastus externus tricipitis fem.
ra m. tensor fasciae latae.

ri' m. gracilis major.
ri'' m. gracilis minor.
vi m. vastus internus.
ge m. gastrocnemius.
ec m. extensor cruris.
ta m. tibialis anticus.
tp m. tibialis posticus.
ft m. flexor tarsi.
ve m. vastus externus.
tr m. triceps fem.
ri'' m. vastus inter. tric. fem.
sm m. semimembranosus.
b m. ileo-fibularis.
g m. gastrocnemius.
ta m. tibialis anticus.
pe m. peroneus.



სურ. 3.

მარცხენა ბარძაყის კუნთების ღრმა ფენა (rana esculenta).

გადაჭრილია: mm. sartorius (s), tensor fasciae latae (ra), gracilis major (ri') და minor (ri''), adductor longus (ad').

st' m. semitendinosus (cap. posticum).

m. semitendinosus (cap. anticum).

st''' კუნთის ძაფთა კონა, რომელიც ამ კუნთიდან გადადის m. adductor magnus-ში.

st m. semitendinosus-ის მუცელი.

ad'' m. adductor brevis.

pe m. pectineus.

ip m. ileopsoas.

vi m. vastus internus.

სურ. 4. თავისა და ზურგის ტვინი ქვემოდან (მუცლის ნახრიდან).

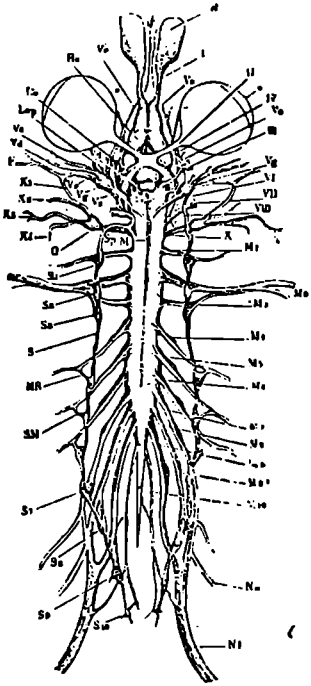
He დიდი ტვინის ჰემისფეროები.

Lop. lobi optici.

M. ზურგის ტვინი. ასო M-გან აღნიშნული ხაზი გვაჩვენებს სწორედ იმ ალაგს, სადაც თავდება თავის ტვინი და იწყება ზურგისა.

I N. olfactorius.

II N. opticus.



სურ. 4.

III N. oculomotorius.

IV N. trochlearis.

V N. trigeminus.

VI N. abducens.

VII N. facialis.

Vs ზედა ბოლო სიმპატიური წველისა ganglion Gasseri-ის შესავალთან.

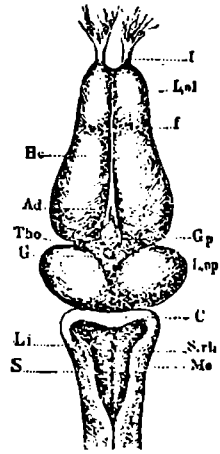
G Ganglion Gasseri.

Va r. ophthalmicus.
Vb r. palatinus.
Vc r. maxillaris superior.
Vd r. maxillaris inferior.
Ve r. tympanicus.
} N. trigeminus-ის ტოტები.

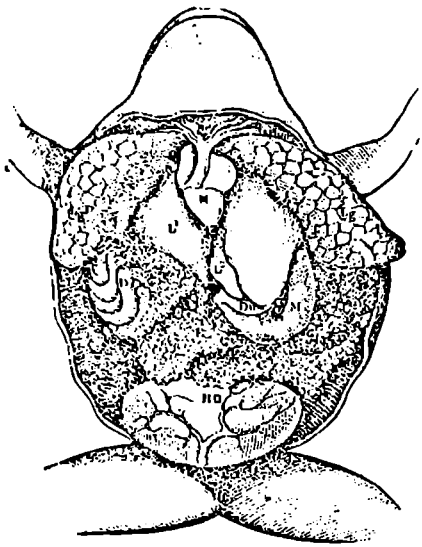
VIII N. acusticus.
X (IX და XI) N. vagus.
X_1 r. communicans.
X_2 n. glossopharyngeus.
X_3 r. intenstinalis.
X_4 r. cutaneus.
M_1—M_{10} ზურგის ტვინის ნერვები პირველიდან მეათემდე.
S,sp სიმპატიური წველი.
S_1 S_2—S_{10} სიმპატიური წველის კვანძები.
SM მისივე rami communicantes ზურგის ტვინის ნერვებთან.
No N. obturatorius. Ni N. ischiadicus.

სურ. 5. თავის ტვინი ზემოდან (rana esculenta).

Mo medula oblongata, მოგრძო ტვინი.
S. rh fossa rhomboidalis.
S sulcus centralis.
Li limbus fossae rhomboidalis.
C cerebellum, პატარა ტვინი.
L. op lobus opticus, საშუალო ტვინი.
Gp gland. pincalis.
Tho thalamus opticus.
Hc დიდი ჰემისფეროები.
1 N. olfactorius.
L, ol lobus olfactopius.



5. სურ.



სურ. 6.

სურ. 6 დედალი ბაყაყის შინაგანი ორგანოები.

H გული.

L^1, L_2, L ღეიძლი.

Lg^1, Lg ფილტვები.

M კუჭი.

Du 12-გოჯა ნაწლავი.

D წვრილი ნაწლავები.

HB საშარდო ბუშტი.

EE საკვერცხე დიდათ ¿აზრდილი, როგორც ეს განაყოფიერების ხანაში ხდება.

2. გაღიზიანების მეთოდი.

ინდუქციური ელექტროდენი, როგორც საუკეთესო გამაღიზიანებელი ძალა. ცოცხალი ქსოვილის ფუნქციები მხოლოდ მისი მოქმედების დროს შეისწავლება. ეს მოქმედება გამოიწვევა სხვა და სხვა გარეგან ძალის გავლენით. ექსპერიმენტალური გამოკვლევის დროს უმეტეს წილად ელექტრო-ძალით სახელდობრ ინდუქციური კვეთებებით სარგებლობენ. იგი მიჩნეულია საუკეთესო გამაღიზიანებლად. ჯერ ერთი, ინდუქციური ელექტროდენის მამოძრავებელი ძალა მეტად დიდია და ამიტომ ქსოვილებს, რომელთა დაბრკოლება საერთოთ დიდია, იგი გაიელის დიდი ინტენსიეობით; შემდეგ ინდუქციურ ელექტროდენის მიმართულება ცვალებადია და ამიტომ იგი არ იძლევა ისეთ ცუდ შედეგებს, როგორც გალვანური: ელექტროლიზი არ ხდება, პოლარიზაცია არ იწვევა; ბოლოს ამაეე მიზეზით გამაღიზიანებელი მოქმედება გრძელდება მხოლოდ ელექტროდენის გავლისას მის შეწყვეტის შემდეგ გამაღიზიანებელი მოქმედებაც ისპობა. სულ სხვანაირია სხვა გამაღიზიანებელთა მოქმედების ხასიათი. ქიმიურ გამაღიზიანებლის სწრაფი მოსპობა სრულიად შეუძლებელია, რადგან ქიმიური ნივთიერება შედის ქსოვილში და იქიდან მის **გამოცლას** დიდი დრო უნდა. სითბო-სიცივის გავლენის სასწრაფოთ მოსპობაც აგრეთვე შეუძლებელია. გარდ

ამისა სითბო-სიცივეს საერთოდ დიდი ცვლილება შეაქვს ქსოვილის ფუნქციონალურ მდგომარეობაში. მექანიკური გაღიზიანება საერთოდ მისაღები არ არის დასახულ მიზნისათვის ე. ი. ცოცხალ ქსოვილის ფიზიოლოგიური მოქმედების გამოკვლევისათვის, ვინაიდან ყოველ მექანიკურ გაღიზიანებას თან სდევს ქსოვილის დაზიანება, ქსოვილის ელემენტების დაგლეჯა. გალვანურ დენს იშვიათ შემთხვევებში ხმარობენ, როგორც გამაღიზიანებელ ძალას, რადგან იგი იწვევს ქსოვილთა წვენს ელექტროლიზს და ასთან ელექტროლიზის ნაწარმოების ერთი ადგილიდან მეორეზე გადატანას. ეს მოვლენა ძალიან სცვლის ცოცხალი ქსოვილის გაღიზიანებული ადგილის ფუნქციურ მდგომარეობას. აქედან ცხადად სჩანს, რომ ფიზიოლოგიაში მომაცადინე მოწაფეს სრულიად ნათელი წარმოდგენა უნდა ჰქონდეს ინდუქციურ კვეთებებზედ და აგრეთვე იმაზე თუ როგორ წარმოიშვებიან ეს კვეთებანი, ე. ი. გალვანურ ელექტროდენზე, ელექტროლიზზე, ინდუქციაზე და სხვაზე.

გ ა ლ ვ ა ნ უ რ ი ე ლ ე ქ ტ რ ო დ ე ნ ი. როდესაც ორი სპვა და სხვა სხეული ერთმანეთს ეხება, მაშინ შეხების ადგილს აღმოცენდება ელექტრომამოძრავებელი ძალა. თუ ეს სხეულები შევაერთეთ გამტარებლით გალვანომეტრის საშუალებით, ე. ი. ისეთი ხელსაწყოს საშუალებით, რომელიც დენის ძალას და მიმართულებას გვიჩვენებს, მაშინ უკანასკნელი გვაჩვენებს განსაზღვრული მიმართულების ელექტროდენს. ამ ელექტროდენს უწოდებენ **გალვანურს**. მისდა მიხედვით თუ რა სხეულებს იღებენ, დენის მიმართულება ან ერთი ან მეორე იქნება.

ყველა მყარი სხეულები შეიძლება განვაწყოთ ისეთი რიგით, რომ თვითეული წინამდებარე სხეულის თვითეულ მომდევნოსთან შეხება იძლევა ელექტროდენს, რომელიც გალვანომეტრის საშუალებით შეკრულ რკალში მიმდინარეობს მომდევნო სხეულიდან წინამდებარისკენ. ეს რიგი ასეთია:—ნახშირი, პლატინა, ოქრო, ვერცხლი, სპილენძი, რკინა, კალა, ბრპენია, ცინკი+. ამ სხეულებს უწოდებენ **პირველი გვარის გამტარებელთ**.

გალვანური ელექტროდენი აღმოცენდება აგრეთვე პირველ გვარის გამტარებელთა განსაზღვრულ სითხეებთან შეხებით, სახელდობრ: მარილთა ხსნარებთან, მჟავეების და ტუტეების ხსნარებთან. სითხე და აღნიშნული გამტარებელი რომ გალვანომეტრს შეუერთოდ, მაშინ ელექტროდენი გაიელის გალვანომეტრში მუდამ გამტარებელიდან სითხისკენ. ეს დენი მით უფრო ძლიერია, რაც უფრო უკანასკნელი ადგილი უპირავს აღებულ გამტარებელს ზემო მოყვანილ რიგში. მაშასადამე ცინკის სითხესთან შეხება უფრო მეტ. ელექტრომამოძრავებელ ძალასიძლეა, ვიდრე სპილენძისა ან რკინისა. ასეთ სითხეებს **მეორე გვარის გამტარებელთ** უწოდებენ.

გ ა ლ ვ ა ნ უ რ ი ე ლ ე მ ე ნ ტ ე ბ ი. თუ რომ მეორე გვარის გამტარებელში, რომელსაც **ელექტროლიტს** უწოდებენ, ჩაეყავით პირველი გვარის ორი სხვა და სხვა გამტარებელი (ისე რომ ერთმანეთს არ შეეხენ), მაგ., ცინკი და სპილენძი, რომელთაც ამ შემთხვევაში **ელექტროდები** ეწოდება, და მერე ამათი ბოლოები სპილენძის მაეთულით შევაერთეთ, მაშინ მაეთულით ელექტროდენი

გაივლის სპილენძიდან ცინკისკენ. იმ გამტარებელს, რომლიდანაც ელექტროდენი მოდის, უწოდებენ **ანოდს**, მეორეს კიდეე **კათოდს**. პირველი და მეორე გვარის გამტარებელთა ასეთ შეერთებას **გალვანურ ელემენტს** უწოდებენ. ამ ელემენტში ელექტროდენის აღმოცენება დამოკიდებულია ხსნარში ჩაშვებულ გამტარებელთა ბოლოებზედ პოტენციალთა ანუ ელექტრომამოძრავებელ ძალთა სხვადასხვაობაზე. ელექტრობა დიდი პოტენციალის ადგილიდან, ე. ი. ცინკიდან-გაივლის ხსნარში ანუ რკალის შიგნითა ნაწილით ნაკლებ პოტენციალ ადგილისკენ, ე. ი. სპილენძისკენ, გარეთა წრით კი პირიქით. აქედან ცხადია, რომ თუ ხსნარში ჩაეშვით ორი სრულიათ ერთნაირი გამტარებელი და შეეაერთედ გალ, ვანომეტრის საშუალებით, უკანასკნელი არ გვაჩვენებს ელექტროდენს, რადგან გამტარებელთა ბოლოებზე ელექტრობის პოტენციალი ერთ ოდნობისა იქნებადა ამიტომ ელექტრობა არ გადავიდოდა ერთი ელექტროდიდან მეორეზე. ელექტროდენის აღმოცენდება რკალის ჩაკეტვისას მხოლოდ პოტენციალის სხვადასხვაობისას

წინააღმდეგობა და გამტარებლობა. გალვანური ელექტრო, დენი გამტარებელში გავლის დროს წინააღმდეგობას განიცდის. წინააღმდეგობის ოდნობა (w) პირდაპირ პროპორციონალურია გამტარებლის სიგრძისა (l) და უკუღმა პროპორციონალურია მის გარდიგარდმო ნაკვეთისა (q). ამას გარდა იგი დამოკიდებულია თვით გამტარებლის მასალაზე (p). მაშასადამე $w=pl/q$. როგორც ფორმულიდან სჩანს, თუ რომ ავიღებთ გამტარებელს, რომელსაც ერთეული სიგრძე (მილიმეტრი) და ერთეული გარდიგარდმო ნაკვეთი (კვადრ. mm) აქვს, მაშინ წინააღმდგოება უდრის p-ს; ამიტომ p-ს უწოდებენ **ხვედრით წინააღმდეგობას**. აქედან 1/w გამტარებლობას წარმოადგენს, 1/p კიდეე ხვედრით გამტარებლობას. უკანასკნელი იხმარება საზომათ იმისა, თუ რამდენად ერთი ლითონი უფრო მეტად გაატარებს ელექტრობას, ვიდრე მეორე. სინდიყის გამტარებლობა ერთეულად რომ მივიღოთ, მაშინ სპილენძის გამტარებლობა უნდა უდრიდეს 55-57-ს. რკინისა კიდეე 6-10-ს. ხსნარების გამტარებლობა გაცილებით ნაკლებია, მაგ., NaCl 25%-იან ხსნარის გამტარებლობა სინდიყთან შედარებით 50.000-ჯერ ნაკლებია. მძლავრად კონცენტრაციულ ხსნარებს უფრო ძალიან დაბალი გამტარებლობა აქვთ.

ცოცხალ ქსოვილთა წინააღმდეგობა. ამათი წინააღმდეგობა მეტად დიდია. თვითეული ქსოვილის წინააღმდეგობა თითქმის მილიონჯერ უფრო მეტია, ვიდრე სინდიყისა. მაგ., კუნთის წინააღმდეგობა 2.500.000 ერთეულს უდრის, ნერვისა კიდე 5.000000 ერთეულს. თუ რომ ელექტროდენი ნერვის ან კუნთის გარდიგარდმო ტარდება, მაშინ წინააღმდეგობა უფრო მეტია, ვიდრე იმ შემთხვევაში, როდესაც იგი მათ გასწვრივ მიმდინარეობს. ეს დამოკიდებულია ნერეული და კუნთის ბოჭკოების გარსთა დიდ წინააღმდეგობაზე.

ელექტროდენის ძალა. ელექტროდენის ძალას უწოდებენ ელექტრობის იმ რაოდენობას, რომელიც გაივლის დროს ერთეულში მავთულის თვითეულ გარდიგარდმო განაკვეთში. ელექტროდენის ძალა (i) პირდაპირ პროპორციულია ელექტრომამოძრავებელი ძალისა (E) და უკუ პროპორციულია მთელი რკალის საერთო წინააღმდეგობისა (W). (**ომის** კანონი). მაშასადამე $i=\frac{E}{W}$.

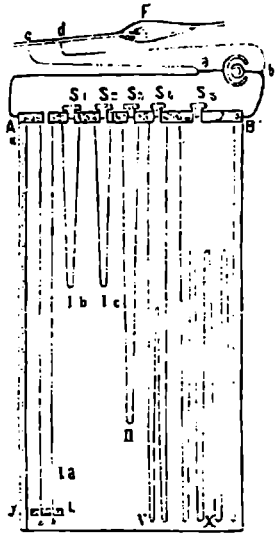
ელ ე ქ ტ რ ობ ი ს ე რ თ ე უ ლ ე ბ ი. წინააღმდეგობის ერთეულად მიღებულია **ომი.** ომი არის წინააღმდეგობა სინდიყის სვეტისა, რომლის განაკვეთის დიამეტრი 1 mm. უდრის, სიგრძე კიდე 106.3 cm. 0° ტემპერატურისას.

ელექტრობის რაოდენობის ერთეულად **კულონია** მიღებული. კულონია ის რაოდენობა, რომელიც მიიზიდავს ან უკუაგდებს ერთი სანტიმენტრის მანძილზე იმავე ოდნობის ელექტრობას ერთი ერთეული ძალით (**დინა**).

ელექტროდენის ძალის ერთეულად მიღებულია **ამპერი.** ეს არის ისეთი ძალა, რომლის დროსაც ერთი კულონი ელექტრობა გაიელის გარდიგარდმო განაკვეთს ერთ წუთში.

ელექტრო მამოძრავებელი ძალის ერთეულად მიღებულია **ვოლტი.** ვოლტს უწოდებენ ისეთ ელექტრომამოძრავებელ ძალას, რომლის გავლენით ერთი ომის წინააღმდეგობის რკალში გაიელის ერთი ამპერი ელექტროდენი.

რ ე ო ხ ო რ დ ი. ფიზიოლოგიურ ლაბორატორიებში იხმარება სასურველი ელექტროდენის ძალის მისაღებად **დიუ ბუა რეიმონის** რეოხორდი. (სურ. 7). გალვანური ელემენტის ერთ რკალში შეტანილია ცოცხალი პრეპარატი, მეორეში კიდე რეოხორდი. უკანასკნელი შეიცავს დიდი წინააღმდეგობის ნიკელინის მავთულის რთულ ბადეს, რომლის სხვა და სხვა რაოდენობა შტეპსელების (s_1, s_2 და სხვა) და ბოგირის yx-ის საშუალებით შეიძლება შეეიტანოთ რკალში. წინააღმდეგობის გადიდება ამ რკალში გამოიწვევს ელექტროდენის ძალის გადიდებას პრეპარატის რკალში.

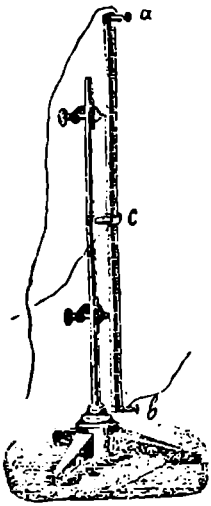


სურ. 7. დ ი უ ბ უ ა რ ე ი მ ო ნ ი ს რ ე ო ხ ო რ დ ი. ახსნა იხ. ტექსტში.

კ ო მ პ ე ნ ს ა ტ ო რ ი. როდესაც ძლიერ მცირე-ელექტროდენის ხმარებაა საჭირო, მაშინ სარგებლობენ მარტო იმ მაშტაბით, რომელიც **დიუ ბუა რეიმონის** რეოხორდს აქვს. (სურ. 8). ამ მაშტაბზედ გაბმულია ერთი მავთული, რომელიც მეტად დიდი წინააღმდეგობისა უნდა იყოს, როგორიც ნიკელინის წვრილიმავთულია. მაშტაბს აქვს ორი მავთულის საჭერი (a,b) და აგრეთვე ერთი საჭერი ბოგირზედ (c). ეს მაშტაბი შედის ელექტროდენის მთავარ რკალში და მის საშუალებით გამოიყოფა ელექტროდენის ტოტი ცოცხალ ქსოვილისკენ, რომელიც გვერდით წრეში შედის. ცოცხალ ქსოვილისკენ ერთი მავთული მიდის ბოგირიდან (c), მეორე კიდე მავთულის ერთი რომელიმე ბოლოდან (b).

პოტენციალთა განსხვავება მაშტაბის ბოლოებზე თითქმის უდრის გალვანური ელემენტის პოტენციალის სხვადასხვაობას. ხოლო თუ ჩვენ ავიღებთ მაშტაბზე გაბმული მავთულის ერთ ნაწილს და გავზომავთ ამ ნაწილის ბოლოებზე პოტენციალთა სხვადასხვაობას, უკანასკნელი აღმოჩნდება ნაკლები ოდნობი-

სა, მით უფრო ნაკლები, რაც უფრო ნაკლები სიგრძის მავთულს ავიღებთ, აუნ რაც უფრო ნაკლები იქნება აღებული ნაპერის წინააღმდეგობა მთელი რკალის წინააღმდეგობასთან შედარებით. ამ წინააღმდეგობას შეადგენს კომპენსატორის დიდი წინააღმდეგობა და ელემენტის სულ მცირე წინააღმდეგობა. კომპენსატორს ზედ ართვია ას ხაზოვანი შკალა. პრეპარატის რკალში რომ შეეიტანოთ მავთულის ერთი მეასედი, მაშინ პრეპარატით გაიელის ელემენტის ვოლტაჟის ერთი მეასედი. თუ რომ ხუთი მეასედი შეეიტანეთ, მაშინ ვოლტაჟის ხუთი მეასედი გამოიყოფა პრეპარაიტსკენ.



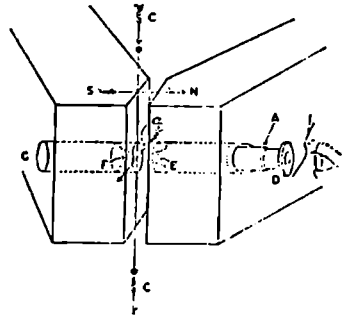
სურ. 8.
კ ო მ პ ე ნ ს ა ტ ო რ ი.
ახსნა იხ. ტექსტში.

ელ ე ქ ტ რ ო დ ე ნ ი ს ა ღ მ ო მ ჩ ე ნ ი დ ა გ ა მ ზ ო მ ი ა პ ა რ ა ტ ე ბ ი. იმ იარაღს, რომელსაც ელექტროდენის ძალის გასაზომათ ხმარობენ, **გალვანომეტრს** უწოდებენ. გალვანომეტრებში მაგნიტი შეკავშირებულია სარკესთან. რადგან მაგნიტის მოძრაობა მეტად მცირეა, საჭიროა იგი გადიდდეს, რომ შესაძლებელი იყოს მისი გამოთვლა. ეს გამოთვლა იქნება ან ობიექტიური: რომელიმე წყაროს სინათლე წარიმართება გალვანომეტრის სარკეზედ და იქიდან აირეკნება შკალისკენ; ან სუბიექტიური: შკალა მოსჩანს გალვანომეტრის სარკეში და მკვლევარი ჯოგრის საშუალებით მის დაყოფას სარკეში ხედავს.

აწერილ იარაღში მაგნიტი მოძრაობს, მავთულის კოჭი კი, ელექტროდენის გამტარებელი, უმოძრავია. ამნაირი მოწყობილება ხელსაყრელი არ არის. ინსტრუმენტის ჩვენება იცვლება დედამიწის მაგნეტიზმის ცვლილების გამო და მეტადრე გარეშე ელექტროდენის მაგნიტურ გავლენით (მაგ. განათების და ტრამვაის ქსელისა). ეს ცუდი მხარე ისპობა, თუ რომ პირიქით კოჭი, რომელშიაც ელექტროდენი გატარდება, მოძრავია და ჩამოკიდებულია უმოძრაო ძლიერი მაგნიტის მაგნიტურ არეში: გალვანომეტრი მოტრიალე კოჭით Depréz d'Arsonval-ისა. კოჭის მოძრაობა შეიძლება ძლიერ იყოს გადიდებული კოჭთან ერთად მოტრიალე სარკისგან სინათლის სხივების არეკნის საშუალებით.

გალვანომეტრები მოტრიალე მაგნიტით და მოტრიალე კოჭით თუმცა მეტად მგრძნობიარე არიან, მაინც შედარებით ინერციულ ინსტრუმენტებს წარმოადგენენ. სწრაფად მიმდინარე ელექტროდენი გამოიწვევს ინსტრუმენტის მოძრავ ნაწილის ფრიად ხანგრძლივ მოძრაობას. თუ გალვანომეტრზედ იმოქმედებს ამნაირ კვეთებათა მთელი რიგი ამას გალვანომეტრი უპასუხებს ერთნაირ მუდმივი გადახრით, ე. ი. გალვანომეტრის მოძრაობა ამ შემთხვევაში არ გვაძლევს ელექტრულ რხევის მსელელობის ნამდვილ სურათს. ამიტომ, ამ რხევის გამოსაკვლევად საჭიროა იმისთანა ხელსაწყოები, რომელნიც საკმარისად ჩქარა უპასუხებენ. ამნაირია სიმის გალვანომეტრი და კაპილიარის ელექტრომეტრი.

ეინთჰოვენის (Einthowen) **სიმის გალვანომეტრში** ელექტროდენი გატარდება მეტად წვრილ (რამდენიმე მიკრონის სისქისა) დაევრცხლილ კვარცის ძაფში, რომელიც გაბმულია ძლიერ ელექტრომაგნიტის პოლიუსებს შუა (სურ. 9). იმისდა მიხედვით, თუ რა მიმართულებით გაიელის ელექტროდენი ამ სიმში, უკანასკნელი გადიხრება ან ერთ მხარეზედ ან მეორეზედ.



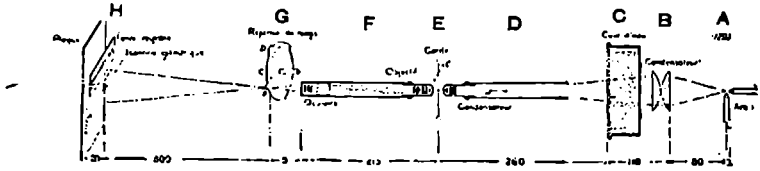
სურ. 9.

ეინთჰოვენის სიმის გალვანომეტრის სქემატიური გამოხატულება. E და F ელექტრომაგნიტის პოლიუსები; C C სიმი; G F გამანათებელი მიკროსკოპი. D E საპროექციო მიკროსკოპი.

რადგან სიმი მეტად წვრილია და მოძრაობაც დიდი არ არის, მისი პირდაპირ დანახვა და მოძრაობის გარჩევა დიდ სიძნელეს წარმოადგენს. საჭიროა მძლავრად იყოს განათებული თვითონ სიმი და მასთან გადიდებული მისი მოძრაობა, რომ ადვილათ შესაძლებელი იყოს ამ მოძრაობის დაკვირვება. ამისათვის მიაყენებენ სინათლის შუქს საპროექციო ფანრიდან გამნათებელი მიკროსკოპის საშუალებით (C F) და მეორე მიკროსკოპის საშუალებით (D E) კიდევ თვალს ადევნებენ ამ სიმის ჩრდილის მოძრაობას. სიმის მოძრაობა მიკროსკოპის საშუალებით შეიძლება გადიდდეს 500-მდე და მეტადაც, თუ რომ სიმის ჩრდილს ერთი-ორი მეტრის მანძილზედ პროექციას უყობთ. რადგან ქსოვილთა ელექტრული ეფექტი საზოგადოთ ძალიან სწრაფად მიმდინარეობს, სულ რამდენიმე სიგმის ე. ი. წუთის მეათასედის განმავლობაში, ამიტომ შეუძლებელია ასეთი ელექტრული დენი სიმის პირდაპირი დაკვირვებით შეისწავლებოდეს. საჭიროა ამ მოძრაობის ავტომატიური რეგისტრაცია. ამისათვის ფოტოგრაფიულ მეთოდს მიმართვენ. სიმის ჩრდილს საპროექციო ოკულიარის საშუალებით მიაყენებენ ფოტოგრაფიული აპარატის ნაპრალზე. ამ ნაპრალის წინ ავტომატურად მოძრაობს დიდი სისწრაფით ფოტოგრაფიული ქაღალდი, რომელზედაც გადიღება სიმის ჩრდილის მოძრაობა მრუდის სახით (სურ.-10). სიმის რხევა იმდენათ სწრაფად სწარმოებს, რომ ცოტაოდნავ ხანგრძლივი ელექტრული ეფექტის ფოტოგრაფიული მრუდე, მაგ. გულისა სრულიად შეუფარდდება ელექტროდენის მიმდინარეობას. ხოლო თუ ელექტრული ეფექტი ძალიან სწრაფად მიმდინარეობს, სულ რამდენიმე სიგმას, როგორც მაგ. ჩონჩხის კუნთის და ნერვის ელექტრული ეფექტია, მაშინ ფოტოგრაფიული მრუდე უფრო ხანგრძლივი გამოდის. ვიდრე ელექტრული ეფექტია, ამიტომ ასეთი მრუდეები საჭიროებენ ერთგვარ შესწორებას.

ლ ი პ მ ა ნ ი ს ე ლ ე ქ ტ რ ო მ ე ტ რ ი. სურათი 11 წარმოადგენს ამ აპარატის სქემატიურ გამოხატულებას: R — არის შუშის მილი, რომლის ბოლო კაპილარულ მილს წარმოადგენს; იგი სავსეა სინდიყით. მხოლოდ კაპილარის ქვედა ნაწილ-

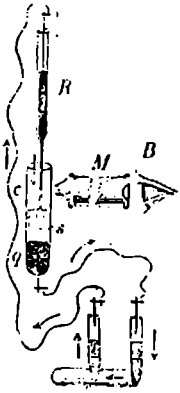
ში გოგირდ-მჟავაა. კაპილჯარი ჩაყოფილია უფრო განიერ შუშის მილში, რომელსაც ძირში დატანებული აქვს პლატინის მავთული. ის შეიცავს ქვემოთ სინდიყს (q), და ზემოთ კიდე გოგირდ-მჟავას (s). მავთულები, რომელნიც ელექტროდენს გაატარებენ, უერთდებიან უპოლარიზაციო ელექტროდებს, რომელთაგან ერთი



სურ. 10

სიმის გალვანომეტრზე სამუშაო იარაღების განწყობა ფოტოგრაფიული მრუდეების მისაღებად. A საპროექციო ფანრის ვოლტის რკალი; B კონდენსატორი; C წყლის ჭურჭელი სინათლის სხივების გასაცივებლად; D სიმის განმანათებელი მიკროსკოპი; E სიმი; F საპროექციო მიკროსკოპი; G მოტრიალე გარტენის თვალი დროს აღსანიშნავად ფოტოგრაფიულ ქაღალდზე; H ფოტოგრაფიული აპარატის წინა კედელი ჰორიზონტალური ნაპრალით.

კუნთის გარდიგარდმო ნაკვეთს ადევს, მეორე კი მის სიგრძეს. ელექტროდენის ჩაკეტვისაგან კაპილჯარის სინდიყის ძაფი მიდის ქვევით, როგორც ისარი უჩვენებს. ეს მოძრაობა იმაზეა დამოკიდებული, რომ როდესაც გალვანური ელექტროდენი გატარდება სინდიყში და მჟავას ხსნარში, სინდიყის კაპილჯარული თვისება იცვლება პოლარიზაციის წყალობით, რომელიც სინდიყსა და მჟავას საზღვარ ზედაპირზე სწარმოებს. ელექტროდენის ჩაკეტვისას სინდიყის სვეტი ელექტროდენის მიმართულებით გადიხრება. ამ მოძრაობას მიკროსკოპით სინჯავენ. ეს ელექტრომეტრი გაცილებით მეტი ინერციის მქონეა, ვიდრე სიმის გალვანომეტრი. ამიტომ იგი დღეს ნაკლებათ იხმარება კვლევა-ძიებისთვის ფიზიოლოგიურ ლაბორატორიებში.



სურ. 11.

ელექტროლიზი. ელექტროდენის გავლა ლითონში (I გვარის გამტარებელი) არ მოქმედებს უკანასკნელის შემადგენლობაზე. ხოლო როდესაც ელექტროდენი გაივლის ელექტროლიტებში, ე. ი. მარილების, მჟავეების და ტუტეების ხსნარებში (II გვარის გამტარებელი), მაშინ ხდება ქიმიური დაშლა ელექტროლიტისა და ამ დაშლის პროდუქტები ელექტრობით დატვირთულნი, ეგ. წოდ. იონები, ელექტროდებთან გამოიყოფიან. ამ პროცესს **ელექტროლიზი** ეწოდება. ელექტროლიტის გამტარებლობა მით უფრო დიდია, რაც უფრო მეტი იონები წარმოიშობიან. ამასთან ანიონები, ე. ი. უარყოფითი ელექტრობით დატვირთული იონები, როგორც SO_4, NO_3, CO_3 და

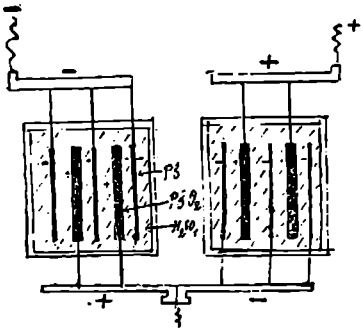
სხვა გადადიან ანოდზედ. კატიონები ანუ დადებითი ელექტრობით დატვირთული იონები: H, K, Na და სხვა კი კათოდზედ. იონები გადასცემენ ელექტროდებს თავის ტვირთს, რომელიც ბათილდება ელექტროდის მოპირდაპირე ელექტრობით, და გამოიყოფიან ელექტროდებზედ. ამნაირად, განზავებულ H^2SO^1-ში ელექტროდენის გავლისას ელექტროდადებითი წყალბადის იონები იქცევიან კატოდზედ აიროვან. წყალბადათ. ელექტრო უარყოფითი იონები- SO^1 კი აწარმოებენ ელექტროდზედ რეაქციას: შლიან წყალს, შეიერთებენ მის წყალბადს და ასე გარდაიქცევიან H^2SO^1-ად; აიროვანი ჟანგბადი კი გამოიყოფა ანოდზედ.

პოლარიზაცია. დაშლის პროდუქტებს, რომელნიც ელექტროდებზედ იკრიფებიან, შეუძლიანთ გავლენა იქონიონ ელექტროდენის გამტარებლობაზედ: უპირველესად ყოელისა წმინდა მექანიკურ წინააღმდეგობის გაძლიერებით. მაგრამ მათ შეუძლიანთ შესცვალონ აგრეთვე ელექტრული ძალა, რადგან იმ ნივთიერებათა შორის, რომელნიც ელექტროდებზედ გამოიყოფიან, აღიძერება ახალი გალვანური ელექტროდენი. მისი მიმართულება ეწინააღმდეგება ძირითადს, რის გამო უკანასკნელი სუსტდება, ან კიდეც ისპობა. ამ მოვლენას უწოდებენ **პოლარიზაციას.** ამიტომ უბრალო გალვანური ელემენტები, როგორც ცინკი და სპილენძი გოგირდის მჟავაში, იძლევიან ძლიერ ელექტროდენს მხოლოდ პირველ ხანს: დაშლის პროდუქტთა გავლენით, რომელნიც ცინკსა და სპილენძზედ გამოიყოფიან, წარმოიშობა მოპირდაპირე **პოლარიზაციის** ელექტროდენი, რომელიც ძირითადე ლექტრდენს აბათილებს. რომ ეს მოვლენა თავიდან ავიცილოთ, საჭიროა მოვაშოროთ ელექტროდებს დაშლის ნაყოფი მაშინვე. როდესაც იგი აღმოცენდება. ამ მიზნისათვის 1 კლასის გამტარებელთ ცალ-ცალკე სითხეში ჩააწყობენ, სითხეებს კი ერთი მეორისაგან ფოროვანი კედლით (თიხის ცილინდრით) გაყოფენ. ცინკის ფირფიტას სდებენ განზავებულ გოგირდ-მჟავაში, სპილენძის ფირფიტას კიდეე სპილენძის შაბიამანის ხსნარში. გოგირ-დმჟავა გახსნის ცინკს გოგირ-დმჟავა ცინკის განვითარებით, თავისუფალი წყალბადის იონი კიდეე გაივლის ფოროვან კედელს, შედის სპილენძის შაბიამანის ხსნარში და აქ შლის შაბიამანს სპილენძის გამოყოფით, რომელიც ლითონის სახით სპილენძის ფირფიტაზე გამოიყოფა; განთავისუფლებული გოგირდმჟავა ნაწილობრივ გახსნის სპილენძს უკანვე და მით შაბიამანი ხელახლად წარმოიშვება. ამნაირად ელექტრობის სისტემაში არაფერი არ იცვლება: ამიტომ პოლარიზაციული ნაკადი არ აღმოცენდება. ასეთი სისტემა იძლევა ელექტრობას მუდმივად ერთი-და-იმავე რაოდენობით. ასეა აგებული **დანიელის ელემენტი.** იგი იძლევა მუდმივ ელექტრომამოძრავებელ ძალას 1,1 ვოლტს.

აკუმულატორი. აღნიშნულ მუდმივ ელემენტებით მიიღწევა ის, რომ პოლარიზაციის გავლენა გალვანურ დენზე მცირდება ნულამდის. მაგრამ, იმისთანა ელემენტებიც არსებობენ, რომელნიც მხოლოდ პოლარიზაციის დენის სახმარებლად არიან გამზადებულნი. ამნაირ ელემენტებს **აკუმულატორი** ეწოდება. თუ რომ წყალნარევ გოგირდ-მჟავაში ბრპენის ფირფიტები ჩაიწყო და გატარდა გალვანური დენი, მაშინ ერთ ფირფიტზედ—ანოდზედ—იკრიფება PbO_2, მეორეზედ კი—კატოდზედ—ბრპენი ფოროვანი ხდება. ორივე ფირფიტა ჯერ

შავდება, რადგან იგინი გოგირდ-მჟავ ბრპენით დაიფარება. ელექტროდენის გატარებისას ანოდზედ იგი ჟანგდება უფრო ძლიერ PbO_2-მდე, კატოდზედ კი თაკისუფლდება SO_4-გან და მით აღორძინდება ფოხოვანი Pb ელექტრობის მამოძრავებლობის მხრით Pb ისე მიემართება PbO_2, როგორც ცინკი სპილენძს. ამ დაშლის პროდუქტების გლენით ფირფიტათა შორის ვითარდება პოლარიზაციური ელექტრო მამოძრავებელი ძალა. პოლარიზაციის გამომწვევი ელექტროდენის შეწყვეტის შემდგომ ამ ფირფიტებზე თანდათანობით ხელახლად აღსდგება $PbSO_4$ და მით პოლარიზაციის ელექტრომამოძრავებელი ძალა ისპობა. იგი შეიძლება ხელახლად იქმნეს გამოწვეული უკეთუ მის გამომწვევ ელექტროდენს კვლავ გავატარებთ აკუმულატორში.

ტეხნიკური დანიშნულებისათვის აკუმულატორებს ასე ამზადებენ: ზემოხსენებულ საშუალებით ერთი ფირფიტა დიდ სრილმემდის გარდაიქცევა PbO_2-ად, მეორე კი ფოხოვან ბრპენად. ამ შემთხვევაში ელექტრომამოძრავებელი ძალა შეტს ხანს უდრის 2,04 ვოლტს. სრული დატვირთვის დროს იგი უდრის 2,75 ვოლტს. მხოლოდ იგი ჩქარა დაიწევს 2,1 ვოლტამდე. (იხილე სურ 12, რომელიც აკუმულატორის სქემატიურ გამოხატულებას იძლევა).



სურ. 12.

აკუმულატორის ხმარება დიდის სიფრთხილით უნდა სწარმოებდეს.

1) აკუმულატორის განტვირთვა შესაძჩნევ წინააღმდეგობის საშუალებით უნდა სწარმოებდეს. უწინააღმდეგო განტვირთვა აფუჭებს იმ ძვირფას ფირფიტათა ფენას, რომელიც ელექტროდენს აწარმოებს. რასაკვირველია რაც უფრო მეტი წინააღმდეგობით განტვირთამთ, მით უფრო დიდ ხანს გასძლებს მისი ტვირთი.

2) აკუმულატორის ტვირთი 1,8 ვოლტზე ნაკლები არ უნდა იყოს. როდესაც მისი ტვირთი ამ ოდნობას მიაღწევს, უნდა შეწყდეს მისი ხმარება და აკუმულატორი ხელახლად დაიტვირთოს.

3) აკუმულატორის გადატანა ერთი ალაგიდან მეორეზედ სიფრთხილით უნდა მოხდეს, რომ სასარგებლო ფირფიტათა ფენა არ ჩამოშორდეს: ამ ფენას ყოველგვარი ძლიერი შეხეთქება ავნებს.

4) აკუმულატორი უმუშაოთაც განიტვირთება თავისთავად, ამიტომ ტვირთის განუახლებლად რამოდენიმე თვით მისი დატოვება არ შეიძლება, თუნდაც იგი მუშაობაშიაც არ იყოს. ამ შემთხვევაში იგი ხელახლად უნდა იტვირთებოდეს ყოველ ერთ-ორ თვეში ერთხელ.

5) აკუმულატორისთვის გოგირდის მჟავა უნდა იყოს სრულიად სუფთა. ყოველ შემთხვევაში იგი არ უნდა შეიცავდეს რკინას და მეტადრე ქლორს. ამიტომ იგი განზავებული უნდა იყოს გამოხდილი წყლით.

6) დატვირთამდის გოგირდ-მჟავის კონცენტრაცია უნდა უდრიდეს ხვედრი წონის 1,14-ს, დატვირთის შემდეგ კი იგი უნდა იყოს 1,18-იდან 1,2-მდე. დიდ ხანს დგომისას აკუმულატორიდან წყალი ორთქლდება და მჟავის კონცენტრაცია მატულობს. ამიტომ საჭიროა დრო და დრო გამოხდილი წყალი მიუმატოთ საჭირო კონცენტრაციამდე.

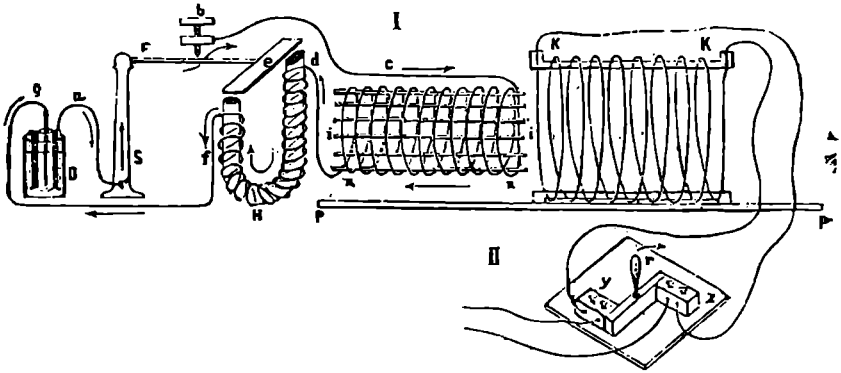
უპოლარიზაციო ელექტროდები. თუ მუდმივ ელემენტს წრეში სველ ქსოვილს (ნერეს ან კუნთს) შევიტანთ, მაშინ არ შეიძლება ცოცხალ ქსოვილთან ელემენტის შეერთება პირდაპირ ლითონის ელექტროდებით მოხდეს. ქსოვილში იმ წამსვე დაიწყება ელექტროლიზი, რასაც პოლიარიზაცია მოჰყვება. ამას გარდა ქსოვილის სითხესთან ლითონის შეხება თავის მხრითაც იწვევს ელექტრობას, თუ რომ ლითონის ელექტროდები სულ მცირედ მაინც განირჩევიან. ყველა ამის თავიდან ასაცდენად ერთგვარ უპოლიარიზაციო ელექტროდებს ხმარობენ.

ასეთი ელექტროდები პირველად **დიუ ბუა რეიმონმა** მოამზადა. ელემენტის მავთულები ჯერ ამალგამიან ცინკს შეუერთდება (სურ. 11), უკანასკნელი გამაგრდება მილში, რომელიც გავსებულია გოგირდმჟავა ცინკის მარილის კონცეტრაციული ხსნარით. მილის ძირი დაცმულია თიხის წვეტიანი საცობით, რომელიც აზელილია 0,6%/₁₀ ფიზიოლოგიურ ხსნარში. თუ რომ ასეთი ელექტროდები თიხის ბოლოებით ქსოვილის სითხეს ეხება, მაშინ პოლარიზაცია არ მოხდება, ვინაიდან ელექტროდენის გავლისას ელექტროდენებში იქ, სადაც ცინკი სითხეს ეხება, არავითარი ქიმიური ცვლილება არ ხდება. ელექტროდენის გავლენით გოგირდმჟავა ცინკის მარილი იშლება Zn და SO_4-ად. ანოდურ ელექტროდზე SO_4 გახსნის ცინკის ფირფიტას, ცინკა ელექტროდის ძირში დაილექება. კათოდურ ელექტროდზე ცინკი გამოიყოფა ლითონის სახით. რომელსაც SO_4 უკანვე ხელახლად გახსნის. ამნაირად როგორც ერთ, ისე მეორე ელექტროდზე ქიმიური შემადგენლობა უცვლელი რჩება. ამიტომაც პოლიარიზაციური ელექტროდენი არ აღმოცენდება.

ინდუქცია. გალვანური (პირვანდელი) ელექტროდენი, რომელიც ჩაკეტილ რკალში გადის, მეორე პარალერულ რკალში, რომელსაც პირველთან არავითარი კავშირი არა აქვს, აღძრავს მეორედს ანუ ინდუქციურ ელექტროდენს. ამისთანა ინდუქციური ელექტროდენი წარმოიშვის 1) პირვანდელი ელექტროდენის ჩაკეტვისა და გაღებისგან; ამასთან გაღებისას ინდუქციურ ელექტროდენს პირვანდელი მიმართულება აქვს, ჩაკეტვისას კი—წინააღმდეგი მიმართულება; 2) პირვანდელი დენის გაძლიერებისა ან დასუსტების გამო; 3) პირვანდელი ელექტროდენის რკალის მეორესთან დაახლოვების ან დაშორებისა გამო. ინდუქციის მიმართულების მხრით ელექტროდენის გაძლიერება და დაახლოვება პირვანდელ დენის ჩაკეტვას უდრის, დასუსტება და დაშორება კი—გაღებას. როდესაც პირვანდელი დენი ისე მიმდინარეობს, რომ მისი ძალა ან მეორედი წრისაგან დაშორება უცვლელად რჩება, მაშინ ინდუქციური დენი არ წარმოიშვის. თუ რომ გაღება და ჩაკეტვა, გაძლიერება და დასუსტება პირვანდელი ელექტროდენისა სწარმოებს ძალიან თანდათანობით, მაშინ ინდუქციური ელექტრო-

ამამოძრავებელი ძალა ძალიან მცირეა და მით უფრო მცირეა, რაც ნელა სწარმოებს პირვანდელი დენის ცვალებადობა. ინდუქციური დენი წარმოადგენს სწარაფად მიმდინარე კვეთებას. ინდუქციური კვეთების გასაძლიერებლად პირვანდელ და მეორენდელ რკალს ხვეულის ფორმა ეძლევა. პირვანდელი რკალი შესდგება შედარებით მსხვილი მავთულის ხვეულთა მცირე რიცხვისაგან, მეორენდელი კი—რაც შეიძლება წვრილი მავთულის მეტი ხვეულისაგან.

ფიზიოლოგიურ მიზნისთვის იხმარება **დიუ ბუა რეიმონის მარხილიანი ინდუქციური აპარატი** (სურ. 13). ელემენტისაგან (D) ელექტროდენი გაივლის

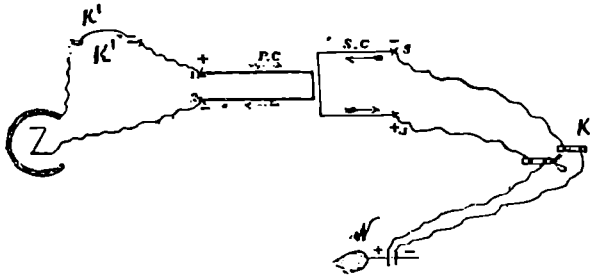


სურ. 13.

დიუ ბუა რეიმონის ინდუქციური აპარატის სქემა. (Landois)

პირვანდელ ხვეულით (XX) (1 მილიმეტრი დიამეტრი და ორასამდე ხვეული). იგი ყოველთვის ჩაკეტვისა და გაღების დროს გამოიწვევს ინდუქციურ ელექტროდენს მეორენდელ ხვეულში (KK) (0,15- 0,2 მილიმეტრი დიამეტრი და 5000-—10.000 ხვეული). უკანასკნელი სრიალებს მარხილზედ (pp). იმისდა მიხედვით თუ რამდენი მანძილია მეორედ და პირვანდელ ხვეულს შორის, ინდუქციური ელექტროდენი იქნება ან მცირე, ან ძლიერი. როდესაც მანძილი ნაკლებია, ინდუქციური ელექტროდენი ძლიერია, მანძილის გადიდებისას იდუქციური ელექტროდენი სუსტდება. ამ დენის ძალის ცვლილება მანძილის მიხედვით ლოგარიფმული პროგრესიით სწარმოებს. დენის ერთი ორად გასაძრიელებლად ხვეულთა შუა მანძილი მით უფრო მეტ მანძილზე უნდა შემცირდეს, რაც უფრო მეტადაა დაშორებული ერთი ხვეული მეორედან. პირვანდელი ხვეულის მოქმედებას შეკონილი რკინის ჩხირებით აძლიერებენ, რომელიც მის ღრუში მოთავსდება და პირვანდელ დენით მაგნიტიანდება. და ეს კიდევ თავის მხრით აძლიერებს მეორენდელ ელექტრო-მამოძრავებელ ძალას. პირვანდელი დენის თვითეული ჩაკეტვით და გაღებით (მაგ. ხელის გასაღების საშუალებით, რომელიც პირვანდელ რკალშია მოქცეული) მეორედ ხვეულში აღმოცენდება განცალკევებუ-

ლი ჩაკეტვისა და გაღების ინდუქციური. კვეთება (იხილეთ სურ.14). თუ უნდათ მიიღონ ინდუქციური კვეთებანი სწრაფად ზედი ზედ, ე. ი. ფარადიული ელექტროდენი, ეს შეიძლება მოსდეს ეგრ. წოდებული ვ ა ნ გ ე რ ი ს ჩაქეჩით, რომელიც დართული აქვს დიუ ბუა რეიმონის ინდუქტორიუმს (იხ. სურ. 13). ელემენტის (I) პირვანდელი ელექტროდენი მავთულით (a) მიიმართება ლითონის ბოძისკენ (S) და ზამბარაკისკენ (F), რომელსაც ბოლოზედ რკინის ფირფიტა, ე. ი. ღუზა აქვს გაკეთებული (e), მერმე კონტაქტით (ე. ი. შეხებით) გადადის ხრახნილზედ (b), აქედან მავთულით პირვანდელ სპირალში, ანუ ხვეულში (XX), მერმე ელექტრო-მაგნიტის გარშემო (H) და მავთულით (f) უკანვე ბრუნდება ელემენტში. ელექტროდენის ჩაკეტვის დროს ელექტრო-მაგნიტი (H) მაგნიტიანდება და ღუზას (e) ქვეეით მიიტაცებს, რის გამო ზამბარაკის ხრახნილთან კონტაქტი სწყდება და დენი გაიღება; ელექტრო-მაგნიტი მაშინვე ჰკარგავს მაგნიტიზმს; ზამბარაკი თავის ალაგას ბრუნდება და ელექტროდენი ხელ ახლად იკეტება. ამის შემდგომ იგივე მოვლენა მეორდება. რაც უფრო ნაკლები მანძილი იქნება ელექტრო-მაგნიტის პოლიუსებსა და ღუზას შორის, მით უფრო ხშირად მოხდება პირვანდელი დენის გაღება და ჩაკეტვა, მით უფრო ხშირი იქნება ფარადიული დენის კვეთებანი.



სურ. 14

სქემა ინდუქციის აპარატისა და მისი შეერთებისა პრეპარატთან პირვანდელი ელექტროდენის ჩაკეტვის დროს. p. c. პირვანდელი სპირალი. s. მეორედი ისარი უჩვენებს დენის მიმართულებას. Z გალვანური ელემენტი. K' გასაღების პირვანდელ რკალში, K'' გასაღები მეორედ რკალში. N ნერვკუნთის პრეპარატი (Pcnibr y).]

ჩ ა კ ე ტ ვ ი ს დ ა გ ა ღ ე ბ ი ს ი ნ დ უ ქ ც ი ი ს კ ვ ე თ ე ბ ა თ ა ფ ი ზ ი ო ლ ო გ ი უ რ ი მ ო ქ მ ე დ ე ბ ა. ჩაკეტვისა და გაღების ინდუქციურ კვეთებებს თანაბარი ფიზიოლოგიური მოქმედება არა აქვთ, თუმცა ელექტრობის რაოდენობა ერთნაირია. გაღების ინდუქციის კვეთება უფრ~ : მძლავრ გამაღიზიანებელს წარმოადგენს, ვიდრე ჩაკეტვისა. ეს არის დამოკიდებული კვეთებათა ვოლტაჟის და ხანგრძლივობის სხვადასხვაობაზე. სახელდობრ, ჩაკეტვის კვეთება უფრო მცირე ამპლიტუდისა არის, ვიდრე გაღებისა; ხანგრძლივობა კი პირვე-

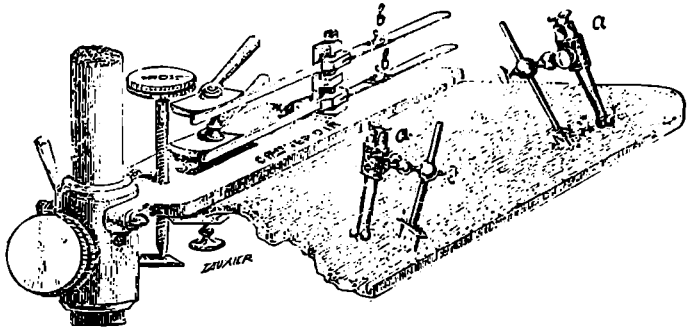
ლის უფრო მეტია. ვიდრე გაღებისა. გაღების ინდუქციური კვეთების ხანგრძლივობა ფიზიოლოგიურ ლაბორატორიაში ხმარებული ინდუქტორიუმებისა უდრის დაახლოვებით 2 სიგმას. ჩაკეტვისა კიდე სამჯერ-ხუთჯერ მეტია. აპლიტუდა კიდე პირველისა ორჯერ უფრო დიდია. ვიდრე მეორისა. ეს განსხვავება დამოკიდებულია შემდეგ გარემოებაზე. როდესაც პირვანდელი ელექტროდენი იკეტება. მაშინ მარტო მეორედ სპირალში კი არ იწვევა მოპირდაპირე მიმართულების ინდუქციური დენი. აგრეთვე პირვანდელ სპირალის თვითეული მოქცევის დენი მოქმედობს ინდუქციით იმავე სპირალის სხვა მოქცევებ'ხედ: ამიტომ თვითონ პირვანდელ რკალშიაც აღმოცენდება მოპირდაპირე მიმართულების. ეგრეთ წოდებული, **ექსტრა-ელექტროდენი**. ეს დენი აფერხებს პირვანდელ დენის განვითარებას, რის გამოც უკანასკნელი თავის საბოლოო სიმაღლეს ერთბაშად კი არ აღწევს, არამედ თანდათანობით. პირვანდელი დენის თანდათანობითი ზრდას შეუფარდდება ჩაკეტვის ინდუქციური კვეთების დიდი ხანგრძლივობა. პირვანდელ დენის გაღებისას ეს დამყონებელი ექსტრა-დენი აგრეთვე აღიძვრის. მაგრამ ძალიან ხან მოკლედ. რადგან რკალი ჩაკეტილი აღარ არის. ამიტომ პირვანდელ ხვეულში დენის დაცემა ნულამდის ისეთ დაყოვნებას არ განიცდის. ამას შეუფარდდება მეორედ ხვეულში ჭარბი სისწრაფით მიმდინარე გაღების ინდუქციური ელექტროდენის აღმოცენება. აღნიშნული გარჩევა გაღებისა და ჩაკეტვის ინდუქციის კვეთებათა შორის მით უფრო დიდია. რაც უფრო მეტია კოჭთა შუა მანძილი. კოჭთა დაახლოვებისას ინდუქციის კვეთებათა ხანგრძლივობა მატულობს. მაგრამ გაღებისა უფრო მეტად. ვიდრე ჩაკეტვისა. ამიტომ მათი განსხვავება ამ მხრივ მცირდება და ბოლოს სრულიად ისპობა. იგივე ითქმის კვეთებათა ამპლიტუდის შესახებ. ინდუქციის კოჭთა დაახლოვებისა ჩაკეტვის და გაღების კვეთებათა ამპლიტუდა თანაბრდება.

ჰ ე ლ მ ჰ ო ლ ც ი ს დ ა მ ა ტ ე ბ ა. ზოგჯერ საჭიროა ჩაკეტვის და გაღების ინდუქციური კვეთებათა გათანასწორება. ეს შეიძლება მიღწეულ იქმნას ან პირველი სპირალის ხვეულთა რიცხვის შემცირებით, რაც ექსტრა-დენს დაასუსტებს, ან კიდევ. როგორც ჰ ე ლ მ ჰ ო ლ ც მ ა მოიგონა, პირვანდელ სპირალში ცალკე კვეთდითი ჩაკეტილი რკალის შექმნით. ამ შემთხვევაში პირვანდელ სპირალში ექსტრა-დენის ხანგრძლივობა გაღების დროსაც დიდი იქნება. პირვანდელი დენის ძალა შეფერხდება ექსტრა-ელექტროდენის გაელენით დაახლოვებით ერთნაირად. როგორც ჩაკეტვის, ისე გაღების დროს და ამიტომ ინდუქციის კვეთებანი თანასწორდებიან.

უ ნ ი პ ო ლ ი ა რ უ ლ ი ინ დ უ ქ ც ი ი ს მ ო ვ ლ ე ნ ა ნ ი. თუ პირვანდელ სპირალში ელექტროდენი სწრაფად ჩაიკეტა და გაიღო, მაშინ მეორედ სპირალში ინდუქციური დენი ჩნდება არა მარტო იმ შემთხვევაში, როდესაც მეორედი რკალი ჩაკეტილია, არამედ მაშინაც კი, როდესაც იგი გაღებულია. ამას უწოდებენ **უნიპოლიარულ ინდუქციურ დენს**. ამიტომ საკმარისია, რომ ცოცხალ ქსოვილს შეუერთოდ მეორედი რკალის ერთი ბოლო, რომ იგი გაღიზიანდეს პირვანდელ რკალში ელექტროდენის ჩაკეტვისას და გაღებისას. მხოლოდ აგზნების

გამოსაწვევად საჭირო იქნება გაცილებით მეტი დაახლოვება ინდუქციური კოჭებისა, ვიდრე ცოცხალი ქსოვილის ორივე ბოლოთი, ე. ი. ბიპოლიარული გზით გალიზიანებისას.

დიუ ბუა რეიმონის გასაღები. გალვანური ელექტროდენის გაღებისა და ჩაკეტვისთვის პირვანდელ რკალში და აგრეთვე ინდუქციის დენის ცოცხალ ქსოვილში ვატარების მოსაწესრიგებლად ხმაურობენ **დიუ ბუა რეიმონის გასაღებს** (იხ. სურ. 13, II). ამ გასაღების მეორედ რკალში შეტანის წესი მოყვანილია მე-13 სურათზე. მეორედი სპირალის ბოლოებიდან მაეთულები მიდიან ორ ლითონის ძელთან y და z; აქედან შემდეგ მიდიან ცხოველთა ქსოვილისკენ. ამ ძელთა შორის მოქცეულია მოძრაკი ლითონის ხიდი r, რომელიც ხან აერთებს ძელებს (როგორც სურათზეა), ხან შესწყვეტს ამ გაერთიანებას (გადაწვეით, როგორც ისარი უჩვენებს). პირველ შემთხვევაში ინდუქციის დენი გაივლის ლითონის ხიდით, რომელიც წარმოადგენს ბევრად უფრო ნაკლებ წინააღმდეგობას, ვიდრე ცოცხალი ქსოვილი. ხიდის აწევის შემდგომ ინდუქციური ელექტროდენი პრეპარატში გაივლის.



სურ. 15.

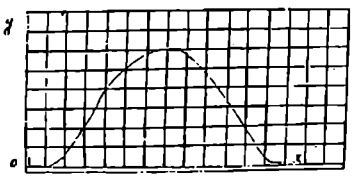
ბაყაყის კუნთის ორკეცი ზამბარაკიანი მიოგრაფი (b,b) ლითონის ელექტროდები (a,a) და საცობის ფიცარი ბაყაყის მისამაგრებლად ქინძისთავებით.

ლითონის ელექტროდები. ინდუქციის კვეთებანი შეიძლება გატარდეს ცოცხალ ქსოვილში ლითონის ელექტროდების საშუალებით, მაგალ., სპილენძის, პლატინის, ვერცხლის, ე. ი. აქ საჭირო არ არის უპოლიარიზაციო ელექტროდები. ამის უმთავრესი მიზეზი ის არის, რომ თვითეულ კვეთებათა ხანგრძლივობა მეტად მცირეა წუთის რამდენიმე მეათასედი. პოლიარიზაციის გაჩენა მაშინაც შეუძლებელია, როდესაც ინდუქციის კვეთებანი სწრაფად ზედიზედ მოსდევენ, რადგან ჩაკეტვის და გაღების კვეთებანი სხვადასხვა მიმართულებისაა. დანიშნულებისდა მიხედვით ლითონის ელექტროდები სხვადასხვა მოყვანილობისაა. სურ. 15 გვიჩვენებს ელექტროდებს, რომელიც ბაყაყის ნერვ-კუნთის გასაღიზიანებლად იხმარება (a). იგი გაკეთებულია პატარა ორთითზედ და ამ ორთითით დარჭმულია საცობის ფირფიტაზედ. ეს ფიცარი გამაგრებულია

ერთი გვერდით ერთგვარ იარაღში, რომელიც ბაყაყის კუნთების ორკეც ზამბარაკიან მიოგრაფს წარმოადგენს. თითონ ბაყაყი ქინძისთავებით გაეკვრება საცობის ფირფიტაზედ, ისე რომ მისი უკანა ფეხები ამ მიოგრაფებისკენ იყოს შექცეული. ამ ფეხებიდან გამოაცალკევებენ ერთს ან ორ კუნთს, გადუკრიან დისტალურ მყესს და უკანასკნელს ძაფის საშუალებით მიოგრაფის ბერკეტზე (b) მიაბმენ.

3. გრაფიკული მეთოდი.

გ რ ა ფ ი კ უ ლ ი მ რ უ დ ე ნ ი. მოვლენათა უმეტეს ნაწილში, რომელთაც ფიზიოლოგია იკვლევს, დროც მონაწილეობს, როგორც ერთი შემადგენელი ელემენტთაგანი. ამის გამო შეიძლება დრო განვიხილოთ, როგორც თანასწორზომიერად ნაზარდი ოდენობა, და მას შევადაროთ სხვა ოდენობათა თანდათანობითი ცვლილებანი. ესთქვათ, საჭიროა წარმოვადგინოთ გრაფიკულად კუნთის შეკუმშვა, რომელიც ერთხელობრივი გარეგანი გაღიზიანების მიერ იწვევა. ჰ ე ლ მ ჰ ო ლ ც მ ა გვაჩვენა, რომ კუნთის შეკუმშვას განსაზღვრული ხანგრძლივობა აქვს და იგი უცბად, გაღიზიანებისათანავე არ იწყება. კუნთი რამდენიმე წუთის მეათასედის განმავლობაში უმოძრაოდ აჩრის და მხოლოდ შემდგომ იწყებს შეკუმშვას. შეკუმშვა ჯერ ნელა ვითარდება, მერმე, უფრო სწრაფად. ასე გრძელდება წუთის ხუთ მეასედს. ამის შემდგომ კუნთი იწყებს დაბრუნებას თავის წინანდებურ სიგრძისკენ. ამასთან იგი გაიელის აგრეთვე წუთის 5 მეასედში ყველა იმავე სტადიებს, მხოლოდ უკუღმა წესით. შეკუმშვის სხვადასხვა პერიოდები შეიძლება ადვილად გამოვხატოთ გრაფიკულად, როგორც ეს წარმოდგენილია მე-16 სურათზედ. ჰორიზონტალური ხაზი—აბსცისა—OX გაყოფილია თანასწორ ნაწილებად, რომელნიც წუთის მეასედებს უდრის. ამ ხაზზედ ამართულია პერპენდიკულიარები ორდინატი oy-ის პარალელურად, რომელთა სიგრძე უდრის კუნთის შეკუმშვის ოდნობას მოცემულ მომენტში. ის ხაზი, რომელიც ორდინატების ბოლოებს აერთებს, შეკუმშვის მრუდეს წარმოადგენს, რომლის ერთი შეხედულება მოვლენის სხვადასხვა ფაზებს გვისახავს.

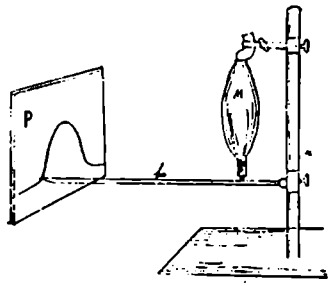


სურ. 16.

ოდნობათა ყოველი ურთიერთი დამოკიდებულება, ყველა მოვლენანი ცოტად თუ ბევრად რთული ფაზებით შეიძლება ნათლად გამოვხატოთ ამგვარივე გეომეტრიული მრუდეებით. მრუდეები გვანთავისუფლებს ჩვენ მოვლენის დაწვრილებით აღწერისგან და ამასთანავე უფრო ადვილად გვრჩება მეხსიერებაში, ვიდრე ციფრების გრძელი რიგი.

დ ა მ წ ე რ ი ი ა რ ა ღ ე ბ ი. პირველად ჰ ე ლ მ ჰ ო ლ ც მ ა იხმარა კუნთის შეკუმშვის ავტომატიური დაწერა (1850). მის მიერ ხმარებული ხერხი ფრიად მარ-

ტიკა: კუნთს (M) დაამაგრებენ ერთ რომელიმე ბოლოთი (სურ. 17). მეორე ბოლოზედ მიაბმენ მოძრავ ჩხირს (L), რომლის წვეტიანი ბოლო მელანშია ამოწობილი, ამ ბოლოს შეახებენ ქაღალდს (P), რომელზედაც მრუდე უნდა გამოისახოს. თუ ქაღალდი არ დაიძერის, კუნთი შეკუმშვის დროს ასწევს ჩხირს, რომელიც მერე უკან დაეცემა და ქაღალდზედ აღნიშნავს ვერტიკალურ ხაზს. თუ კიდევ ქაღალდი მოძრაობს თანასწორ ზომიერად ვერტიკალურ სიბრტყეში, მაშინ ჩხირი დასწერს მრუდეს, როგორიც სურათზეა. ამგვარი მრუდენებას გვაძლევს დაწერილებით გამოვიკვლიოთ შეკუმშვის ხასიათი. ამავე ქაღალდზედ შეიძლება გაღიზიანების მომენტი ხაზითვე აღვნიშნოთ. თუ გვეცოდინება ქაღალდის მოძრაობის სისწრაფე, ადვილია განვსაზღვროთ ის დრო, რომელიც მრუდეს ცალკე ნაწილებს შეეფარდება.



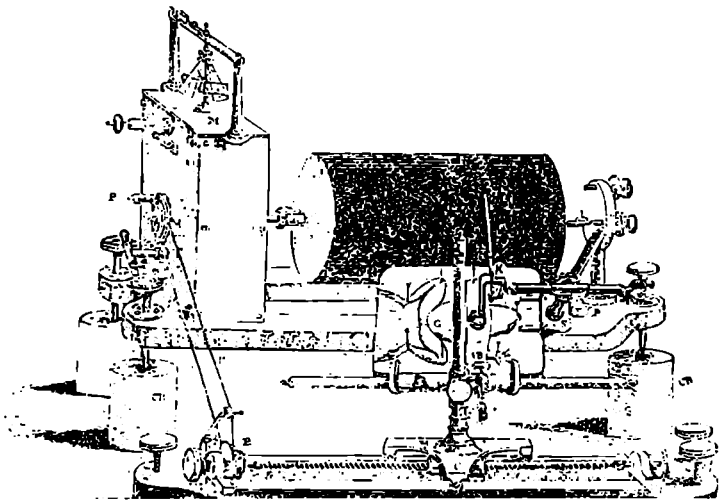
სურ. 17.

ფიზიოლოგიაში ხმარებულ ამნაირ სარეგისტრაციო აპარატს **კიმოგრაფს** უწოდებენ. იმ ბურკეტს კიდევ, რომელზედაც კუნთი მოქმედებს და რომლის ერთი ბოლო კიმოგრაფს ეხება **მიოგრაფი** ეწოდება. პირველად გამოჩენილმა ლეიპციგის ფიზიოლოგმა ლ ი უ დ ე ი გ მ ა იხმარა კიმოგრაფი იმ რხევათა გამოსაკვლევად, რომელსაც სისხლის წოლა არტერიების შიგნით განიცდის. ხოლო ჰ ე ლ მ ჰ ო ლ ც მ ა პირველად გამოიყენა იგი კუნთის შეკუმშვის დასაწერად. გრაფიკული მეთოდის გაუმჯობესებაში საფრანგეთში დიდი ღვაწლი მიუძღვის მ ა რ ე ი ს.

მ ა რ ე ი ს კ ი მ ო გ რ ა ფ ი. იგი შესდგება მოგრძო ცილინდრისგან, რომელიც მოძრაობაში საათის მექანიზმის საშუალებით მოდის. (სურ. 18). ამ მექანიზმს აქვს რეგულიატორი ფრთებით, რომელიც უზრუნველ ჰყოფს თანასწორ ზომიერ მოძრაობას. აპარატს სამი ღერძი აქვს (იშვიათად ერთი). თვითეული მათგანი სხვადასხვა სისწრაფით ტრიალებს (ერთი აკეთებს ერთ მოქცევას $1^1/_2$ წუთში, მეორე 7 წუთში და მესამე 10 წუთში). ამის წყალობით სურვილისამებრ შეიძლება მოვიხმაროთ ესა თუ ის სისწრაფე. ქაღალდს ჰფარავენ მკვარტლის თხელი ფენით ნავთის ლამფის საშუალებით. კალმის გამწვეტებული ბოლო ჰკაწრავს მკვარტლს და ამით შავ ფონზედ თეთრ ხაზებს დასწერს.

მე-18 სურათზე მოყვანილია მ ა რ ქ ი ს კიმოგრაფი, რაზედაც იწერება ბაყაყის გულის ცემა ერთნაირი იარაღით (K), რომელსაც გულის პინცეტს უწოდებენ. ბაყაყი ქინძისთავებით მიკრულია საცობის ფიცარზედ. ეს ფიცარი გამაგრებულია ცალკე საჭერში (D). საჭერი შტატივზედ არის გაკეთებული. ეს შტატივი ავტომატიურად იცვლის ალაგს, როდესაც კიმოგრაფი მოძრაობს. ის ხრახნილი, რომელიც შტატივს ამოძრავებს (P), მოქმედებაში მოჰყავს დაუსრულებელ თასმას (P F P). უკანასკნელი მოდის მოქმედებაში კიმოგრაფთან ერთად.

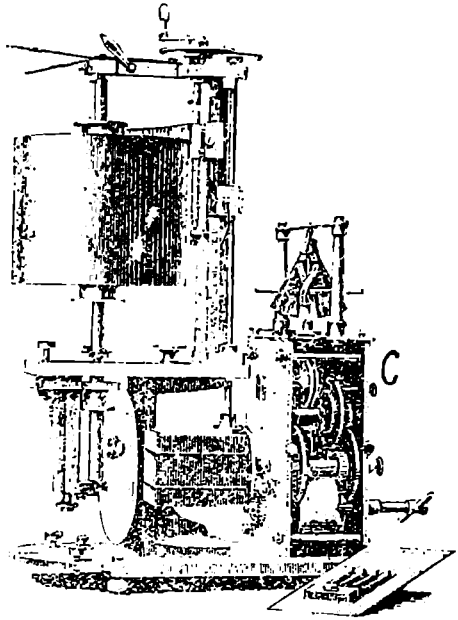
ლ ი უ დ ვ ი გ ი ს კ ი ნ ო გ რ ა ფ ი. ლ ი უ დ ვ ი გ მ ა შემოიღო მეორენაირი საწერავი აპარატი (იხ. სურ. 19). საათის მექანიზმს (ყუთი C) მოჰყავს მოძრაობაში დისკო (D), ეს ეხება პატარა თვალს, რომელიც საწერავ ცილინდრის ღერძზეა გაკეთებული. დისკოს ტრიალისას, რასაკვირველია, ცილინდრიც ტრიალებს. ცილინდრის მოძრაობას აძლევენ სხვადასხვა სისწრაფეს იმით, რომ ღერძის პატარა თვალი აიწევ-დაიწევა. გერმანიის ლაბორატორიებში სტუდენტების სავარჯიშოთ იხმარება ცოტა სხვანაირი კიმოგრაფი. უმთავრესი გარჩევა იმაშია, რომ საათის მექანიზმის ღერძზედ გაკეთებულია დისკო კი არა, არამედ პატარა თვალი. ეს თვალი ხახუნის წყალობით ატრიალებს დისკოს, რომელიც ცილინდ-



სურ. 18

რის ღერძს აქვს. ცილინდრი შეიძლება აიწიოს და დაიწიოს და ამნაირად მწერავი კალამი გადაინაცვლება ცილინდრის ერთი დონიდან მეორეზედ. აქაც ცილინდრი ქაღალდით არის შემოხვეული. ქაღალდი დაიფარება მკვარტლის ფენით. მ ა რ ე ი ს და დ ი უ დ ვ ი გ ი ს სარეგისტრაციო აპარატს შეიძლება მიეცეს, როგორც ჰორიზონტალური, ისე ვერტიკალური მდებარეობა. მრუდეთა შესანახად საჭიროა მკვარტლი გამაგრდეს. ამისათვის ცდის შემდგომ გაავლებენ ქაღალდს შერლაკის სპირტოვან ხსნარში.

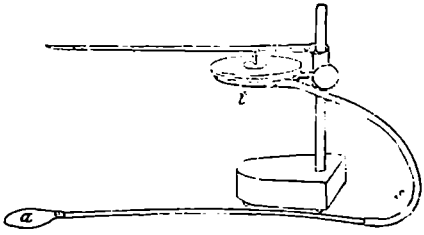
მ ი ო გ რ ა ფ ი. მიოგრაფი წარმოადგენს ჩვეულებრივად მსუბუქ ბერკეტს, რომელიც თავდება გამწვეტებულ წვერით (პერგამენტის გამწვეტებული ნაჭერი ან თხელი ალიუმინის ფირფიტის ნაჭერი). ზოგიერთ შეთხვევაში მოძრავი ორგანო მოქმედობს პირდაპირ ბერკეტზედ, ზოგში კიდევ შეერთებულია მასთან ძაფის ან წვრილი ლითონის ნაჭერთა საშუალებით (სურ. 17, 18).



სურ. 19.

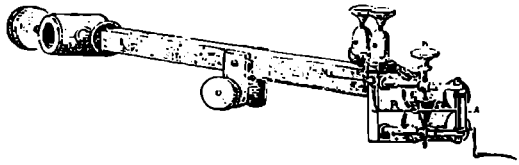
გარდაცემა ჰაერის საშუალებით. ეს ხერხი შემოიღო Upham-მა (1859) და Buisson'-მა (1866) და უმწეერვალეს ხარისხამდე გაუმჯობესა მარეი. მ. წარმოვიდგინოთ, რომ თხელ კედლიანი კაუჩუკის ბურთი მილის საშუალებით შეერთებულია პრტყელ ყუთთან. რომელსაც ერთ მხარეს კედლის მაგიერ ოსელი კაუჩუკის აპკი აქვს გადაკრული. ვითითული მოკერა, ან ძგერა, რომელსაც ბურთი განიცდის, კამოიწვევს ჰაერის ნაწილის გადასვლას ბურთიდან ყუთისკენ, და აქ აპკის ამობერვას გაბოიწვევს. თუ კაუჩუკის აპკი რამე ნაირად შეეროებულია მწერაე ბერკეტთან. მაშინ ეს უკანასკნელი კიმოგრაფზე დასწერს ბურთის მოცულობის ყველა ცვალებადობას მრუდის სახით. ყუოი ცნობილია, როგორც მარეის კაპსულა (იხ. სურ. 20).

გარდაცემა ელექტრობის საშუალებით. ზოგიერთი მოძრაობა შეიძლება გარდაიცეს ელექტრობის საშუალებით. რომელიც ელექტრო-მაგნიტზედ მოქმედობს. ღუზაზე გაკეთებული აქვს მწერაეი კალამი. თუ რომელიმე მოძრაობა აღებს და ჰკეტავს დენს, მაშინ ელექტრო-მაგნიტის ღუზა ხან ქვეეით იწევს, ხან ზეეით. ამ ელექტრული სიგნალის საშუალებით (სურ. 21) შეიძლება შორ მანძილზედ გარდაიცეს სხვადასხვა საინტერესო მოვლენები: მაგ., გაღიზიანების მომენტი. შეიძლება აგრეთვე კონტროლი გაუწიოთ სარეგისტაციო აპარატების მსვლელობის სისწრაფეს.



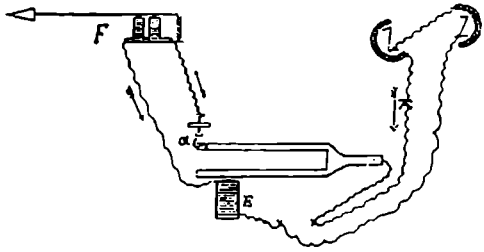
სურ. 20
სქემა მ ა რ ე ი ს კ ა პ ს ულ ის მ ო ქ მ ე დ ე ბ ი ს ა.

დროს დაწერა და სარეგისტრაციო აპარატების მსვლელობის სისწრაფის კონტროლი. როდესაც გვსურს გავიგოთ, თუ რამდენი დრო შეეფარდება მრუდის თვითეულ ნაწილს, უნდა ვიცოდეთ ის სისწრაფე, რომლითაც კიმოგრაფი ტრიალებს. ამ მიზანს ხრონოგრაფებით ან იმ აპარატებით აღწევენ, რომელნიც საათის მექანიზმის საშუალებით მოძრაობენ. ასეთია ფაკეს ქრონოგრაფი, რომელიც წუთში ერთ ან ხუთ რხევას იძლევა. ქრონოგრაფის პერკეტის მოძრაობა პირდაპირ ქაღალდზე იწერება წვრილ რხევიანი ხაზით. სწრაფი მოძრაობის შესასწავლად ხმარობენ კამერტონებს, რომელნიც იძლევიან წუთში 25, 50, 100, 200... რხევას. კამერტონის ერთ ერთ ბოლოზე გაკეთებულია მწერავი კალამი. უკანასკნელი გამკვარტლულ ქაღალდზედ აჩნევს ტალღობრივ ხაზს, რომლის თვითეული ტალღა შეეფარდება წუთის $^1/_{25}$-ს, $^1/_{50}$-ს, $^1/_{100}$-ს, $^1/_{200}$-ს. რომ კამერტონის მოძრაობა არ შეჩერდეს და მასთან იგი შორს მანძილზე გადაეცეს, კამერტონის ერთ-ერთ მუხლთან ელექტრო-მაგნიტია მოთავსებული (სურ. 22). კამერტონი შეტანილია ელექტრულ წრეში(K),ელექტრო-მაგნიტის (E) და ელექტრულ სიგნალთან (F) ერთად. კამერტონს ერთ-ერთი მუხლის ბოლოზე გაკეთებული აქვს პლატინის მავთული, რომელიც ეხება ბოძს (a). ამ მავთულის საშუალებით კამერტონის მოძრაობა ელექტროდენს ჰკეტავს და აღებს. ეს ამოქმედებს ელექტრო-მაგნიტს (E). იგი იმდენჯერ მიიტაცებს კამერტონის მუხლს, რამდენჯერაც რხევის დროს დენი წყდება. ამის გამო კამერტონის რხევის ამპლიტუდა არ მცირდება და მოძრაობა მისი არ ჩერდება. კამერტონის რხევის თანაბრად ირხევა ელექტრო-მაგნიტური სიგნალიც (F). თუ მისი მწერავი კალამი კიმოგრაფს ეხება, უკანასკნელზე დაიწერება წუთში იმდენი ტალღა, რამდენჯერაც ელექტროდენი გასწყდება კამერტონში.



სურ. 21.

Deprez-ს ელექტრო-მაგნიტური სიგნალი.



სურ. 22.

დიაგრამა ელექტრო-მაგნიტურ სიგნალის და კამერტონის შეტანისა ელექტრულ წრეში დროს აღსანიშნავად. (Pembrey)

ᲚᲘᲢᲔᲠᲐᲢᲣᲠᲐ.

ფიზიოლოგიური მეთოდიკის შესახებ ზოგადი ცნობანი მრავალ ფიზიოლოგიის სახელმძღვანელოში მოიპოვება. მაგრამ არსებობს ფიზიოლოგიის მეთოდიკის სპეციალური სახელმძღვანელოებიც. სხვათა შორის უფრო ცნობილია შემდეგი სახელმძღვანელოები:

1. Asher, L. Praktisches Uebungen in der Physiologie. 1916. Berlin.
2. Abderhalden, E. Physiologisches Praktikum. 1922. Berlin.
3. Verworn, M. Physiologisches Praktikum. 1912. Jena.
4. Tigerstedt, R. Physiologische Uebungen und Demonstrationen für Studierende. 1913. Leipzig.
5. Tigerstedt, R. Handbuch d. physiologischen Methodik. 1910 1911. ეს არის მრავალტომიანი სახელმძღვანელო. სადაც ფიზიოლოგიის თვითეული დარგის მეთოდიკა სათანადო სპეციალისტის მიერ არის დაწერილი.
6. Pembrey, M. Practical physiology 1910. London.
7 Бурдон-Сандерсон, Фостер и Бринтон. Практический курс физиологии. Перевод с английского языка. 1886 г. რუსულ ენაზე სხვა რომელიმე უფრო ახალი და ღირს შესანიშნავი პრაქტიკუმი არ მოიპოვება.
8. ბაყაყის ანატომის შესასწავლად სარგებლობენ Ecker და Wiedersheim'ის სამტომიან წიგნს გერმანულ ენაზე: „Anatomie des Frosches". 1896. Braunsch. სხვა ენაზედ ამნაირი ღირს შესანიშნავი წიგნი არ არსებობს.

II

კუნთოვანი სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგია.

1. ზოგადი ცნება კუნთის ავებულების შესახებ.

კუნთების კლასიფიკაცია. კუნთოვანი სისტემა შესდგება ორნაირ კუნთებისაგან—გარდიგარდმო ზოლიანი და სადა ანუ წყლტუ კუნთებისგან. გარდიგარდმო ზოლიანი კუნთები აწარმოებენ ჩონჩხის მოძრაობას; ამიტომ ამ კუნთებს ჩონჩხის კუნთებს უწოდებენ. გარდიგარდმო ზოლიან კუნთისაგან შესდგება აგრეთვე გული, საყლაპავი მილის წინა ან ზედა ნაწილი და ზოგიერთი სხვა ნაწილები, რომელთაც ჩონჩხთან კავშირი არა აქვთ. გარდიგარდმო ზოლიან კუნთს სხვანაირად ნებითს უწოდებენ, რადგან მათი ამოქმედება შეიძლება მოხდეს ჩვენი ნების გავლენით. გული და საყლაპავი მილი აქაც გამონაკლისს შეადგენს, რადგან თუმცა ესენი გარდიგარდმო ზოლიან კუნთისაგან შესდგებიან, მიუხედავად ამისა არ ემორჩილებიან ჩვენს ნება-ყოფლობას.

წყლტუ კუნთი ემსახურება ყველა დანარჩენ მამოძრაველ ორგანოებს. იგი წარმოადგენს ამ ორგანოების კედელთა მთავარ მასას: საჭმლის მომნელებელი მილისა, სისხლის ძარღვებისა, გარეგანი სეკრეციის ჯირკველთა სადინარების და რეზერვუარებისა, ფილტვების საჰაერო გზებისა. მასზეა დამოკიდებული თმის, ფრთის და სხვათა მოძრაობაც. წყლტუ მუსკულატურა სხვანაირად უნებლიოთ იწოდება, ვინაიდან იგი არ მოდის მოქმედებაში ჩვენი ნების მიერ.

გარდიგარდმო ზოლიანი კუნთის უჯრედის მიკროსკოპიული ავებულება. კუნთის ძირითად მორფოლოგიურ ელემენტს —უჯრედს **კუნთის ბოჭკო** ეწოდება, რადგან იგი ბოჭკოსავით წვრილი და გრძელია. მისი სიგრძე ადამიანის კუნთში 5,3-დან 9,8 სანტიმეტრამდე აღწევს, ხოლო სისქე 10—100 მიკრონს (მილიმეტრის მეათასედი) უდრის. ბაყაყის ზოგიერთ კუნთებში და საერთოდ ზოგიერთ მოკლე კუნთებში თვითეული ბოჭკო განეწყობა კუნთის ერთი ბოლოდან მეორემდე კუნთის მთელი სიგრძის გასწვრივ.

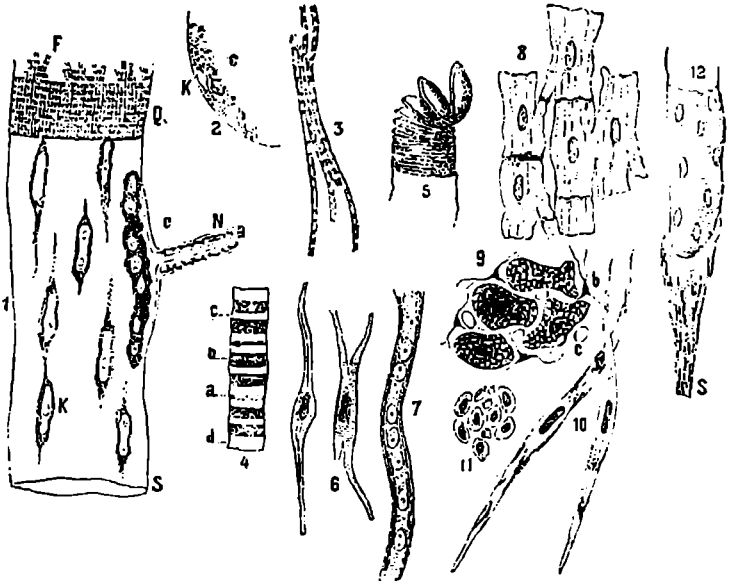
თეითეული ბოჭკო გახეეულია მინისებრ გარსში, რომელსაც **სარკოლემას** უწოდებენ. წებოსებრი ნივთიერებით ბოჭკოები ერთი ერთმანეთს ეკვრიან.

გარდიგარდმო ზოლიანი კუნთის ბოჭკო შეიცავს თავისებურ პროტოპლაზმატიურ და ფიბრილოვან ნივთიერებას. ამ პროტოპლაზმატიურ ნივთიერებას **სარკოპლაზმას** უწოდებენ.

სარკოპლაზმა მთლიანად ცოცხალ ნივთიერებას არ ეკუთვნის. ცოცხალი პროტოპლაზმატიური ნივთიერება წარმოადგენს მხოლოდ სარკოპლაზმის ერთ ნაწილს. ამ ნივთიერებას ნერვის დაბოლოვების ფარგლებში ბადისებრი სახე აქვს [ბ უ კ ე (1)]. მეორე მისი ნაწილი რთული შემადგენლობის მკვდარ ნივთიერებათა წყლის ხსნარს ეკუთვნის. ეს სითხე ჯერ ერთი სხვადასხვა ნახშირ წყლებს და მათ დაშლის პროდუქტებს შეიცავს, როგორც დექსტრინი, მალტოზა, გლუკოზა, რძის მჟავა, ხორცის მჟავა. რთული ნახშირწყალი, როგორც გლიკოგენი, იმავე სითხეში მარცვლების სახით არსებობს. შემდეგ ხსენებულ სითხეში გახსნილია ცილების სხვადასხვა დაშლის პროდუქტები: როგორც კრეატინი, ჰიპოქსანტინი, შარდმანი, კარნოზინი, ალანინის და ჰისტიდინის დიპეპტიდი, ნუკლეინის მჟავა, რომელიც დაშლისას იძლევა ფოსფორ მჟავას, ჰიპოქსანტინს და პენტოზას. ცხიმებიდან აქ მოიპოვება უცელელი ცხიმის მარცვლები, შემდეგ ცხიმის მსგავსი ლიპოიდები: ლეციტინი და ქოლესტერინი. ამაეე წყლის ხსნარში გახსნილია სხვადასხვა მარილები: ნახშირ, ფოსფორ და მარილ- მჟავეების ნატრიუმის, კალიუმის, კალციუმის და მაგნიუმის მარილები. ამას გარდა სარკოპლაზმას მრავლად მოეპოვება სხვადასხვა მარცვლოვანი ნივთიერება ეგ. წოდ. **სარკოზომები.** მეტადრე ბევრია ასეთი მარცვლები მწერთა კუნთებში. ეს მარცვლები, ზოგიერთა აზრით, ცოცხალი ნივთიერების დიფერენციაციულ ნაწილაკებს უნდა წარმოადგენდეს. სარკოზომის მოცვანილობა სხვადასხვა ცხოველებში სხვადასხვანაირია. მაგრამ იგი ცვალებადობს აგრეთვე თეითეულ უჯრედში მისი მოქმედების ერთი ფაზიდან მეორეში. სარკოზომები განეწყობიან ფიბრილთა შუა ვიწრო ნაპრალებში.

კუნთის ფიბრილები, **მიოფიბრილად** წოდებულნი, განეწყობიან კუნთის ბოჭკოს გასწვრივ ერთი ბოლოდან მეორემდე. მათი სისქე მეტად მცირეა 1– 1,7 მიკრონი. მათ აქვთ ძალიან რთული აგებულება. თეითეული მათგანი წარმოადგენს სრულიად ერთნაირი ცილინდრული ელემენტებისგან შემდგარ კოლონას. თეითეული ელემენტის სიმაღლე 2– 2,8 მიკრონს უდრის. როგორც მე-23 სურათზეა ნაჩვენები, საშუალო ფენა უფრო ბნელია და უფრო მძლავრად გასტეხავს სინათლეს (სურ. 23, 4 b). იგი ანიზოტროპიული ნივთიერებაა ე. ი. სინათლის შუქს ორად გასტეხს. ამ ბნელი ფენის ორივე მხარეზე მდებარეობს ნათელი ფენა იზოტროპიული ე. ი. მარტივ გამტეხელი ნივთიერებისა (4 d). იქ სადაც ერთი ელემენტი ეხება მეორეს, მოსჩანს ერთი მოსაზღვრე ფენა წვრილი ხაზის სახით (4 a). ზოგიერთი ცხოველების კუნთში, მაგ. მწერებისაში, ბნელი ფენა არ არის ჰომოგენური: მისი ცენტრალური ნაწილი ნათელია და იზოტროპიულს ეკუთვნის (Brücke [1]), Engelmann [2]). რადგან ყველა მიოფიბრილებში ბნელი და ნათელი ფენების მორიგეობა თანაბრად სწარმოებს, ამიტომ კუნთის ბოჭკოს გარდიგარდმო მოხაზულება ეტყობა. მხოლოდ ზოგიერთ ეგ. წოდ. წითელი კუნთის

ბოკკოებში მიოფიბრილების ბნელი და ნათელი ფენები ისე თანაბარად არ მორიგეობენ, რომ სრული გარდი-გარდმო დახაზულება წარმოიშოს.



სურ. 23.

კუნთის ქსოვილის ჰისტოლოგია. 1. გარდი-გარდმო ზოლიან კუნთის ბოკკო: S—სარკოლემა; Q—გარდიგარდმო დახაზულება; F—ფიბრილები, რომელნიც სიგრძის დახაზულებას იძლევიან; K—კუნთის ძაფის ბირთვები; N—მამოძრავებელი ნერვული ბოკკო, რომელიც მამოძრავებელ საბოლოო ფირფიტას წარმოქმნის (გვერდითი შეხედულება) (Kühne). იგი ბირთვიან პროტოპლაზმატიურ ფენაში სძევს. 2. გარდი-გარდმო ნაკვეთის ნაწილი გარდი-გარდმო ზოლიან კუნთისა Cohnheim'-ის ელებით (C); K—კუნთის ბირთვი, რომელიც სარკოლემის საზღვარზეა. 3. განცალკევებული ფიბრილები გარდი-გარდმო ზოლიანი ბოკკოსი. 4. ფიბრილის ელემენტები მწერის კუნთისგან, ბევრად გადიდებული: a Krause—Amici-ს ხაზი, რომელიც განსაზღვრავს კუნთის ელემენტებს,—b ბნელი ორად გამტეხელი ანუ ანიზოტროპიული ნივთიერება,—c Hensen'-ის ხაზი,—d ერთსელ გამტეხი ანუ იზოტროპიული ნივთიერება. 5. გარდი-გარდმო ზოლიანი კუნთის ბოკკო დაშლილი დისკოებად. 6. ბაყაყის გულის გარდი-გარდმო ზოლიანი უჯრედები- ბოკკები. 7. ზოლიანი კუნთის ბოკკოს ჩასახვა სამი თვის ადამიანის ემბრიონში. 8. ბადისებური შეერთება ბაყაყის გულის კუნთის უჯრედებისა. 9. გულის კუნთის გარდიგარდმო ნაკვეთის პირი: a კაპილიარები, b შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედები. 10. კუნთის ბოკკოები. 11. წყლუ კუნთის ბოკკოების გარდი-გარდმო ნაკვეთის პირი. 12. გარდი-გარდმო ზოლიანი კუნთის ბოკკოები მათი მყესით (S), რომელიც ბოკკოს ჩამოშორებია (Lamblois-სი).

ჰიურტლეს ახალი გამოკვლევებით ცოცხალი სრულიად დაუზიანებელი კუნთის ბოკკოს (hydrophilus) მიოფიბრილები მხოლოდ ორ მორიგე ფენისაგან შესდგება: ერთხელ გამტეხელი (საშუალოდ 0,7 მიკრ. სისქისა) და ორად გამ-

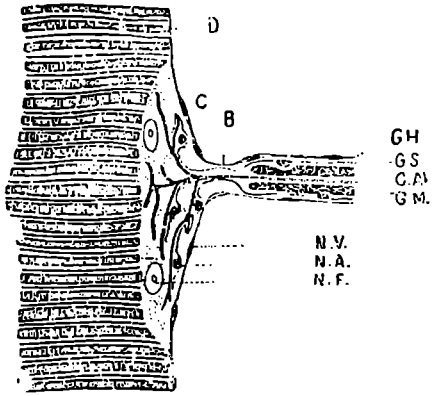
ტეხელისგან (საშუალოდ 5.1 ნიკ. სისქისა). უფრო გართულებული სტრუქტურა მისი ამრავალ[illegible] ტიპიური არაა. იგი კუნთის ბოკკოს ჰისტოლოგიურ დაბუშვებებზე [illegible] ოთხ დამოკიდებული [illegible]).

[illegible]ლები ხელსაწყლიანი ცხოველების კუნთის ბოკკოებში სარკოლემის ქვეშ [illegible]ალი [illegible] [illegible]ებ. [illegible]ეული მარგანი გახვეულია სარკოპლაზმაში (სურ. 23. [illegible] და [illegible] სურ. 24 და 25). უმდაბლეს ხერხემლიან ცხოველებში, როგორც [illegible]ტიები და ფრინველები, და აგრეთვე მწერებისაში ბირთვები განეწყობიან [illegible]ოკკოს ღერძის გასწვრივ მიოფიბრილთა შორის.

მამოძრავებელი ნერვი და მისი დაბოლოვება კუნთის უჯრედში. მამოძრავებელი ნერვის [illegible]ეული ბოკკო რამდენჯერმე იტოტ[illegible]ება კუნთში, [illegible] [illegible] [illegible] კუნთის უჯრედს. თვითეული კუნთის უჯრედი იღებს [illegible] [illegible] [illegible] ტოტს მაინც. ადამიანის თვალის კუნთში სამ ნერვულ ბოკკოს [illegible] [illegible] კუნთის ბოკკო [illegible]. სხვა კუნთებში კიდევ 40 83 კუნთის [illegible]ოკკო [illegible] [illegible] ნერვულ ბოკკოს (ძაღლი). ნერვული ტოტი [illegible] კუნთის ბოკკოში [illegible] [illegible] [illegible]

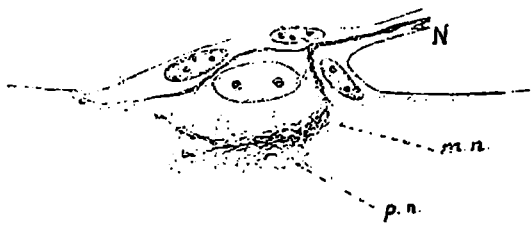
წყლტუ კუნთის ბოჭკოები არ ეწებებიან ერთმანეთს. ისინი უკავშირდებიან ერთიერთმანეთს უჯრედული მორჩებით. თვითეული უჯრედი იძლევა რამდენიმე მორჩს. რომლითაც იგი სხვა მეზობელ კუნთის უჯრედებს უერთდება. (კულჩიცკი [5]), Boheman [6]).

წყლტუ კუნთის უჯრედში მამოძრავებელი ნერვული ბოჭკო აგრეთვე წარმოშობს ნეიროფიბრილიარულ წნულს ანუ ბადეს. ამით ეს წნული კუნთის სარკოპლაზმატიურ ბადეს უკავშირდება (Boeke [7]).



სურ. 24.

ნერვული დაბოლოვების სქემა. GH—ჭენლეს გარსი; GS შვანის გარსი; GM—მიელინის გარსი; CA—ლეოძის ცილინდრი; B—ის ადგილი, სადაც მიელინის გარსი წყვეტილია; C ნერვის დაბოლოვება; NV NA. NF სამნაირი ბირთვები მასში; D კუნთის ბოჭკო. (Dilwall-ისა მაქსიმოვის სახელმძღვანელოდან).



სურ. 25.

ნორმალური ნერვული მამოძრავებელი დაბოლოვება ღამურას ჩონჩხის კუნთის ბოჭკოში. pn-პერითერმინალური (სარკოპლაზმატიური) ბადე; N—ნერვული ბოჭკო. რომელიც იტოტვება და ნეიროფიბრილიარულ (უფრო გაშავებულია, ვიდრე პერითერმინალური) ბადეს m. n. წარმოშობს (Boeke).

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. J. Boeke, Brain. 1921, ტ. 44, გვ. 1; Erg. Phsyol. 1921, 19. 448.
2. Th. W Engelmann, Pf. Ar. 1873, 7, 155; 1878, 18, 1; 1880, 23,571.
3. K. Hürthle. Pf. Ar.. 1909, 126, 1.
4. Er. Adguhr. An. Anz. 1919, 52, 273.
5. N. Kultschizky. Biol. Zent.. 1888, 572.
6. Boheman. An. Anz 1894, 10, Nr. 10.
7. J. Boeke, Proceed· Royal Acad. of. Sc. Amsterdam Jan. 1915.
8. ბერიტაშვილი. იე. Pfl. Ar. 1924. 205. 455.

2. აგზნებულება, როგორც კუნთის ქსოვილის მთავარი თვისება.

ზოგადი ცნება აგზნებულების, აგზნების და გაღიზიანების შესახებ. აგზნებულებას უწოდებენ ცოცხალი ქსოვილის იმ თვისებას, რომლის მეოხებით ცოცხალი ქსოვილი გარეგან ზეგავლენას განსაზღვრული მოქმედებით უპასუხებს. ცოცხალი კუნთის ქსოვილი ამ თვისების გამო გარეგან ზეგავლენას შეკუმშვით უპასუხებს. კუნთში მოქმედების გამოწვევა დამოკიდებულია ერთგვარ ფიზიკო-ქიმიურ პროცესზე, რომელსაც გარეგანი ზეგავლენა კუნთის უჯრედში არსებულ აგზნებად ნივთიერებაში იწვევს, ამ ფიზიკო-ქიმიურ პროცესს უწოდებთ **აგზნებას**: იმ გარეგან ზეგავლენას კი, რომელიც აგზნებას იწვევს, **გაღიზიანებას**. ეს გარეგანი ზეგავლენა ანუ გაღიზიანება წარმოადგენს პასიურ ფიზიკო-ქიმიურ ცვლილებას სარკოპლაზმის სითხის შემადგენლობაში. აგზნებადი ნივთიერების ცვლილება ანუ აგზნების პროცესი უშუალოდ ამ პასიურ ფიზიკო-ქიმიურ ცვლილებაზეა დამოკიდებული. თვით ის გარეგანი აგენტი, რომელიც აღნიშნულ პასიურ ცვლილებას იწვევს, იწოდება **გამაღიზიანებელ ძალად** (Mangold ').

კუნთის ქსოვილის გამაღიზიანებელნი. კუნთის ქსოვილი ნორმულად ღიზიანდება იმ აგზნების პროცესის მიერ, რომელიც მას აღწევს მამოძრავებელი ნერვის საშუალებით. მაგრამ იგი ღიზიანდება აგრეთვე მაშინაც, თუ რომ მასზე ხელოვნურად რომელიმე გარეგანი ძალით ვიმოქმედებთ: ქიმიური ნივთიერებით, სითბოთი, ელექტრობით და სხვ.

ქიმიურ ნივთიერებას შეუძლიან გამოიწვიოს აგზნება, თუ რომ იგი საკმარისად სწრაფად შედის კუნთის უჯრედში და აქ მის პროტოპლაზმატიური ბადის უჯრედებში არსებულ ორგანიულ ნივთიერებათა ხსნარში სწრაფ ცვლილებას გამოიწვევს. ასე მოქმედებენ მრავალი არაორგანიული და ორგანიული მჟავეები, ტუტეები, მარილები, გაზები, სპირტები და სხვა. ისეთი ნივთიერებათა ხსნარები, რომელთაც არ შეუძლიანთ გამოიწვიონ კუნთის შემადგენლობაში არსებითი ცვლილება, ცხადია კუნთს არ გააღიზიანებენ. ასეთია სხვათა შორის საკმელი მარილის (NaCl) ეგ. წოდ. ფიზიოლოგიური ხსნარი, რომელიც იხმარება ფიზიოლოგიურ ლაბორატორიებში ამოკრილ ცოცხალ ქსოვილთა ფიზიოლოგიური მოქ-

მედების უნარიანობის დასაცველად. ბაყაყის და საზოგადოთ ცივსისხლიან ცხოველთა ქსოვილთათვის ხმარობენ 0,7%-იან ხსნარს, თბილსისხლიან ცხოველთათვის კი 0,9%-იანს. ამ ხსნარებს ღებულობენ იმიტომ, რომ მათი ოსმოსური წოლა აღნიშნულ ცხოველთა სისხლის ან ლიმფის მარილთა ხსნარების წოლას უდრის. ცოცხალი ქსოვილის ოსმოსური წოლა დაცული იქნება ასეთ ხსნარში ჩადებისას. ფიზიოლოგიური ხსნარი მარტო იმიტომ არ არის ცოცხალი ქსოვილის დამცველი ინდიფერენტიული სითხე, რომ იგი იზოტონიურ ხსნაოს წარმოადგენს. მთავარი მნიშვნელობა აქვს იმ გარემოებას, რომ ეს ხსნარი ნატრიუმის იონებს შეიცავს, რაც აუცილებლად საჭიროა კუნთის ქსოვილების ცხოველმყოფელობის დასაცავად, (Overton [2]). ასეთივე მნიშვნელობა აქვს მხოლოდ ლიტიუმის იონებს. სხვა მარილების ან რომელიმე ნივთიერების იზოტონიურ ხსნარებს ასეთი უნარი არა აქვთ. მაგ. ლერწმის შაქრის იზოტონიური ხსნარი (6%) არ დაიცავს კუნთის ცხოველყოფელობას. საკმარისია ამ ხსნარს მიუმატოთ სულ ცოტა ნატრიუმის იონები, არა ნაკლებ 0,1%-ისა, რომ ასეთმა ხსნარმა ფიზიოლოგიური ხსნარის მსგავსად იმოქმედოს (Overton [2]).

კუნთის ქსოვილის და საერთოდ ცოცხალი ქსოვილის საუკეთესოდ ცხოველმყოფელობის შესანახად ხმარობენ ისეთ ხსნარს, რომელიც ზედმიწევნით მიემსგავსება სისხლის პლაზმას არა მარტო თავის ოსმოსური თვისებით, არამედ აგრეთვე თავისი ქიმიური შემადგენლებით. ასეთია რინგერის მიერ მომზადებული ხსნარი, რომელიც შეიცავს ყველა იმ მარილებს და იმ რაოდენობით. როგორათაც საზოგადოთ ცივსისხლიანთა სისხლი ან და ლიმფა. სახელდობრ, რინგერის ხსნარი შეიცავს 6,0 NaCl, 0,05. KCl, 0,1 $CaCl_2$ და 0,1 $NaHCO_3$ ერთ ლიტრა მოხდილ წყალზე. თბილსისხლიან ცხოველებისთვის ანალოგიური ხსნარი პირველად ლოკემ მოამზადა. იგი შეიცავს 9,0 NaCl, 0,25 KCl, 0,25 CaCl, 0,2 $NaHCO_3$ და აგრეთვე 0,1 გრამ დექსტროზას ერთ ლიტრა მოხდილ წყალზე. ხმარობენ აგრეთვე სხვა ხსნარებსაც, რომელნიც უფრო ახლოს არიან სისხლის პლაზმასთან (Hedon, Tirode-ს ხსნარი) ისინი შეიცავენ აგრეთვე $MgCl_2$ და $NaHPO_4$.

ტემპერატურა მოქმედობს კუნთის ქსოვილზე გაღიზიანებით, თუ რომ გათბობა ან გაცივება სწრაფად სწარმოებს. ხოლო სითბომ არ უნდა გადაამეტოს 45°C-ს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ცოცხალი ნივთიერება მოკვდება.

მექანიკური ზეგავლენა კუნთზე: დარტყმა, სწრაფი გაჭიმვა აგრეთვე იწვევს აგზნებას. თანდათანობით გაჭიმვა ან დაწოლა კუნთს არ აღიზიანებს.

გალვანური დენის გამაღიზიანებელი მოქმედება უკვე მეთოდიკაში იყო აღნიშნული. ინდუქციური დენის გამაღიზიანებელი მოქმედება აგრეთვე მეთოდიკაში საკმარისად დაწვრილებით იყო აწერილი.

კუნთის საკუთარი აგზნებულება. ნორმული კუნთი შეიცავს მამოძრავებელ ნერვულ ბოჭკოებს. ამ ნერვულ ბოჭკოებსაც აქვთ აგზნებულების თვისება. ამიტომ ნორმული კუნთი რომ გავაღიზიანოთ, იგი შეიძლება ამოქმედდეს ნერვის გაღიზიანების გამო და არა იმიტომ რომ თვით კუნთის აგზნებადი ნივთიერება გაღიზიანდა. რომ კუნთს აქვს თავისი საკუთარი აგზნებულება და

მისი ამოქმედებისათვის არაა საჭირო ნერვის გაღიზიანება, ბევრნაირად შეიძლება იყოს დამტკიცებული.

1. ზოგიერთ კუნთში არის ისეთი ნაწილები, რომელიც მამოძრავებელ ნერვებს არ შეიცავენ. მიუხედავად ამისა ასეთი ადგილები გაღიზიანებას აგზნებით უპასუხებენ. იყო მაგ. ნაპოვი, რომ ბაყაყის sartorius-ის დისტალური და პროქსიმალური ბოლო მამოძრავებელ ნერვებს არ შეიცავენ, მაგრამ მათი მექანიკური გაღიზიანება შეკუმშვას იწვევს (Kühne [3]).

2. ცხოველს რომ გადუჭრათ რომელიმე მამოძრავებელი ნერვი, რამდენიმე დღის ან კვირის შემდეგ ამ ნერვის პერიფერიული ნაპერი გარდიშვება, იგი ჰკარგავს ყველა სასიცოცხლო ფუნქციებს. ამ ნერვის ნაპერის გაღიზიანება არავითარ ეფექტს არ იძლევა. ამავე დროს თვით კუნთის გაღიზიანება შეკუმშვას იწვევს (Brown-Sequard [4]), Bidder [5]).

3. არსებობს ისეთი ნივთიერება, რომელიც ნორმულ კუნთზე ისე მოქმედობს, რომ კუნთს უკარგავს უნარს შეიკუმშოს ნერვის გაღიზიანების საპასუხოთ. ამავე დროს კუნთი იკუმშება, თუ იგი პირდაპირ ღიზიანდება. ასე მოქმედობს სხვათა შორის მაგნეზიუმის იონები (Wiechman [6]).

4. კუნთის ქსოვილის ნერვიდან დამოუკიდებელი მოქმედების გამოსაკვლევად საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენს კუნთის კურარეთი მოწამვლა. ეს შხამი ალკოლოიდების რიგიდან მაგნეზიუმის მსგავსად მოქმედობს. კურარეთი მოწამვლის შემდეგ ნერვის გავლენა კუნთზე ისპობა. პირდაპირი გაღიზიანების უნარი კი მას ენახება (Kühne [7], Cl Bernard [8]).

კ უ რ ა რ ე ს ფ ი ზ ი ო ლ ო გ ი უ რ ი მ ო ქ მ ე დ ე ბ ა. პირველად ფრანგმა კ ლ ო დ ბ ე რ ნ ა რ დ ა (Cl. Bernard) შეისწავლა (1857 წ.), შემდეგ კ ი უ ნ ე მ (1860 წ.). მათ ის ახრა გამოსთქვეს, რომ კურარეს 1" ₀-იანი ხსნარი თვითონ კუნთის ბოკკოებზე კი არ მოქმედობს, არამედ მამოძრავებელი ნერვის დაბოლოვებაზე. მათ ეგონათ, რომ კურარე იწვევს ამ დაბოლავებათა სიდამბლეს, მოქმედების უნარის დაკარგვეს. მათ იცოდნენ, რომ თვითონ ნერვის ბოკკოზედ კურარე არ მოქმედობს. კურარე რომ საკუთრად მამოძრავებელ ნერვს წაუსვათ, ამით მას არ ევნება რა. წასმის შემდგომ იგი ისევე ღიზიანდება, როგორც წასმამდე. ამნაირად, ის მოვლენა, რომ მამოძრავებელი ნერვის გაღიზიანება არ იწვევს დაკურარევებული კუნთის აგზნებას, ბსნიჯნენ იმით, რომ კურარეს გამო ნერვის დაბოლოვებანი გამტარებლობას მოკლებული არიან. მაგრამ შემდეგში აღმოჩნდა, რომ კურარე პირდაპირ კუნთის აგზნებად ნივთიერებაზედ მოქმედობს. მცირე დოზა აგზნებულებას კუნთის ბოკკოებში მხოლოდ იმ ალაგას დასწევს, სადაც ნერვი ბოლოვდება, ე. ი. სადაც პერითერმინალური ბადე მოიპოვება. კუნთის ბოკკოს სხვა ალაგებში აგზნებულება კი უცელელი რჩება (Langley 9. Keith Lucas 10). თუ კიდევ კურარეს დოზა ცოტად თუ მეტათ დიდია, მაშინ იგი აგზნებულებას ამცირებს მთელ კუნთის ბოკკოში. აგზნებულება დაიწევს მით უფრო ძლიერ, რაც უფრო დიდია ამ შხამის დოზა (Pollitzer 11, Edström 12). ერთნაირი დიდი დოზის გაელენით შეიძლება სრულიადაც მოისპოს კუნთის აგზნებულება პირდაპირ გაღიზიანების მიმართ. ამნაირათ, კ უ რ ა რ ე თ ი ს უ ს ტ ი მ ო წ ა მ ე ლ ი ს დ რ ო ს კ უ ნ თ ი ს ა გ ზ ნ ე ბ უ ლ ე ბ ა მ ც ი რ დ ე ბ ა პ ი რ ვ ე ლ ა დ ყ ო ე ლ ი ს ა ნ ე რ ვ ი ს დ ა ბ ო ლ ო ვ ე ბ ი ს ფ ა რ გ ა ლ ში. ა მ ი ს დ ა მ ი ხ ე დ ვ ი თ კ უ ნ თ ი ჰ კ ა რ გ ა ვ ს ნ ე რ ვ ი ს ს ა შ უ ა ლ ე ბ ი თ ა გ ზ ნ ე ბ ი ს უ ნ ა რ ს. ამ დროს აგზნებულების ნორმა კუნთის სხვადასხვა ნაწილში პირდაპირ გაღიზიანების მიმართ არავითარ ცვლილებას არ განიცდის. ეს უ ნ ა რ ი დ ა ი წ ე ვ ს, რ ო ც ა შ ხ ა მ ი ს დ ო ზ ა შ ე დ ა რ ე ბ ი თ დ ი დ ი ა, დ ა ი გ ი ს რ უ ლ ი ა დ ი ს პ ო ბ ა, რ ო დ ე ს ა ც ხ მ ა რ ე ბ უ ლ ი შ ხ ა მ ი ს დ ო ზ ა გ ა დ ა მ ე ტ ე ბ ი თ კ ა ო ბ ი ა.

კ უ ნ თ ი ს რ ო მ ე ლ შ ე მ ა დ გ ე ნ ე ლ ნ ა წ ი ლ ს ე კ უ თ ვ ნ ი ს ა გ ზ ნ ე ბ უ ლ ე ბ ი ს თ ვ ი ს ე ბ ა? ზევით აღვნიშნეთ, რომ კუნთის შემადგენლობაში

სარკოპლაზმა და შემკუმშველი ნივთიერება შედის. უნდა გავითვალისწინოთ, აქვს თუ არა ორივე ამ ნაწილს აგზნებულობის თვისება. ლ ე ნ გ ლ ი ს 1906 (Langley [10]) და სხვათა მეცნიერთა ნაშრომიდან სჩანს, რომ აგზნებულობის თვისება მხოლოდ სარკოპლაზმას ანუ უფრო ნაკლებად მის ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს აქვს, რომელსაც ლ ე ნ გ ლ ი მ **მიმღები ნივთიერება** (receptive substance) უწოდა. მიმღები ნივთიერების ჰისტოლოგიური აგებულობა რამდენადმე განსხვავდება დანარჩენ სარკოპლაზმისგან: მას ბადისებური სახე აქვს და თითქოს სარკოპლაზმის ჩონჩხს წარმოადგენს. ჰისტოლოგი ბ უ კ ე (1911 -1921) ასე ახასიათებს ამ ნივთიერებას ([11]): ხშირად ცოტად თუ ბევრად ბადისებური აგებულება მოსჩანს იმ სარკოპლაზმაში, სადაც ნერვის ნეიროფიბრილური წნულია. სარკოპლაზმატიური ბადე პირდაპირ ამ წნულის გაგრძელებას წარმოადგენს. იგი აქ არის განვითარებული ყველაზე უფრო მეტად. ნერვის დაბოლოვებიდან მოშორებით იგი თანდათან მკორდება. სარკოპლაზმატიური ბადე იშვიათ შემთხვევაში მოსჩანს ნერვის დაბოლოვებიდან მოშორებით (ტაბ. 25). ეს ბადე თუ ერთის მხრით ნეიროფიბრილებს უკავშირდება, მეორე მხრით უკავშირდება მიოფიბრილების ანიზოტროპიულ ნივთიერებას. აქ იგი თავდება უწვრილესი ბადის სახით. ბ უ კ ე ამ ბადეს პროტოპლაზმის დიფერენციაციის ნაყოფად სთვლის და მას **პერიფერიმინალურს** უწოდებს. მისი აზრით სარკოპლაზმატიური ბადე ლ ე ნ გ ლ ი ს მიერ აღნიშნულ მიმღებ ნივთიერებას უნდა წარმოადგენდეს. მის საშუალებით, მაშასადამე, იგი უნდა მიმღებლობდეს ნერვულ აგზნებას და მის საშუალებით უნდა ვრცელდებოდეს კუნთის საკუთარი აგზნება კუნთის ბოჭკოს ფარგლებში. კუნთის აგზნება პირდაპირი გაღიზიანების საპასუხოთ აგრეთვე ამ სარკოპლაზმატიური ბადის ფუნქციას უნდა შეადგენდეს. ეს პირდაპირ გამომდინარეობს ლ ე ნ გ ლ ი ს დაკვირვებიდან დენრევულ კუნთზე. ამას კარგათ ეთანხმება შემდეგი გარემოებაც: კუნთის საკუთარი აგზნებულება მუდამ უფრო მაღალია სწორეთ იმ ადგილებში, სადაც ნერვი ბოლოვდება, ე. ი. სადაც უფრო განვითარებული სარკოპლაზმატიური ბადე არსებობს (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი და ი ა შ ვ ი ლ ი [12]), აგრეთვე კუნთის აგზნების პროცესი უფრო ინტენსიურია ამ ალაგას, ვიდრე სხვაგან (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [13]).

ა გ ზ ნ ე ბ უ ლ ე ბ ი ს ხ ა რ ი ს ხ ი ს გ ა ნ ს ა ზ ღ ვ რ ა. ჩვენ ვთქვით, რომ აგზნებულება კუნთის მიმღები ნივთიერების თვისებაა, მაგრამ ეს თვისება მუდამ ერთნაირი როდია. იგი არამც თუ სხვადასხვანაირია სხვადასხვა მოდგმის ცხოველებზედ; იგი ერთნაირი არ არის ერთ და იმავე კუნთშიაც მისი სხვადასხვა ფუნქციონალურ მდგომარეობის დროს. მაგ., შესვენებული კუნთი უფრო მეტი აგზნებულების მქონეა, ვიდრე დაღლილი. 20° C-დან 40° C-მდე გათბობისას ბაყაყის კუნთის აგზნებულობა მატულობს. ამის ზევით გათბობისას აგზნებულება ეცემა; 45° C-ზე იგი სრულიად ისპობა. აგზნებულების ხარისხის გათვალისწინება ამნაირად შეიძლება: აიღებენ რომელიმე ნაკლებ გამაღიზიანებელ ძალას—ვთქვათ სუსტ ინდუქციურ კვეთებას და სცდიან მის მოქმედებას კუნთზე. თუ მან ეფექტი არ გამოიწვია, მის ინტენსივობას ცოტას უმატებენ და კიდევ სცდიან. ამნაირად მიაგნებენ იმ მცირე გარეგან ძალას, რომელიც უმცირეს

ეფექტს გამოიწვევს. ამ უმცირეს გაღიზიანებას ეწოდება **ზღურბლობრივი გაღიზიანება.** ზღურბლობრივი გაღიზიანების ინტენსივობა სწორეთ იმ ოდნობას წარმოადგენს, რომელიც აგზნებულების ოდნობის საზომად იხმარება.

რასაკვირველია, რაც უფრო მეტი იქნება კუნთის აგზნებულება, მით უფრო მცირე უნდა იყოს ზღურბლობრივი გაღიზიანების ინტენსივობა. როცა აგზნებულება რაიმე მიზეზით კლებულობს, ამის შესაფერისად საზღურბლე გაღიზიანება მატულობს; მაშინ ამბობენ ზღურბლმა იმატაო. პირიქით, როცა აგზნებულება აიწევს და საზღურბლე გაღიზიანება კლებულობს. მაშინ ეიტყვით ზღურბლმა იკლოვო.

დიუ ბუა რეიმონის გაღიზიანების კანონი. ყოველი გარეგანი ზე-გავლენა არ იწვევს აგზნებას. ე. ი. არ წარმოადგენს გაღიზიანების წყაროს. როდესაც გარეგანი არე ცოცხალ ქსოვილზედ დიდი თანდათანობით მოქმედობს, იგი არ აღიზიანებს. საკიროა, რომ გარეგანი ზედმოქმედობა იყოს სწრაფი, რომ მისი ინტენსივობა სწრაფად იცვლებოდეს ნულიდან, ან რომელიმე უმოქმედო ოდნობიდან, რომელიმე დიდ ოდნობამდე. მაშასადამე **აგზნებას გამაღიზიანებელის აბსოლუტური ძალა ან ოდნობა კი არ იწვევს, არამედ მისი ცვლილება ერთი რომელიმე ოდნობიდან მეორემდე: ამასთან გაღიზიანება მით უფრო ძლიერია, რაც უფრო სწრაფად ხდება აღნიშნული ცვლილება.** ამას უწოდებენ დიუ ბუა რეიმონის გაღიზიანების კანონს. ვინაიდგან იგი გამოჩენილმა ფიზიოლოგოსმა დიუ ბუა რეიმონმა წამოაყენა ([16]). თუ კუნთს მდუღარე ფიზიოლოგიურ ხსნარს დაკაწვეთებთ, იგი იკუმშება. თუ იგი თბილ ხსნარში ჩავდეთ და შემდგომ გავაცხელეთ თანდათანობით იმ წვეთის სითბომდინ, მაშინ იგი მოიხარშება სრულიად შეუკუმშველად. ასევე ხდება მაშინ. როდესაც გამაღიზიანებელად ელექტრულ ძალას ეიხმართ. / როდესაც მომქმედი ელექტრული დენი თანდათანობით მატულობს, მაშინ კუნთი არ ღიზიანდება. იგი მაშინ ღიზიანდება. თუ დენი სწრაფად იცვლება, როგორც, მაგ., დენის ჩაკეტვის ან გაღების დროს.

მაგრამ, ზოგიერთ შემთხვევაში აბსოლუტურ ძალასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს აგზნების გამოწვევაში, მაგ., როდესაც იგი მეტად დიდია. სუსტი განუწყვეტელი დენის ხმარების დროს აგზნებას მხოლოდ მისი ჩაკეტვა ან გაღება იწვევს: თუ ძლიერი დენი ეიხმარეთ, მაშინ აგზნება აგრეთვე მისი მიმდინარეობის დროს გამოიწვევა (Pflüger [21]). ეს ალბათ იმაზეა დამოკიდებული, რომ ქსოვილის გაღიზიანებულ უჯრედებში ძლიერი ქიმიური, თერმიული და ფიზიკური ცვლილებანი ხდება. რომელნიც თავის მხრივ აღიზიანებენ ცოცხალ ნივთიერებას. თუ კუნთის აგზნებულება დიდია შედარებით, მაგ. ხანგრძლივი გაცივების შემდეგ, მაშინ სუსტი განუწყვეტელი დენის გატარებასაც შეუძლიან გამოიწვიოს ტეტანური ეფექტი იმავე მიზეზით (von Frey [17]).

დიუ ბუა რეიმონის გაღიზიანების კანონს რამდენიმე შესწორება გაუკეთეს. არსებითი მნიშვნელობა აქვს იმ შესწორებას, რომელიც ბიდერმანმა ([18]) წამოაყენა. ცნობილია, რომ გამაღიზიანებელმა ძალამ განსაზღვრული დრო უნდა იმოქმედოს კუნთზე, რომ მან აგზნება გამოიწვიოს. **რაც უფრო მცირეა**

კუნთის და ხაზოგადოთ ცოცხალი ქსოვილის აგზნებულება, მით უფრო დიდ-ხანს უნდა იმოქმედოს გამაღიზიანებელმა ძალამ, ე. ი. მით უფრო ხანგრძლივი უნდა იყოს გარეგანი ძალის ცვალებადობა ერთი ოდნობიდან მეორემდე, რომ მან ეფექტი მოიცეს. მაშასადამე რომ გარეგანმა ძალამ გაღიზიანება მოახდინოს, არ არის მარტო ის საკმარისი, რომ გარეგანი ძალა ერთი ოდნობიდან მეორემდე სწრაფად შეიცვალოს; გარდა ამისა, დროსაც აქვს მნიშვნელობა. ეს ცვალებადობა განსაზღვრულ დროში უნდა სწარმოებდეს, რომ მან ეფექტი მოიცეს. მაგალითად, როდესაც კუნთის აგზნებულება კლებულობს ნარკოტიული ნივთიერების გაველენით, მაშინ გამაღიზიანებელი ძალის ხანგრძლივობას უნდა მოემატოს, რომ მან კუნთის შეკუმშვა გამოიწვიოს. აგზნებულება შეიძლება ისე დაეცეს, რომ ჩაკეტვის ინდუქციის კვეთება, როგორც გაღებისაზე უფრო ხანგრძლივი, უფრო მძლავრად იმოქმედებს, ე. ი. ჩაკეტვის ინდუქციის კვეთება უფრო მეტ კოქსა შეა მანძილზე იმოქმედებს, ვიდრე გაღებისა. აგრეთვე მამოძრავებელი ნერვის გადაკვრის შემდეგ, როდესაც კუნთი დეგენერაციას განიცდის, ე. ი. გარდიშვება, მაშინ გაღიზიანებისათვის საჭირო დრო ძალიან გრძელდება. (Gildemeister [17]). იმ მოკლე დროს, რომელიც აუცილებლად საჭიროა, რომ გამაღიზიანებელმა ძალამ იმოქმედოს და აგზნება გამოიწვიოს, **გ ი ლ დ ე მ ე ი ს ტ ე რ მ ა სასარგებლო დრო** უწოდა. როგორც აღვნიშნეთ, ეს სასარგებლო დრო უცველელ ოდნობას არ წარმოადგენს. იგი დამოკიდებულია ფიზიოლოგიურ პირობებზე, პირველად ყოველისა კუნთის აგზნებულებაზე. იგი მით უფრო გრძელია, რაც უფრო ნაკლებია აგზნებულება (Biedermann [18]). იგი დამოკიდებულია აგრეთვე ნივთიერებათა ცვლის სიცოცხლეზე ცხოველის მოდგმის მიხედვით, მაგ., ადამიანის m. biceps-ის სასარგებლო დრო 1—2 სიგმას უდრის, ბაყაყის m. gastrocnemius-ისა 3—7 სიგმას, გომბეშოს m. gastrocnemius-ისა 13 სიგმას, კიბოს გაზის კუნთისა 300 სიგმას (Lapique [20]).

სასარგებლო დრო დამოკიდებულია აგრეთვე ფიზიკურ გარემოებაზედაც. საბელდობრ, იმაზე, თუ რა სისწრაფით ცვალებადობს გამაღიზიანებელის ძალა კუნთზე მოქმედების დროს. რაც **უფრო სწრაფია გამაღიზიანებელი ძალის ცვლილება, მით უფრო მოკლეა მისი სასარგებლო დრო.** ამიტომ ელექტრული დენის ხმარებისას საზღურბლო გაღიზიანების სასარგებლო დრო პირდაპირ დამოკიდებულია იმაზე თუ რა სისწრაფით ცვალებადობს ელექტროდენი, როდესაც იგი კუნთზე მოქმედებს.

ვინაიდან ელექტროდენის გამაღიზიანებელი მოქმედება დამოკიდებულია ჯერ ერთი მისი ხანგრძლივობაზე და მერე მის ინტენსივობაზე, ამიტომ ხსენებული სასარგებლო დრო არ შეიძლება ჩაითვალოს ცოცხალი ქსოვილის ფუნქციური მდგომარეობის ან და მისი ნამდვილი ცხოველმყოფელობის გამომხატველად. ამ ბოლო დროს იყო შემუშავებული ლ ა პ ი კ ი ს მიერ ისეთი გაღიზიანების წესი, რომლის საშუალებითაც მიიღება ცოცხალი ქსოვილის ცხოველმყოფელობის საუკეთესოდ გამომხატველი სასარგებლო დრო. ამ წესით ჯერ უნდა იყოს ნაპოვი მუდმივი დენის ის მინიმალური ძალა, რომელიც ეფექტს იწვევს. ამ ძალას ლ ა პ ი კ მ ა **რეობაზა** უწოდა. შემდეგ ეს ძალა უნდა გაორდეს და

შის საშუალებით ნაპოვი იყოს სასარგებლო დრო. ამ დროს ლაპიკმა [20]) **ქრონაქსია** უწოდა. ლაპიკმა და მისმა მიმდევრებმა შეისწავლეს ამ მხრივ კუნთები მრავალნაირ ცხოველებზე მრავალნაირ ფიზიოლოგიურ მდგომარეობისას. თვითეულ კუნთს აღმოაჩნდა განსაზღვრულ პირობებში განსაზღვრული ოდნობის ქრონაქსია. ადამიანის კუნთის ქრონაქსია, მაგ., უდრის 0,0001—0,0007 წუთს, ბაყაყის კუნთისა—0,0033—0,0069 წუთს. როდესაც კუნთი დეგენერაციას განიცდის მამოძრავებელი ნერვის გადაკრის შემდეგ, ქრონაქსია მეტის-მეტად იზრდება, სახელდობრ, 0,01—0,07 წუთამდე. (ბერგინიონი [21]).

ქრონაქსია იმდენად დამახასიათებელია კუნთის ფუნქციონალური მდგომარეობისათვის, რომ იგი დღეს კლინიკაშიაც იხმარება ადამიანის დაავადებული კუნთის ცხოველმყოფელობის განსაზღვრელად.

ლაზარევის თეორია გაღიზიანების, აგზნების და აგზნებულების ბუნების შესახებ. თუ რას წარმოადგენს აგზნების პროცესი, რანაირ ფიზიკო-ქიმიურ პროცესს, ამის შესახებ არა ერთი თეორია იყო დამუშავებული. სანიმუშოთ მოვიყვან მხოლოდ ერთს, რომელიც ლაზარევს, რუსეთის გამოჩენილ ფიზიკო-ფიზიოლოგს ეკუთვნის[22]). მისი თეორია გამომდინარეობს ლიობის და ნერსტის ცნობილ გამოკვლევებიდან იონების ცოცხალ უჯრედებზე მოქმედების შესახებ და ამასთან ერთად ემყარება თავისსა და მის მოწაფეთა მრავალ გამოკვლევებზე.

თვითეული ცოცხალი ქსოვილი შეიცავს ცილოვან სტრომას, რომელშიაც აგზნებადი ნივთიერება შედის, და მარილთა განზავებულ ხსნარს. ეს მარილები რასაკვირველია დაშლილია იონებზე. როგორც იონები, ისე ცილები ატარებენ ელექტრობის ტვირთს და შეუძლიანთ გადაინაცვლონ ადგილი თუ რომ ორ ბეზობელ ადგილს მათი კონცენტრაცია ერთი და იგივე არ არის. რადგან ცილოვანი ნაწილაკების გადანაცვლება გაცილებით ნელა სწარმოებს, ვიდრე იონების, ამიტომ ასეთ პირობებში უპირველესად ყოველსა მარილთა იონების გადანაცვლება ხდება. ისინი იკრიფებიან ნახევრად გამპირველ აპკებთან და აქ იწვევენ აგზნებადი ნივთიერების ცვლილებას. და როგორც დღეს კარგად არის ცნობილი ეს ცვლილება ცილოვანი ნივთიერების დალექვაში უნდა მდგომარეობდეს. უკანასკნელი დასკვნა გამომდინარეობს შვარცის[23]) და ჰობერის[24]) გამოკვლევებიდან, რომელთაც შეადარეს იონების მოქმედება ცილოვან ნივთიერების ხსნარზე მათ ცოცხალ ქსოვილზე გამაღიზიანებელ მოქმედებასთან და სრული პარალელიზმი აღმოაჩინეს. ამნაირად ლაზარევის აზრით, აგზნების პროცესი აგზნებადი ნივთიერების პროტეინის დალექვაში უნდა მდგომარეობდეს, გაღიზიანება კიდევ. მაშასადამე, არის იონთა დაგროვება აგზნებადი ნივთიერების მოსაზღვრე ნახევრად გამპირველ აპკთან. ამ იონთა შორის უმთავრეს მნიშვნელობას კალიუმის და კალციუმის იონებს მიაწერენ: კალიუმის და საერთოდ ერთ ვალენტიანი იონების მოქმედებაზე უნდა იყოს დამოკიდებული პროტეინების დალექვა, მაშ. აგზნება, კალციუმს და საერთოდ ორვალენტიან იონებზე კიდევ პროტეინების დაცვა დალექვიდან ანუ აგზნების აღმოცენების განლება. მოსვენების დროს ერთსა და ორ ვალენტიან იონებს შორის ურთი ერთობა განსაზღვრულ რამეს წარმოადგენს. როდესაც ეს ურთიერთობა ირღვევა ერთვალენტიანი იონების კონცენტრაციის მომატებით, ე. ი. როდესაც $\frac{C_1}{C_2}$ (C_1 ერთვალენტიანი იონების კონცენტრაცია, C_2—ორვალენტიანებისა) რაიმე მიზეზით მატულობს განსაზღვრულ ოდნობამდე, მაშინ მხოლოდ აგზნებადი ნივთიერება აგზნებაში მოდის.

თვითონ პროტეინის დალექვის პროცესს შემდეგ მიზეზს უკავშირებენ. პროტეინი გახსნის დროს კოლოიდალურ სუსპენსიას წარმოადგენს. მისი ნაწილაკები სითხის მიმართ განიცდიან განსაზღვრულ ზედაპირის გაჭიმვას. ამ გაჭიმვის ოდნობა დამოკიდებულია თვითონ ნაწილაკების ელექტრულ ტვირთზე. როდესაც ხდება ამ ტვირთის ნეიტრალიზაცია, მაშინ ნაწილაკის ზედაპირული გაჭიმვა მატულობს, რის გამოც ზედაპირი მცირდება მოცულობის შეუცველად. ამ გარემოებისა გამო პროტეინი ვეღარ ჩერდება ხსნარში და ილექება.

პირველპირი ცდებით იყო დამტკიცებული, რომ კოლოიდის დალექვა სწორედ ისეთი იონებით იწვევა, რომელთა ტენირთის ნიშანი ეწინააღმდეგება კოლოიდის ტენირთის ნიშანს და ამის გამო უკანასკნელის ნეიტრალიზაცია ხდება.

ამ თეორიისთვის ძალიან მნიშვნელოვანია შემდეგი ფაქტი. კოლოიდის დალექვის სისწრაფე დამოკიდებულია სხვათა შორის იმაზე თუ რა სისწრაფით შეჰყავთ მარილის ხსნარი ე. ი. მოწინააღმდეგე ნიშნის იონები. რაც უფრო ცოტ-ცოტათი ემატება მარილი, მით უფრო მეტი რაოდენობა უნდა მოემატოს, რომ მივიღოთ სწორეთ ის საზღვრული კონცენტრაცია, რომელიც პროტეინის დალექვას გამოიწვევს. როგორც ცნობილია, სწორეთ ამის მსგავსად მოქმედებს გამალიზიანებელი აგენტი აგზნებად ნივთიერებაზე: რაც უფრო თანდათანობით იზრდება მისი ძალა, მით უფრო მეტ ფარგლებში უნდა შეიცვალოს ეს ძალა, რომ მან აგზნება გამოიწვიოს.

როგორც სემოთ გავეცანით, თანაბრად დიუბუა რეიმონის გალიზიანების კანონისა, აგზნებას იწვევს გარეკანი ძალის აბსოლუტური ოდენობა კი არა, არამედ მისი სწრაფი ცვალებადობა. ლაბარევის აზრით აგზნებას ანუ პროტეინის დალექვას იწვევს იონების შეჯგუფება ნახევრად გამკირავლ. აკის ერთ მხარეზე. თუ რომ მაგ. ცოცხალი ქსოვილით ელექტროდენს სწრაფად ჩაეკეტავთ, მაშინ ქსოვილში იონების სწრაფი გადანაცვლება მოხდება. ყველა იონები კათოდისკენ წავლენ. მაგრამ რადგან კალიუმის და სახოგადოთ ერთვალენტიანი იონები უფრო სწრაფად მოძრაობენ, ვიდრე ორვალენტიანი, როგორც კალციუმი და მაგნიუმი, ამიტომ კათოდზე მოიყრიან თავს პირველად ყოველივე ერთვალენტიანი იონები. ამას მოყვება კათოდზე პროტეინის დალექვა, მაშ., აგზნების გამოწვევა. ხოლო თუ ელექტროდენის ძალა ჩაკეტვისას თანდათანობით იცვლება, მაშინ იონების შეჯგუფება პოლიუსებზე არ ხდება ისეთი რაოდენობით, რომ პროტეინის დალექვა მოხდეს. ვინაიდან ნაწილი იონებისა დიფუზიის საშუალებით უჯრედიდან გარეთ გადის.

მექანიკური, ქიმიური და თერმიული გალიზიანების მოქმედებასაც ლაბარევი ინნაირადვე ხსნის, როგორც ელექტრული გალიზიანებისას. ცოცხალი ქსოვილის სწრაფი მოკვერა იმიტომ იწვევს აგზნებას, რომ მოკვერილ ადგილს ქსოვილის მოცულობა კლებულობს. რადგან სითხე ნახევრად გამკირავლ გარსშია მოქცეული, ამიტომ ამ გარსის საშუალებით გარეთ გამოდის წყალი და ზოგიერთი ინდიფერენტიული ნივთიერება. ამიტომ თვითონ უჯრედში მარილთა კონცენტრაცია მატულობს. ამ ადგილიდან იონები ისწრაფვიან გადვიდენ იქ, სადაც მოკვერა არ მოხდა. კალიუმის იონები ასწრობენ კალციუმისას და ამ მოკვერილი ადგილის მეზობლად კალციუმის იონთა აღმატებულ კონცენტრაციას ეღებულობთ. ხოლო როდესაც ქსოვილის მოკვერა თანდათანობით ხდება, მაშინ წყალი ნელნელა გამოდის მოკვერილ ადგილიდან და მარილებიც ისეთი თანდათანობით გადადიან ამ ადგილიდან მეზობელში, რომ მარილთა კონცენტრაცია ყველა ნაწილებში დაახლოებით თანაბარი რჩება. ამიტომაც თუ მექანიკური ზედმოქმედება თანდათანობითია, აგზნება არ იწვევა.

აგრეთვე ქიმიური ნივთიერება მხოლოდ მაშინ მოქმედებს ქსოვილზე როგორც გამალიზიანებელი ძალა, როდესაც იგი ამ სწრაფად შედის ქსოვილში და მით იწვევს იონთა სწრაფ ცვლილებას. სმირად მათი მოქმედება გამოიხატება წყლის სწრაფად წართმით, რის გამოც განსაზღვრულ ადგილს მარილთა კონცენტრაცია მატულობს. და ეს იწვევს იონთა გადაჯგუფებას დაზიანებულ ადგილიდან საღში. ერთვალენტიანი იონები იკრიფებიან მოსაზღვრე აკეებთან და აქ იწვევენ აგზნებას. სითბოს გამალიზიანებელი მოქმედებაც ამნაირივე ხასიათისაა. თუ გათბობა სწრაფად ხდება ერთ რომელიმე ადგილს, აქ ოსმოსური წნევა მატულობს გათბობისა გამო. ამას მოსდევს მარილთა დიფუზია გამთბარ ადგილიდან მეზობელში და ამასთან ერთად ერთვალენტიან და ორვალენტიან იონთა შორის ურთიერთობის დარღვევა.

საკულისსმო ლაბარევის აზრი იმის შესახებ თუ რას ნიშნავს აგზნებულების მომატება რომელიმე ზეგავლენის გამო. ერთვალენტიან იონთა დაგროვება როცა ხდება, აგზნება მაშინვე არ დაიწყება. საჭიროა თავდაპირველად, ვიდრე აგზნება მოხდებოდეს, იონების შეჯგუფება განსაზღვრულ კონცენტრაციამდე. მაშ. ვიდრე აგზნება მოხდებოდეს, იონთა შეჯგუფება აახლოვებს აგზნების გამოწვევის მომენტს და აი სწორეთ აგზნების გამოწვევის მომენტის დაახლოვება აგზნებულების მომატებას ნიშნავსო.

საკირეოთ არ მიმეჩნია ეარჩევა იმისა, თუ რამდენათ შესაძლებია ლაბარეკის მიერ დაშეშავებული აგზნების თეორია. ლაბარეკის აზრით ამ თეორიის თანახმად თითქმის ყველა მოვლენები შეიძლება იყოს საუკეთესოთ ახსნილი. მაგრამ მიუხედავათ ამისა მე მეგონა, რომ ეს თეორია ხელოვნურად არის შეკვნილი ანალოგიების საშუალებით. ამასთან გვლახდილად შეიძლება ითქვას, რომ ბოლოს და ბოლოს ასეთი თეორიით სარგებლობა არსებითად ანალოგიის შეკვემატებს რომელიმე ფიზიოლოგიური მოვლენის ახსნის დროს. ამიტომაც ლაბარეკის აგზნების თეორია შემდეგში არც როდის არ იქნება მოხსენებული.

პრაქტიკუმი.

საკუთარი აგზნებულების დაკვირვება ნორმალ კუნთზე. 1. პრიან m. cartilag.-ს ბაყაყის კიდეზედან. ერთ მის ბოლოს გასამაგრებენ. მეორე ბოლოსე კიდეზე ძაფს მოაბამენ, რომელსაც კალზე გადაკიდებენ. ძაფის ბოლოზე 10-15 გრამიანი ტვირთი მიბეჭედენ. აღიზიანებენ დისტალურ ან პროქსიმალურ ბოლოს, რომელიც მამოძრავებელ ნერვებს არ შეიცავს, ინდუქციის კვეთებით. თუ რომ კოკთა შეა მანძილი 20-15 სანტიმეტრამდე დაუახლოვებთ, მაშინ მხოლოდ ეაღების კვეთებანი მოგვცემენ კუნთის შეკუმშვას. 15-10 სანტიმეტრზე კი ჩაკეტვის ინდუქციის კვეთებაც მოიცემა ეფექტს.

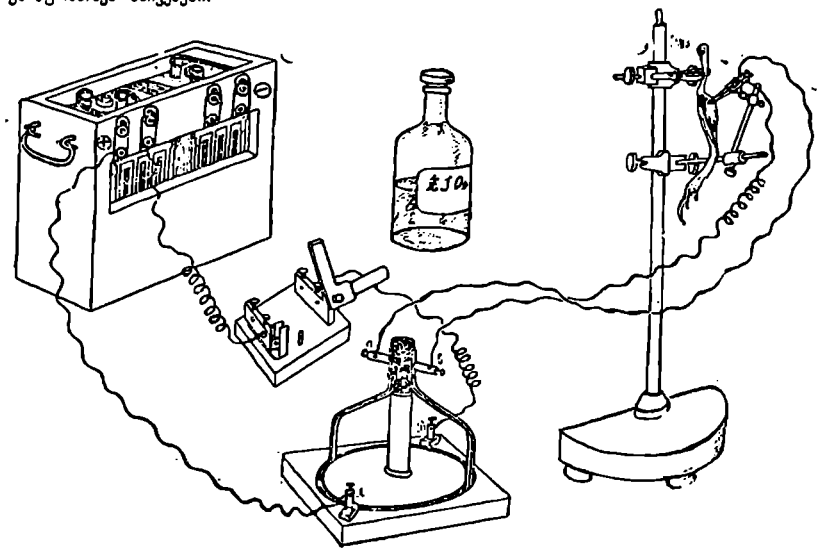
2. ცდა მაგნეზიუმით. ერთ ლიტრ რინგერის ხსნარზე უმატებენ მაგნეზიუმის მოლეკულიარული წონის 1/10-ს. ნერვეკუნთის პრეპარატს სდებენ ამ ხსნარში რამდენიმე საათით. შემდეგ გამოიკვლევენ კუნთის აგზნებულებას პირდაპირ კუნთის და არაპირდაპირ ნერვის გაღიზიანებით. ნერვის გაღიზიანება ეფექტს არ მოიცემა, კუნთისა კი მოგვცემს.

3. კლოდ ბერნარის კურარეთი ცდა. დაუხიანებელ ბაყაყს მიაკრამენ ქინძისთავებით საცობის ფირფიტაზე. ერთ ბარძაყზე უკოვნინ ბარძაყის არტერიის და წვრილი ძაფით მაგრად შეჭკრავენ. შემდეგ ზეით ამოსწევენ საჯდომ ნერვს და მსხვილ ძაფს მთელ ბარძაყს შიგრად გარს შემოაკერენ, ნერვის რასაკვირველია გამონაკლით. ამით იმას მიაღწევენ, რომ დაოპერაციებულ ფეხში სისხლისა და ლიმფის მიმოქცევა სწყდება. შემდეგ შეუშაპუნებენ მას ხერეის სალიმფო უბეში 1%-იან კურარეს ხსნარს 1—2 კუბ. სანტ. რამდენიმე წამის განმავლობაში ბაყაყი დამბლდება, უმოძრავდება მთელი ჩონჩხის კუნთეულობით გარდა დაოპერაციებული ფეხისა. თუ გაეაღიზიანებთ კანის რომელიმე ნაწილს—მექანიკური გაღიზიანებით (ჩხვლეტა) ან ელექტრულით (ინდუქციის კვეთებანი ლიფანის ელექტროდებით) და მით გამოიწვევენ მკრთნობიარე ერვის საშუალებით ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედებას, მაშინ საპასუხო რეაქცია გამოიწვევა მხოლოდ ამ ფეხზედ. აქედან ცხადად სჩანს, რომ კურარის გაეალენით თვით ნერეს ან ცენტრალურ ნერვულ სისტემას აგზნებულება არ ესპობა. თუ ამ შეშაპუნების შემდგომ გამოვაჩენთ აგრეთვე მეორე ფეხის საჯდომ ნერვს და მას გაეაღიზიანებთ მექანიკური ან ელექტრული ძალის საშუალებით, სათანადო კუნთები ან შეიკუმშება. მაგრამ იმავე დროს ამ კუნთების პირდაპირი გაღიზიანება გამოიწვევეს მათ შეკუმშვას.

დეიბუა რეიმონის გაღიზიანების კანონის დაკვირვება. 1. ცდა სითბოთი. ამ ცდებისთვის კუნთის პრეპარატს ამზადებენ. ბაყაყს გადაეკრიან შეა ალაგას ზურგის მხრიდან ხერხემალს. მერე უკანა ნაწილს მოაკრიან ინვნირად, რომ მას არ გაჭეეს რამე შიგნეულობა. იგი უნდა შესდგებოდეს მხოლოდ ხერხემლის უკანა ნაწილიდან, მენჯიდან და უკანა კიდურებიდან. მას ატყაეებენ და ჭყოფენ ბოკვენის ძალების სივფიზის ხახით ორ სიმეტრიულ ნაწილად, თვითეულ ნაწილში შედის ხერხემლის ერთი ნახევარი და ერთი კიდური. შემდეგ მიაცლიან ბარძაყის ყველა კუნთებს და ნერვებს და მენჯის ყველა ნაწილებს. ამნაირად დარჩება ბარძაყის ძვალი და მთელი წვივი ტერფით. თუ ეს პრეპარატი ჩაეკიდათ ნელ-თბილ ფიზიოლოგიურ ხსნარში და შერე დიდის თანდათანობით დაეუწყეთ ამ ხსნარს გაცხელება ორმოც გრადუსამდე და ზეით, შესაძლებელია იგი ისე მოეხაროშოთ, რომ კუნთი (gastrocnemius-ი) და სხვა ერთხელეაც არ ამოძრავდეს. თუ გაცხელება ფიცს ცეცხლზედ ვაწარმოვეთ და ამით ხსნარის ტემპერა-ტურა სწრაფად ავსწიეთ, მხოლოდ მაშინ შეიძლება შეეამჩნიოთ ზოგიერთ ნაწილებში შეკუმშვა. მაგრამ ამ ცდის დროს უნდა ვერიდოთ ფიცს ცეცხლს. პირიქით თუ კუნთის ერთი

ბოლო გაცხელებულ ხსნარში ჩაედეთ. მაშასადამე, კუნთის გაცხელება უცბად მოხდა, მაშინ კუნთი ლიზიანდება და იკუმშება.

2) ცდა ფლეიშლის რეონომით. ეგრეთ წოდებულ რეონომის შემწეობით გალვანური ძალის ინტენსიურობა სურვილისამებრ შეიძლება ხან თანდათანობით და ხან სწრაფად იცვლებოდეს. ფლეიშლის რეონომი (სურ. 26) წარმოადგენს ებონიტის ოთხკუთხიან ფიცარს ზედაპირზედ ირგელივ ღარი აქვს გაკეთებული, რომელიც ცდის დროს გოგირდ-მეავ ცინკის გაძღომილი ხსნარით ივსება. ამ ღარის ორ მოპირდაპირე ალაგას საპერები (ბორნები) აქვს დატანებული (A და B) მავთულებისათვის, რომელთაც აკუმულატორს უერთებენ. ამის გარდა წრეში შედის გასაღები (დიუბუა რეიმონისა). ორივე საპერიდან ჩაშვებულია პატარა ცინკის ფირფიტები გოგირდ-მეავ ცინკის ხსნარში. ფიცრის ცენტრში გამაგრებულია ვერტიკალური ებონიტის ღერძი, რომელსაც ორი შეილდიკით მოხრილი ცინკის ფირფიტა აკრავს. ამ ფირფიტის ბოლოები გოგირდ-მეავ ცინკშია ჩაყოფილი. ეს ფირფიტები უერთდება სხვა ორ საპერს a და b-ს; უკანასკნელნი მავთულებით უერთდებიან კუნთზე დადებულ ელექტროდებს, როგორც ეს სურათზეა ნაჩვენები.



სურ. 26.

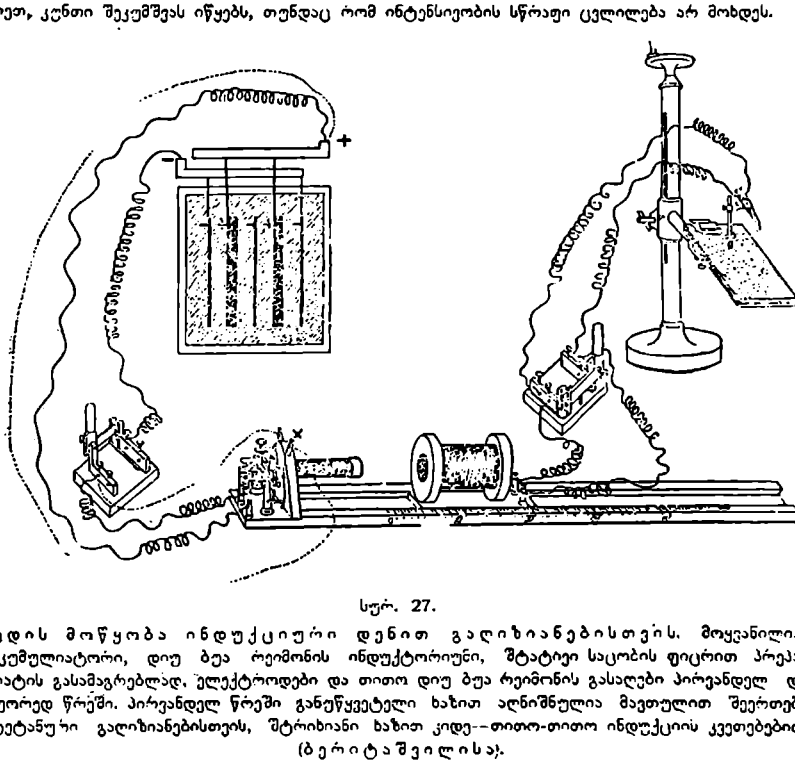
ფლეიშლის რეონომით ცდის გამოხატულება. ახსნა ტექსტშია (ბერიტაშვილისა).

თუ რომ მოღუნული ფირფიტების ბოლოებს A და B—საპერების პირდაპირ მოვიყვანთ, მაშინ ელექტროდენი დაუბრკოლებლივ გატარდება კუნთში, ამიტომ როდესაც გასაღებით ჩაეკეტავთ და გაეაღებთ წრეს, კუნთი შეიკუმშება. თუ ღერძი მოტრიალდა ისე, რომ მან სურათზე ნაჩვენები მდებარეობა მიიღო, მაშინ დენის ჩაკეტვა და გაღება ეფექტს არ იწვევს, რადგან დენმა დიდი წინააღმდეგობა უნდა გაიაროს—გრძელი სველი გოგირდ-მეავ ცინკისა, რაც ელექტრულ ძალას ძლიერ ასუსტებს.

მაგრამ თუ წინააღმდეგობა ნელა და თანდათანობით შევამცირეთ ღერძის A და B საპერებისაკენ ნელი ტრიალით, კუნთი არც მაშინ ლიზიანდება. სულ სხვა შედეგს მივიღებთ, თუ წინააღმდეგობა სწაფად გამოვაცალეთ ან და ნაწილობრივ სწრაფად შევამცირეთ ღერძის სწრაფი ტრიალით, მაშინ ელექტრული ძალის ინტენსიობის სწრაფი ცელილება ხდება და ეს იწვევს კუნთის გალიზია-

ბას. ასევე ხდება, თუ ეს წინააღმდეგობა სწრაფად გავადიდეთ. კუნთის გაღიზიანება, რასაკვირველია, ერთნაირი არ უნდა იყოს, თუ გამაღიზიანებელი ძალის ცვლილება სხვადასხვა ნაირია. ოაც უფრო მეტი ამპლიტუდით იგი იცვლება, იმდენად ძლიერი იქნება მისი მოქმედება. და მაშასადამე იმდენად დიდი ბოკკოთა ფენა გაღიზიანდება და შეიკუმშება. ამიტომ კუნთის შეკუმშვა მით უფრო ძლიერი იქნება, რაც უფრო მეტ წინააღმდეგობას გამოვაცლით ან შევიტანთ გალვანური დენის წრეში.

ფ ლ ე ი შ ლ ი ს რეონომის საშუალებით შეიძლება ადვილათ შემოწმდეს, რომ როდესაც გარეგანი აგენტის მომქმედი ძალა მეტად დიდია, მაშინ იგი კუნთს აბსოლუტურ ოდნობითაც აღიზიანებს, მაგალითად, თუ ელექტროდენი თანდათანობით ოთხ—ექვს ვოლტამდე გავაძლიერეთ, კუნთი შეკუმშვას იწყებს, თუნდაც რომ ინტენსიობის სწრაფი ცვლილება არ მოხდეს.



სურ. 27.

ცდის მოწყობა ინდუქციური დენით გაღიზიანებისთვის. მოყვანილია: აკუმულიატორი, დიუ ბუა რეიმონის ინდუქტორიუნი, შტატიკი საცობის ფიცრით პრეპარატის გასამაგრებლად, ულექტროდები და თითო დიუ ბუა რეიმონის გასაღები პირველნდელ და მეორედ წრეში. პირველნდელ წრეში განეწყვეტელი ხაზით აღნიშნულია მავთულით შეერთება ტეტანუსი გაღიზიანებისთვის, შტრიხიანი ხაზით კიდე—თითო-თითო ინდუქციის კვეთებებით. (ბ ერ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი ს).

კ უ ნ თ ი ს ა გ ზ ნ ე ბ უ ლ ე ბ ი ს ხ ა რ ი ს ხ ი ს გ ა ნ ს ა ზ ღ ვ რ ა. ამოსჭრიან m. sartorius-ს და განაწყობენ როგორც პირველ ცდაში. ელექტროდებს დაადებენ პროქსიმალურ უნერვო ბოლოზე. მთელი ცდის მოწყობილება მოყვანილია მე-27 სურათზე. ჯერ ოპოვიან ზღურბლს უაღრესად გამაღიზიანებელი გაღების კვეთებისთვინ. მერე—ჩაკეტისთვინ. უკანასკნელი ცდის დროს ისე უნდა მოიქცნენ, რომ გაღების კვეთება კუნთზე არ მოქმედობდეს. ამისათვის მეორედ წრეში დიუ ბ უ ა რ ე ი მ ო ნ ი ს გასაღები ღია უნდა იყოს მბოლოდ მაშინ, როდესაც ჩაკეტვის ინდუქციურ კვეთებას იძლევიან. სხვა შემთხვევაში კი ჩაკეტილი უნდა იყოს. საზღურბლე ინტენსივობის ოდნობა უნდა აღინიშნოს ინდუქტორიუმის კოჭთა შეა მანძილის რაოდენობით, რომელიც სანტი-

მეტრით განიზომება. სანტიმეტრის მაშტაბი ზედ აქვს ინდექტორიუმის მარხილს. ეს საზღურბლე ინტენსივობის ოდნობა აგზნებულობის ხარისხს გამოჰხატამს.

აუცილებლად საჭიროა, რომ ყოველ მომქმედი გალიხიანების შემდგომ კუნთი 2—3 წამით დაასვენონ, თუ რომ მიზანათ არის დასახული, რომ ზღურბლი სრული სისწორით იყოს გამორკვეული.

აგზნებულების ცვალებადობა ტემპერატურის გავლენით. როდესაც გამოარკვევენ გალიხიანების ზღურბლს, კუნთს ათბობენ. ფიზიოლოგიურ ან რინგერის ხსნარს 30—38°C გრადუსამდე გამთბარს დაასხამენ ერთი ორი წამის განმავლობაში, ან და კუნთს ამ ხსნარში დასვეულებულ გიგროსკოპიულ ბამბას მიაღებენ რამდენიმე წამით. გათბობის შემდეგ ხელახლად სწრაფად გამოარკვევენ გალიხიანების ზღურბლს. ამ შემთხვევაში ზღურბლი იქნება უფრო დაბალი, ვიდრე იყო გათბობამდის.

ლიტერატურა.

1. E. Mangold. Erg. d. Physiol. 1923. 21. 360.
2. E. Overton, Pf. Ar. 1902, 92, 115 და 346; 1904, 105, 176.
3. W. Kühne, A. An. Physiol. 1859, 564.
4. Brown—Sèquard. Cpt. r. s. biol. 1849, 195.
5. F. Bidder, A. An. Physiol. 1865, 67.
6. E. Wiechmann, Pf. Ar. 1920. 182, 74.
7. W. Kühne, A. An Physiol. 1860, 542.
8. Cl. Bernard, Lecons sur les effets des substansces toxiquec, 1857. Paris.
9. J. N. Langley, J. Physiol. 1907, 36, 347; — Das autonome Nervensystem. 1922. Berlin.
10. Keith Lucas, J. Physiol. 1906. 35, 103.
11. Pollitzer, J. Physiol. 1886, 7. 274.
12. Edström. Skand. Arch. f. Physiol, 1921. 41, 101.
13. J. N. Langley, Pr. Roy. Soc. 1906. 78, 186.
14. J. Boeke, Jnternat. Monatschr. f. Anat. u. Physiol. 1911, 28; Erg. Physiol. 1921. 10. 448.
15. ბერიტაშვილი და იაშვილი. ჩვენი მეცნიერება. 1923. № 3.
16. E. du Bois—Reymond. Untersuchungen über d. tierische Elektrizität 1. 258 (კრებული 1875).
17. von Frey, A. An. Physiol. 1883, 43.
18. Biedermann, Elektrophysiologie, 1895. Jena.
19. M. Gildemeister, Z. Biol. 1913. 62, 358.
20. L. Lapique, Compt. rend. soc. biol. 1909. 67. 208.
21. E. Pflüger, Unters. über d. Physiol. d. Elektrotonus 1859. Berlin. გვ. 446.
22. П. П. Лазарев. Ионная теория возбуждения. 1923. Москва,
23. C. Schwarz, Pf. Ar. 1907. 117. 161.
24. R. Höber, Pf. Ar. 1907. 120. 492.
25. J. Beritoff, Pf. Ar. 1926. 213. 206.
26. G. Bourguignon, Cpt. rend. hebdom. d. séances de l' acad. d. sciences. 1921. 178, 1452—54.

3. კუნთის შეკუმშვადი ნივთიერების ანუ მიოფიბრილთა შეკუმშვის ფუნქცია.

კუნთის მიმღები ანუ აგზნებადი ნივთიერების მოქმედების შესახებ ცნობანი ერთის მხრივ გამომდინარეობენ კუნთის მექანიკური ეფექტის, ე. ი. შეკუმშვის შესწავლიდან, და მეორე მხრივ კუნთის ელექტრული ეფექტის, ე. ი. იმ ელექტრობის შესწავლიდან, რომელიც აგზნების პროცესს თან სდევს. ამიტომ საჭიროება მოითხოვს, ვიდრე მიმღები ნივთიერების მოქმედების გამორკვევაზე გადავიდოდეთ, ჯერ კუნთის შეკუმშვის ფუნქციის დახასიათებას შეუდგეთ.

კუნთის მაკროსკოპიული ცვლილება შეკუმშვის დროს. როდესაც კუნთი აგზნებაში მოდის, იგი ორნაირ მაკროსკოპიულ ცვლილებას განიცდის: კუნთი მოკლდება და სქელდება. ამ მოკლეულობას **შეკუმშვას** უწოდებენ. აღნიშნული ცვლილება სწარმოებს თვითეულ კუნთის ბოჭკოში. შეიძლება ითქვას, რომ მთელი კუნთის ფორმის ცვლილება შეკუმშვის დროს წარმოადგენს ყველა კუნთის ბოჭკოების ცვლილებების საერთო ჯამს.

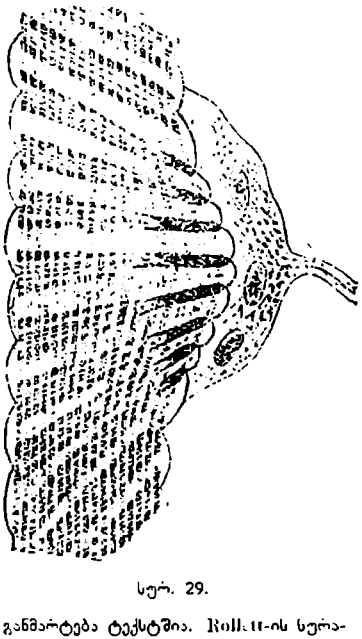
კუნთის მიკროსკოპიული ცვლილება შეკუმშვის დროს. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შეკუმშვის დროს თვითეული კუნთის ბოჭკო მოკლდება და გასქელდება. ეს არის შედეგი მიოფიბრილების შემოკლებისა და გასქელებისა. შე-28 სურათზე მოცემულია მიკროსკოპიული სახე მიოფიბრილებისა მწერის კუნთში მოსვენებისა და შეკუმშვის დროს. ამ სურათზედ მარცხნივ წარმოდგენილია კუნთის ელემენტი მოსვენებაში (1): c — d ეკუთვნის ორად გამტეხ ანუ ანიზოტროპიულ შემკუმშველ ნივთიერებას, რომლის შუა გამოყოფილია ნაკლები გამტეხელობის შუა დისკო a b; cf და de მარტივად გამტეხელი ნივთიერებაა, ანუ იზოტროპიული. h და g წარმოადგენენ საბოლოო დისკოებს. ამის გარდა, თვითეულ მარტივად გამტეხ ნათელ ფენაში სძევს თითო „დამატებითი დისკო" f და e (ეს დისკოები მოიპოვებიან მხოლოდ მწერთა კუნთებში). ამათ აქეთ ორად გამტეხელობა მცირე ხარისხით. იქვე დახატულია იგივე ელემენტები პოლიარიზაციურ სინათლეში. ელემენტის შუა ალაგი, სადაც საკუთრივ ორად გამტეხი შემკუმშველი ნივთიერებაა მოქცეული, წარმოადგენს ნათელს ზოლს. მარტივად გამტეხი ნაწილი კი შავად მოსჩანს. სურ. 28, 2 გამოხატავს გარდამავალ სტადიას, 3 კიდევ კუნთის ელემენტის მაქსიმალური შეკუმშვის სტადიას: ორივე მოცემულია მახვნივ უბრალო სინათლეში, მარჯვნივ კი პოლიარიზაციურში (Engelmann [1]).

სურათი 28.

მიკროსკოპიული მოვლენები ცალკე კუნთის ელემენტებში შეკუმშვის დროს: 1, 2, 3, ენგელმანისა.

კუნთის ელემენტის ყველა ცვლილება შეკუმშვისას კარგათ სჩანს მე-29 სურათზედ. აქ არის მოყვანილი გვერდითი შეკუმშვის ტალღა Cassida equestris-ის კუნთისა. მარცხნივ ნერვის ბოჭკო ბოლოდება ეგრეთ წოდებულ Doyere-ის გა-

სქელებით კუნთის ბოკოს ზედაპირზედ. სწორეთ ამ ალაგას სწარმოებს მაქსიმალური შეკუმშვა ბნელი და მსხვილი შეკუმშვის ზოლებით. მარჯვნივ კუნთის პოკო მოსეენებაშია. ძლიერ კარგათაა გამოყვანილი კუნთის ფიბრილთა შეკუმშვის გარდამავალი სტადიები: აქ ერთხელ და ორკეც გამტეხ ნიეთიერებათა მორის გარჩევა ოითქმის ისპობა.



სურ. 29.

განმარტება ტექსტშია. Kollker-ის სურათი მაქსიმოვის წიგნიდან.

ენგელმანი შეკუმშვის მიკროსკოპიულ სურათს შეისწავლიდა სპირტში დამუშავებულ უკვე მკვდარ კუნთზე, რომელიც ერთ-ერთ მწერს ეკუთნოდა Hydrophilus. ამ ბოლო დროს ჰიურტლემ [2] (1909) გაიმეორა ენგელმანის ცდები იმავე ცხოველზე. ხოლო იგი შეისწავლიდა მიოფიბრილების ცვალებადობას ცოცხალ შეკუმშულ კუნთზე. ნან ნათლად გვაჩვენა, რომ შეკუმშვის დროს არსებითად მოკლდება მხოლოდ ორად გამტეხელი ნივთიერება: ეგი კლებულობს ერთი ორად. ერთხელ გამტეხელის სიმაღლე კი ან უცვლელი რჩება ან და. პირიქით. მატულობს. ამასთან შეკუმშვისას ანიზოტროპიული ნივთიერების მოცულობა თითქმის უცვლელი რჩება.

საგულისხმოა, რომ მიოფიბრილებში ორჯერ და ერთხელ გადამტეხი დისკოების ცვალებადობა შეკუმშვის დროს აქამდე დადასტურებულია მხოლოდ ნწერთა კუნთებზე. ხერხემლიან ცხოველთა კუნთებზე პირიქით ასეთ ცვალებადობას ვერ ამჩნევენ. ჩვენ დროს ჰისტოლოგიური ტეხნიკის საშუალებითაც კი შტიუბელმა (1920) [3] ვერ აღმოაჩინა ხერხემლიან ცხოველების ჩონჩხის კუნთზე (ბაყაყის m. sartorius და pectoralis) რაიმე დამახასიათებელი ცვლილება შეკუმშვის დროს. ეს ავტორი შეკუმშვას იწვევდა ცოცხალ ნორმულ კუნთში ან მეავის მოქმედებით ან და ინდუქციის კვეთებით.

შეკუმშვის წარმოშობა. იმ თავიდანვე, როდესაც შეკუმშვის ექსპერიმენტული შესწავლა დაიწყო, შეკუმშვის ფუნქციას მიაწერდენ მიოფიბრილებს. ენგელმანი იყო პირველი, რომელმაც მოგვცა კუნთის შეკუმშვის ერთგვარად დასაბუთებული თეორია (1880)[1]. ენგელმანმა მიკროსკოპით შეისწავლა მიოფიბრილების ცვალებადობა შეკუმშვის დროს, რომელიც სპირტში გამაგრებისა გამო იწვევოდა. იგი დაადგა იმ დასკვნას, რომ შეკუმშვის პროცესი გამოიხატება წყლის გადასელაში იზოტროპიული ნივთიერების დისკოდან ანიზოტროპიულ დისკოში.

ენგელმანი ხაზავდა ანიზოტროპიული და იზოტროპიულის ნივთიერების სიმაღლეს შეკუმშულსა და შეკუმშულ ალგას და ამ საშუალებით შეამჩნია, რომ, შეკუმშულ ალგას, როგორც იზოტროპიული, ისე ანიზოტროპიული ნივთიერების სიმაღლე ეცვლება. ხოლო სისქე ეფუძნა მეტია. ვიდრე შეკუმშულ ალგას. ამასთან იზოტროპიული ნივთიერების სიმაღლე შედარებით შეკუმშულ მდგომარეობასთან გაცილებით უფრო ნაკლებია, ვიდრე ანიზოტროპიულის. ამავე დროს შენიშნეული იყო ენგელმანის მიერ, რომ სეგმენტის სიგრძეთ ცვლილება ორ იცვლება, ვინაიდან რამდენადაც ანიზოტროპიული დისკოს მოცულობა მატულობს, იმდენად იზოტროპიულის კლებულობს. ხოლო იმ საკითხს, თუ ორ ფენის იზოტროპიულ ნივთიერებიდან წყლის ანიზოტროპიულ დისკოში გადანაცვლებას. ენგელმანი ეხებოდა შემდეგ ნაირად: ცნობილია, რომ კუნთის შეკუმშვის დროს ვითარდება სითბო. ენგელმანმა ასახელებს ამ ეფექტით და დასკვნა, რომ ანიზოტროპიული ნივთიერებ სითბოს გავლენით იცვლა ზასიერების ენარს, მაგალად სხვადასხვა ორჯერ გადატეხ ბოკკოვის (ზეესის ტეფა, ხარტილი, ტმ, ეტ ბოინი). ამის გამო იგი იტაცებს წყალს იზოტროპიულ ნივთიერებიდან და სივდებოდ. ენგელმანს ჰქონდა დაკვირვება იმის შესახებ, რომ ორჯერ გადატეხილი ნივთიერების გასივებას იწვევს აგრეთვე მჟავების ვალენა. მან იცოდა აგრეთვე ისიც, რომ შეკუმშვის დროს კუნთში მჟავების წარმოშობა. მაგრამ სხვადასხვა მოსაზრებით ზასიერების მიზეზად მან წარმოაყენა სითბო და არ მჟავები.

ენგელმანის თეორია ერთ დროს ძალიან გავრცელებული იყო; ეკვს ეგამოსთქვ შემდეგ მეტ წილად მხოლოდ ზასიერების მიზეზის შესახებ.

დღეს შეკუმშვის მიზეზათ მრავალი ავტორების მიერ მიჩნეულია ის მჟავანი, რომელნიც კუნთში წარმოიშვებიან აგზნების ვალენით: რძის მჟავა და ფოსფორ მჟავა (Meyerhof [3]), Embden [4]). როგორც ერთის, ისე მეორის რაოდენობა მატულობს კუნთში მოქმედების დროს. ხოლო როლი, რომელსაც ისინი თამაშობენ, ერთნაირი არაა. რძის მჟავას მიაწერენ თვით შემკუმშველ ნივთიერებაზე მოქმედებას; ფოსფორის მჟავა კი მონაწილეობს ამ რძის მჟავის წარმოშობაში გლიკოგენიდან, რომელიც მთავარ ნახშირწყლოვან საწვავ მასალას წარმოადგენს (ის. დაწერილებით მე-8 თავში). ემბდენის [31]) უკანასკნელი გამოკვლევით შედეგად ერთხელობრივი ინდუქციური გაღიზიანების კუნთში წარმოიშვება მნიშვნელოვანი რაოდენობით მხოლოდ ფოსფორის მჟავა. რძის მჟავა ვითარდება შესამჩნევი რაოდენობით ტეტანური გაღიზიანებისას ან და მრავალჯერ თითო ინდუქციის კვეთებით გაღიზიანებისას. აქედან ის დასკვნა შეიძლება გამოვიყვანოთ, რომ ფოსფორის მჟავა აუცილებელ რამეს წარმოადგენს შეკუმშვის პროცესის დაწყებისათვის, რომ პირველად ყოვლისა ეს ფოსფორის მჟავა წარმოიქმნება აგზნების მიერ. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ფოსფორის მჟავა წარმოადგენს თვით აგზნების პროცესის ერთ-ერთ პროდუქტს.

ბერშტეინის [7]) შეკუმშვის თეორიის თანახმად, შეკუმშვას იწვევს ანიზოტროპიული ნივთიერების და სარკოპლაზმის შორის არსებული ზედაპირული წნევის შეცვლა. მჟავების გამო ეს წნევა მატულობს და ამიტომ სიმაღლე ანიზოტროპიული დისკოსი უნდა შემცირდესო. ამას მოჰყვება დისკოს გაგანიერება მოცულობის შეუცვლელად, როგორც ამას ჰიუტლეს ჰისტოლოგიური დაკვირვება იძლევა.

მჟავების მოქმედება შემკუმშველ ნივთიერებაზე დადასტურებულია მრავალი ცდებით. კოპილოვმა [7]) ბეთეს ლაბორატორიიდან, შემდეგ შვენკერმა [9]) გამოსცადეს მრავალნაირი ქიმიური

ავენტეპის მოქმედება ცოცხალ ჩონჩხის კუნთებზე. აღმოჩნდა, რომ დიფუზიის საშუალებით კუნთში შესული მჟავეები იწვევენ კუნთის შეკუმშვას. ასე მოქმედებს არა მარტო ის მჟავეები. რომელნიც კუნთში მოიპოვებიან, როგორც რძის მჟავა. ფოსფორ-მჟავა და ნახშირ-მჟავა, არამედ აგრეთვე სხვადასხვა ორგანიული და მინერალური მჟავეებიც, როგორც მაგ., ვალერიანის, მარილისა და გოგირდის მჟავანი. ასევე მოქმედებენ ტუტეებიც, შემდეგ სპირტები, და საერთოთ ყველა ის ნივთიერებანი, რომელნიც თავისუფალ წყალბადის იონს იძლევიან წყალში გახსნისას. ამნაირად, **რძის მჟავის მიერ შეკუმშვის გამოწვევა სპეციფიკურ რამეს არ წარმოადგენს. მხოლოდ ნორმული შეკუმშვა მის გავლენას უნდა მიეწეროს და არა სხვა რომელიმე ნივთიერებას.** მაგრამ სულ ბოლო დროს აღმოჩენილი იყო, რომ კუნთის დაძაბვა (Spannung) იმ შეკუმშვის დროს, რომელსაც მჟავა იწვევს, ძალიან მცირეა (შ ე ე ნ კ ე რ ი*). იგი თითქმის ხუთჯერ ნაკლებია, ვიდრე ტეტანუსის დროს, რომელსაც ფარადიული გაღიზიანება იძლევა (ბეტე[1]). აქედან და მრავალი სხვა დაკვირვებიდან ბ ე ტ ე დაასკვნის, რომ ტეტანური შეკუმშვა არ შეიძლება ჩაითვალოს მჟავეების ზეგავლენის შედეგათ. ასეთ შედეგათ შეიძლება ჩაითვალოს მხოლოდ კონტრაქტურული შეკუმშვა, რომელიც მაგ. მძლავრ გაღიზიანებას მოსდევს და რომლის დროსაც დაძაბვა მართლაც სწორეთ ისეთია, როგორც ჰირდაპირ მჟავეების მიერ გამოწვეულ შეკუმშვაში არის ხოლმე. თვით ტეტანუსი სხვა უცნობი დაშლის პროდუქტის ზეგავლენით უნდა იწვევოდესო[1]).

აი, ამ ფაქტის და სხვა მრავალი ფაქტების ნიადაგზე ვ ა კ ე რ მ ა[32]) შექმნა სხვაგვარი თეორია კუნთის შეკუმშვისა. მისი აზრით შეკუმშვას იწვევს კუნთის უჯრედში ოსმოსური წნევის აწევა, რომელსაც უმთავრესად ნახშირმჟავის აღმოცენება იძლევა. რძის მჟავა თავის წარმოშობისთანავე მოქმედობს ბიკარბონატებზე და მაშინვე მათი საშუალებით ნეიტრალდება. განთავისუფლებული უჯრედის შიგნით ნახშირ-მჟავა კი იწვევს ოსმოსური წნევის აწევას, რაც უჯრედის შეკუმშვას აწარმოებსო. მართლაც ბევრნაირად იყო დამტკიცებული, რომ კუნთში უსათუოდ ვითარდება შეკუმშვის დროს თავისუფალი რძის მჟავა კი არა, არამედ მისი მარილები. მაშ. ვ ა კ ე რ ი ს ა ზ რ ი თ შეუძლებელია შეკუმშვა მიეწეროს რძის მჟავის შემკუმშველ ნივთიერებაზე მოქმედებას. საგულისხმოა ამ მხრივ მ ა ნ ს ფ ე ლ დ ი ს[33]) დაკვირვება, რომ შეკუმშვისათვის აუცილებელ საპირობას წარმოადგენს ნახშირ მჟავა. თუ რომ რამენაირად ნახშირ-მჟავის მარილები შემცირდა კუნთის უჯრედებში, შეკუმშვის უნარი ისპობა. მ ა ნ ს ფ ე ლ დ მ ა დაანტურა ეს, როგორც ჩონჩხის, ისე გულის და წყლტუ კუნთის მიმართ. თუ რომ ნახშირ-მჟავის მოქმედებას უნდა მიეწეროს შეკუმშვის გამოწვევა, ცხადია შეკუმშვის მოსპობა მის გაქრობაზე უნდა იყოს დამოკიდებული. ვ ა კ ე რ ი ს აზრით ეს უნდა ხდებოდეს ერთის მხრით ნახშირ-მჟავას და მეორე მხრით ალკალიალბუმინატებსა და დიალკალიფოსფატებს შორის ურთიერთ მოქმედების გამო. ნახშირ-მჟავა იერთებს ამათგან ტუტეებს და ხელახლად ბიკარბონატად იქცევა. ხოლო პირვანდელი ტუტიანობა აღსდგება მაშინ, როდესაც ლაქტატიდან (რძის მჟავის მარილი) ხელახლად აღსდგება ის დედა ნივთიერება—გლიკოგენი, რომლიდანაც იგი წარმოიშვა. [დაწერილებით ამის შესახებ იხ. შემდეგში: თავი 8].

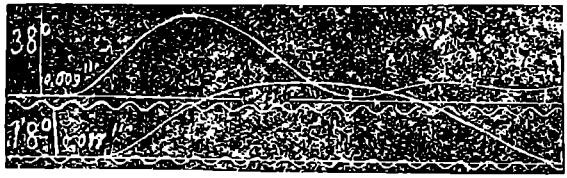
შეკუმშველი ნივთიერების -მიოფიბრილების ბუნება. რომ მიოფიბრილები ამგზნებელ ნივთიერებას არ ეკუთვნიან, ეს შეიძლება ასე თუ ისე დასკვნილი იყოს ზემოდ მოყვანილ ცნობებიდან. მაგრამ არსებობს მთელი რიგი ნიშნებისა, რომლის მიხედვით შეკუმშველი ნივთიერება პირდაპირ მკვდარ ორგანიულ პროდუქტად უნდა ჩაითვალოს. ასეთი დასკვნა იყო გაკეთებული უკვე ამ ოთხი. ხუთი წლის წინეთ (ბერიტაშვილი[2]), მაგრამ დღეს პირდაპირ ექსპერიმენტების საშუალებით შეიძლება დადასტურდეს, რომ შეკუმშველი ნივთიერება მართლაც მკვდარი პროდუქტია. კუნთი გამხმარი და მთელი წლობით ასე შენახული არ კარგავს შეკუმშვის უნარს. სხვადასხვა მჟავეები მათზე მოქმედობენ და შეკუმშვას იწვევენ (ჰიუტლე[11]. შტრაუბე[12]). გარდა ამისა იყო დამტკიცებული, რომ კუნთი მოკლებული აგზნებულებას საბოლოოდ ნარკოტიულ ნივთიერებათა გაელენით.მაგ.,ურეთანის. ქლოროფორმის გაელენით, არ კარგავს შეკუმშვის უნარს. სხვადასხვა ქიმიური აგენტები კარგად იწვევენ ასეთი კუნთის შეკუმშვას. ბეთეს ლაბორატორიაში ეს იყო ნაკადი როგორც ჩონჩხის[10], [11]), ისე წყლტე კუნთს[13]). ამნაირად, სრულიად მტკიცდება ის აზრი, რომ შეკუმშველი ნივთიერება ცოცხალს არ წარმოადგენს, რომ შეკუმშვა ცოცხალი ნივთიერების ფუნქციას არ შეადგენს. წინააღმდეგ შემთხვევაში გახმობისა და ნარკოზის გაელენით კუნთს უნდა მოსპობოდა შეკუმშვის უნარი.

ცხადია აქედან, რომ **შეკუმშველი ნივთიერება მიოფიბრილები, როგორც საერთოდ ყველა ორგანიზმში არსებული ბოჭკოები: მყესისა, ძვლისა, შემაერთებელი ქსოვილისა და სხვა, რომელთაც საზოგადოთ რამე მექანიკური დანიშნულება აქვთ, წარმოდგენენ პროტოპლაზმის მკვდარ პროდუქტს. შეკუმშველი ნივთიერება მაშასადამე თავისებურ მკვდარ ქემოდინამიკურ ბაეოძრავებელ მანქანას წარმოადგენს.**

✓ **მარტივი შეკუმშვა.** როდესაც კუნთზე—რომელიმე— გარეშე ძალა სწრაფად და ერთჯერად იმოქმედებს, როგორც. მაგ., ელექტროდენის ჩაკეტვა ან გაღება არის, მაშინ კუნთი ერთგვარი ოდნობით იკუმშება, რომლის მიმდინარეობა გაღიზიანებაზე არ არის დამოკიდებული. ამ შეკუმშვას **მარტივი შეკუმშვა** ეწოდება. სანამ კუნთი უმაღლეს შემოკლების ხარისხამდე მიაღწევს, იგი ჯერ ნელნელა იკუმშება, მერმე სწრაფად და ბოლოს ისევ ნელნელა. ეს მარტივი შეკუმშვის გაძლიერების პერიოდი ბაყაყის კუნთში დაახლოვებით წუთის 0,05—0,06 გრძელდება, როდესაც კუნთი უმაღლეს შემოკლებას აღწევს, იგი მაშინვე გაგრძელებას იწყებს. ეს გაგრძელება ჯერ ხდება ნელა, მერმე ჩქარა და შემდგომ ისევ ნელა. განელების პერიოდი რამდენადმე მოკლეა, ვიდრე პირველი. უკუმავალი მუხლი არ არის მხოლოდ დაცემის მრუდე; მას არ აქვს ის შეხედულობა თითქოს მიოგრაფის კალამი სიმძიმის გამო ძირს დაეშო. პირიქით, კუნთი ეწინააღმდეგება ამისთანა დაცემას ამ პერიოდშიაც. მაშასადამე, კუნთი მრუდის უკუმავალი მუხლის დროსაც გამუდმებივ მოქმედებაშია. იგი მაშინაც ენერგიას მოიხმარს. (იხ. სურ. 30).

კუნთს ~~ისეგორე~~ ყველ ელასტურ საგანს, სხვადასხვა დაძაბულების უნარი აქვს. ეს დაძაბულება მით უფრო დიდი იქნება, რაც უფრო დიდია ის ძა-

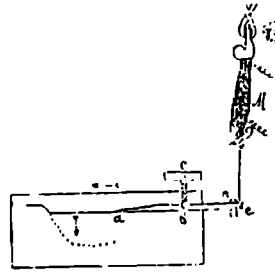
ლა, რომელიც მას სჭირდება. როდესაც კუნთის შემოკლებას არავითარი დაბრკოლება არა აქვს, მაშინ მისი დაძაბულება შეკუმშვის დროს უცვლელი უნდა რჩებოდეს. ამისთანა შეკუმშვას ეწოდება **იზოტონური** (იხილე სურ. 31). ეს კუნთის ბოლოები გაშაგრებულია და ამის გამო კუნთის შემოკლება შეკუმშვის დროს



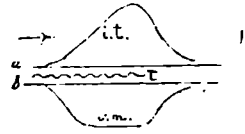
სურ. 30.

ტივი შეკუმშვა ბაკაყის m. gastrocnemius-ის. ზეპირა ძალუდ დაწერილია როდესაც კუნთის სითბო 38°C-ია იყო. კუნთის შეკუმშვა გრძელდება წუთის 0.09. ამ ხანაში ოთ ... ტალღა უდრის წუთის მე ... ამ ხანის შემწეობით ... ოთ ... გამოთვლილი შეკუმშვის ხანგრძლივობა. თვით კუნთის შეკუმშვა ... ნებიდან 0.009 წუთის შემდგომ. მომენტი ... ნების ... ული ხაზით არის ნაჩვენები. მეორე შეკუმშვის მრუდე ... ...

და ამისა, როცა კუნთი იკუმშება, იგი ერთგვარ მუშაობას აკეთებს. რადგან ამოძრავებს რომელიმე ორგანიზმის ნაწილს, ვადააქვს იგი ერთი ალაგიდან მეორეზედ. ამნაირად, კუნთის შეკუმშვა ნორმალურ მდგომარეობაში არ არის წმინდა იზოტონური, რადგან შემოკლების დროს იგი ერთგვარ დაბრკოლებას სძლევს; იგი არ არის აგრეთვე წმინდა იზომეტრული, რადგანაც დაბრკოლებისდა მიუხედავად იგი მაინც მოკლდება.



კუნთის იზომეტრული შეკუმშვა. M კუნთი შეკუმშვისას ასწევს ზევით მხოლოდ ბერკეტის ac-ს მოკლე მხარს, რომელიც n-ღერძის გარშემო ტრიალებს. ch—სპირალური ზამბარაკი, რომელიც შეკუმშვას აბრკოლებს. კუნთი მოკლდება მხოლოდ სულ მცირე ოდენობით. e თითქმის უმოძრაოა. ქვემოდ მოყვანილია შემოკლების მრუდენი: it (a-ზედ) იზოტონური და im (b-ზედ) იზომეტრული. პირველი უჩვენებს შემოკლების, მეორე დაძაბულობის მცველობას დროს განმავლობაში (t) (Biederman).



სურ. 32.

მარტივი შეკუმშვის ხანგრძლივობა და სიმაღლე კუნთის ფუნქციური მდგომარეობის მიხედვით ძლიერ ცვალებადობს. კუნთის შეკუმშვა მით უფრო სწრაფად და მით უფრო მეტი ინტენსიეობით სწარმოებს, რაც უფრო დასვენებულია კუნთი, ან რაც უფრო მაღალი ტემპერატურა აქვს. მაგ., სურ. 30 გვაჩვენებს, რომ ბაყაყის კუნთი —m gastrocnemius, როდესაც მისი ტემპერატურა 18°-სა არის, იკუმშება 0,16 წუთ. განმავლობაში, როცა- 38°-სა, მაშინ ეს ხდება წუთის 0.09-ში. საზოგადოთ შეიძლება ითქვას, **როდესაც კუნთში რაიმე მიზეზით ფიზიკო-ქიმიური პროცესების განელება ხდება, მაშინ მარტივი შემოკლების ხანგრძლივობა მატულობს ნორმასთან შედარებით, სიმაღლე კი მცირდება. პირიქითი ხდება ამ პროცესების გაცხოველებისას.**

როგორც უკვე მოვიხსენიე, შეკუმშვის დროს კუნთი შემოკლების გარდა სქელდება კიდეც. ამ გასქელების ცვლილება ისევე ავტომატიურად შეიძლება დაიწეროს, როგორც კუნთის შემოკლება იწერება. მარტივი შეკუმშვის დროს გასქელების მრუდე თითქმის სავსებით ემსგავსება შემოკლების მრუდეს.

შეკუმშვის ფარული პერიოდი. კუნთის მექანიკური ეფექტის დაწყებამდის გაღიზიანების შემდგომ ერთგვარი დრო გადის. ამ დროს ეწოდება კუნთის **ფარული პერიოდი** ავრეთვე **კუნთის რეაქციის დრო**. ეს დრო სეირდება ჯერ შემდგომელ ნივთიერებაში აგზნების გამოწვევას: მეორე აგზნების მიერ მოყვე პროდუქტების გამოწვევას, შემდეგ ამათ მოქმედებას შემკუმშველ ნივთიერებაზედ და ბოლოს თვით ამ უკანასკნელში მოქმედების აღძვრას. მაგრამ რადგან ეს ფარული პერიოდი ბიოგრაფიული მეთოდით შეისწავლება, ამიტომ ფი-

ზიოლოგიური ელემენტის გარდა ფარულ პერიოდში აგრეთვე წმინდა ფიზიკური ელემენტიც შედის, სახელდობრ. ის დრო, რომელიც მიოგრაფის ინერციის გადალახვას სჭირდება. (იხ. სურ. 30).

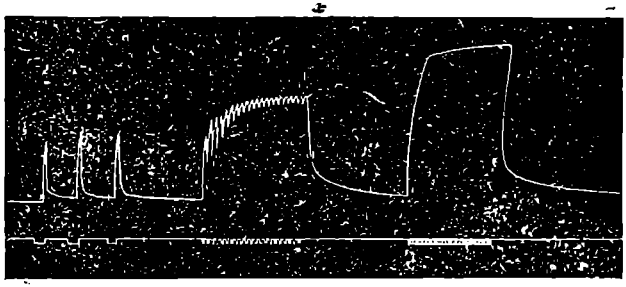
ფარული პერიოდის ფიზიოლოგიური ელემენტი უცვლელ რაობას როდი წარმოადგენს. იგი კუნთის ფუნქციური მდგომარეობის მიხედვით ბევრნაირად იცვლება. ყველა ის გარემოებანი, რომელნიც ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას ხელს უწყობენ, ყოველნაირ ცოცხალ ქსოვილის პროცესებსაც ხელს უწყობენ. მაშასადამე, იმ პროცესებსაც, რომელთაც კუნთში გაღიზიანება იწვევს. მაგ., ცნობილია, რომ ტემპერატურის აწევა ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას აჩქარებს. რაც უფრო ტემპერატურა მაღალია, იმდენად სწრაფად სწარმოებს კუნთში ყოველნაირი მოქმედება. ამიტომაც ტემპერატურის ზრდის მიხედვით კუნთის რეაქციის დრო კლებულობს. დაღლილობას თანასდევს ნივთიერებათა ცვლის განელება. რის გამოც ამაეე დროს რეაქციის დრო მატულობს.

ფარული პერიოდის ხანგრძლიეობა - ბაყაყის კუნთის gastrocnemius-ისა, თუ იგი პირდაპირი მიოგრაფით—ძაფების, ბლოკების და ბერკეტის— საშუალებით იწერება კიმოგრაფზედ, დაახლოებით 0,015 წუთ. უდრის. ეს მაშინ, როდესაც კუნთის ტემპერატურა უახლოვდება 18°-ს. თუ ტემპერატურა უფრო მაღალია, მაშინ შესაფერისად კლებულობს ეს დრო. მაგ., როდესაც ბაყაყის კუნთს 38°-ს აქვს, მისი ფარული დრო არ აღემატება 0,009 წუთს (იხ. სურ. 30). ადამიანის კუნთის ფარული დრო უფრო ნაკლებია 0,004 წუთის. თუ შეკუმშვას ფოტოგრაფიული წესით შევისწავლით და ამ გზით ფიზიკური მომენტი მინიმუმამდე მივიყვანეთ ფარული პერიოდის ოდნობა ძალიან შემცირდება. იგი ბაყაყის კუნთზე 2 სიგმას უდრის დაახლოებით. (Rauh [1]).

ტეტანური შეკუმშვა. როგორც აღნიშნულია, მარტივ შეკუმშვას გამაღიზიანებელი ძალის ერთხელობრივი სწრაფი ცვლილება იწვევს. ეს ცვლილება იმდენად სწრაფად მეორდება, რომ მომდევნო გაღიზიანება წინა გაღიზიანებით გამოწვეული შეკუმშვის დროს ხდება, მაშინ პირველი შეკუმშვა მატულობს შეორე გაღიზიანების გამო. თუ მეორეს მოჰყეება მესამე, მეოთხე და სხვა, მაშინ შეკუმშვა მხოლოდ პირველ რამდენიმე გაღიზიანების დროს მატულობს. როცა კუნთის შემოკლება თავის საზღვარს მიაღწევს, მაშინ რასაკვირველია, შემდეგი გაღიზიანების გამეორება შეკუმშვის ზრდას აღარ გამოიწვევს. ის მხოლოდ არსებულ ეფექტს აგრძელებს. ამ ხანგრძლიეად წარმოებულ შეკუმშვას ეწოდება **ტეტანუსი**, ე. ი. გაშეშება. ტეტანუსი შეიძლება იყოს **სრული** და **კბილოვანი**. როდესაც გამაღიზიანებელი ძალა იმნაირი ინტერვალით მეორდება, რომ მომდევნო გაღიზიანება ხდება მაშინ, როცა წინა გაღიზიანებისგან გამოწვეულმა შეკუმშვამ უკვე წვერს მიაღწია, მაშინ თვითეული გაღიზიანება გამოიწვევს საკუთარ წვერიან ეფექტს (სურ. 33). ამნაირი ტეტანუსი იქნება კბილოვანი. იმ შემთხვევაში კი, როდესაც ეს ინტერვალი იმდენად მცირეა, რომ თვითეული მომდევნო გაღიზიანება არსებული ეფექტის წვერის მიღწევამდე ხდება, მაშინ ეფექტი გაბმით სწარმოებს. თვითეული გაღიზიანება არ იწვევს საკუთარ წვერიან ეფექტს (სურ. 33). ამნაირი შეკუმშვა იქნება სრული ტეტანუსი. მარ-

ტივი შეკუმშვის ხანგრძლივობა ტემპერატურაზე და საერთოდ მის ფუნქციურ მდგომარეობაზეა დამოკიდებული. ამიტომ რაც უფრო დაბალი ტემპერატურა ექნება კუნთს, და რაც უფრო დაღლილი იქნება იგი, იმდენად სრული ტეტანუსის მისაღებად ნაკლები გაღიზიანების სიხშირეა საჭირო.

კუნთის აქტიური დაძაბვა, მუდმივი და ცვალებადი. კუნთის მოქმედება მარტო შეკუმშვით არ გამოიხატება. მას აქვს უნარი დაძაბვა შეუკუმშველად აწარმოოს. პირველად ეს მოელენა ორ-სარქველიანი ნიჟარის მქონე ლოკოკინაზე აღმოაჩინეს (Parnas 1910 [?]). Bethe 1911 [?]). სახელდობრ.



3?

ᲙᲣ ᲓᲠᲝᲘᲡ. 1 ᲬᲛᲘᲡ. 3

ᲜᲘᲕᲗᲘᲔᲠᲘᲡ

ᲨᲔᲙᲣᲛᲨᲕᲔᲚᲘ (Verworn-ის

ნიჟარის ჩამკეტაკი თეთრი კუნთი მუდმივ დაძაბვას განიცდის. ამასთან ეს დაძაბვა გამუდმებით მაქსიმალურია. იგი არ იცვლება ტვირთის მიერ. არაა აგზნებაზე დამოკიდებული. სწარმოებს კუნთის სრულიად აუგზნებლად. იგი არაა ასე თუ ისე დამოკიდებული ნერვულ სისტემაზე, რადგან მისი ამოკრის შემდეგაც სწარმოებს. ეს აქტიური დაძაბვა ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებას არ საჭიროებს. ასეთი კუნთები დაძაბვით მუშაობას აწარმოებენ სრულიად დაუღლელად და მასთან რამდენიმე ათასჯერ მეტს. ეიდრე ჩვეულებრივი გარდიგარდმო ზოლიანი კუნთი. ხერხემლიან ცხოველებში ასეთ კუნთებს ეკუთვნის კუჭის სფინქტერი, საშარდო ბუშტისა. უკანა გასაელისა. ამათ მოქმედება მუდმივია და დაუღლელი. ამ სფინქტერების გაღება მდგომარეობს მხოლოდ მათი დარბილებაში დაძაბვის დროებით მოსპობის ვამო (Kestner). აღნაირად, **ზოგიერთ კუნთებისთვის დაძაბული მდგომარეობა მუდმივი მოვლენაა, იგი ნორმას წარმოადგენს და მოსვენების მაჩვენებელია. ამ კუნთების მოქმედება გამოიხატება დაძაბვის დროებით მოსპობაში.**

რაც შეეხება ცვალებად დაძაბვას, ამის უნარი ყველა ცხოველების წულტუ და გარდიგარდმო ზოლიან კუნთს აქვს. იგი გამოიხატება მასში, რომ კუნთის აქტიური დაძაბვა ცვალებადობს მიხედვით ტვირთის: რაც მეტია ტვირთი, მით უფრო ძლიერია დაძაბვა. ამასთან ეს ცვალებადობა ხდება შეუკუმშველად,

.ოუმცა უტვირთო და სრულიად მოსვენებული კუნთი დაძაბვას არ განიცდის. ეს ,ენარი ხერხემლიან ცხოველზე ცენტ. ნერვულ სისტემაზეა დამოკიდებული. უხერხემ-ლოებზე კი თვით კუნთში არსებულ ნერვებზე. მაშასადამე იგი იწვევა აგზნების მიერ, როგორც კუნთის შეკუმშვა. ამ დაძაბვის დროს ნივთიერებათა ცვლის ზო-ბიერი გაძლიერება ხდება. ამის და მიხედვით ხანგრძლივათ დაძაბვის დროს კუნ-თი დაღლილობას იჩენს. ადამიანს შეუძლიან კუნთები თავისი ნებით დაძაბოს ისე, რომ ისინი არ შეიკუმშონ. მხოლოდ ასეთი დაძაბვა არ იწვევა ერთ რომე-ლიმე კუნთში მხოლოდ ან და ერთ რომელიმე სინერგისტთა ჯგუფში. ნებითი დაძაბვა იწვევა ერთბაშად ორივე ანტაგონისტთა ჯგუფში ერთ რომელიმე სახ-სარისა ან რამდენიმე სახსარში. ადამიანზე ეს მოვლენა პირდაპირი დაკვირვებით იყო დამტკიცებული. ადამიანს წინა მხარი ჰქონდა მოკრილი იდაყვის სახსარში. უკანა მხარის კუნთების მყესები იდაყვის სახსარში გარეთ ჰქონდა გამოყვანილი. და მიოგრაფებით კიმოგრაფზე იწერებოდენ. როდესაც ეუბნებოდენ მოხარე წინა მხარეო (არ არსებული), მაშინ მომხვრელები იკუმშებოდენ, მაგრამ რჩებოდენ რბილი; როდესაც იგი წინა მხრის გაშლას ნდომულობდა, მაშინ მხოლოდ გაშ-ლელები იკუმშებოდენ და მასთან აგრეთვე გაუმაგრებლად. თუ კიდევ კუნთების დაძაბვას აწარმოებდა უკანა მხარში, მაშინ ყველა კუნთები იძაბებოდენ, კუნთე-ბის სიგრძის სრულიად შეუცვლელად: კუნთები მაგრდებოდენ სრულიად შეუმოკ-ლებლად (Plaut [24]). ამნაირად **შეკუმშვა თავის თავად არ გულისხმობს დაძა-ბვას. შეკუმშვის დროს თუ დაძაბვა არის, ეს დამოკიდებულია დატვირთვა-ზე. თუ კუნთი დატვირთული არაა, იგი შეკუმშვის დროს სრულიად რბი-ლია. ასე ხდება ყველანაირი შეკუმშვ ს დროს. დაძაბვა დამოუკიდებლად შეკუმშვისა კი სულ სხვა განსაკუთრებული მოვლენაა, მისი აღმოცენება მოითხოვს განსაკუთრებული იმპულსების გავლენას ნერვული სისტემის მხრიდან.**

მ ო ც უ ლ ო ბ ი ს ც ვ ა ლ ე ბ ა დ ო ბ ა შ ე კ უ მ შ ვ ი ს დ რ ო ს. შეკუმშვის დროს კუნთის მოცულობა მცირდება (Ernst[25]). თუ რომ კუნთი ზედი-ზედ ღიზიან-დება თითო ინდუქციის კვეთებით, მაშინ კუნთის დაღალვასთან ერთად კუნთის მოცულობა ნაკლებათ კლებულობს შეკუმშვის დროს. დასვენების შემდეგ კუნთის მოცულობის დაკლება შეკუმშვის დროს ხელახლად დიდი ხდება. მოცულობის შემცირების ოდნობა ერთ გრამ ბაყაყის კუნთზე აღწევს 0,1 კუბიკურ მილიმეტრს. ასეთ ცვლილებას კუნთი განიცდის როგორც იზოტონური, ისე იზომეტრული შეკუმშვისას. რაც უფრო მეტია კუნთის დაძაბულება, რაც უფრო მეტია კუნ-თის მუშაობა (იხ. მუშაობის შესახებ თავი 8), მით უფრო დიდათ მცირდება კუნთის მოცულობა. ამნაირად კუნთის მოცულობის და კუნთის შეკუმშვა-მუ-შაობა-დაძაბვის შორის არსებობს პირდაპირი ურთიერთობა. ე რ ნ ს ტ ი ს გა-მოკვლევით, ერთი გრამი კუნთის მოცულობის შემცირება 0,02 კუბიკური მილი-მეტრით შეუფარდდება 0,001 კილოგრამმეტრ მუშაობას და 300 გრამ დაძაბვას. კუნთის მოცულობის შემცირება შეკუმშვის დროს სულ ახალი ფაქტია (1925). აქნობამდის გაბატონებული ის აზრი, რომ შეკუმშვის დროს კუნთის მოცულობა არ იცვლება.

კონტრაქტურა. არსებობს შეკუმშვის ერთი თავისებური ფორმაც, რომლის დამახასიათებელ ნიშანს შეადგენს ხანგრძლივი და მასთან უაგზნებო მსველელობა. ასეთ შეკუმშვას **კონტრაქტურას** უწოდებენ. იგი იწვევა სხვათა შორის შედეგად მძლავრი და ხანგრძლივი გაღიზიანებისა. როდესაც ასეთ გაღიზიანებას ხშირობენ შეკუმშვა არ ისპობა მაშინვე გაღიზიანების შემდეგ. შეკუმშვა ამის შემდეგაც გრძელდება რამდენიმე ხანს. ამ შემდეგმოქმედებას პირველად ტიგერსტედ შიაქცია ყურადღება და მას კონტრაქტურა უწოდა [21] (სურ. 34).

სურ. 34.

კონტრაქტურა ტეტანური გაღიზიანების შემდეგ ბაყაყზე. M. gastrocnemius. ლიხანდება H. schadaeus. პირველ ცდაში ნაჩვენია სუსტი ტეტანური გაღიზიანება (a) და ორჯერ გაღების ინდუქციის კვეთება (b). შეორე ცდაში კიდევ ორჯერ ძლავრი ინდუქციის კვეთა (d). ეს ორივე ცდაში შეკუმშვა კონტრაქტურად არ იქცა. მესამე ცდაში აღებულია ჯერ სუსტი (f) და შემდეგ მძლავრი ტეტანური გაღიზიანება. ეს ბოლოსკენ ჯერ სასმოკლე იყო (g) და მან სუსტი შემდეგმოქმედება მოიცა. შეორე იგი ხანგრძლივი იყო (h) და მან ხანგრძლივი კონტრაქტურა დასტოვა. ამ კონტრაქტურის დროს დამატებითი ხანჭოკლე ტეტანური გაღიზიანება აძლიერებს არსებულ კონტრაქტურას (i). ცალკე ინდუქციის კვეთებანი კი მასზე ვალენებას არ ადენენ (j). ქვემო ხაზი აღნიშნავს დროს წუთობით (ბერიტაშვილი).

რამდენადაც ნივთიერებათა ცელა დუნეთ სწარმოებს, მით უფრო მძლავრი და ხანგრძლივია კონტრაქტურული შემდეგმოქმედება. ასე ხდება დაღალვისას, ტემპერატურის დაწევისას, მჟავების ზეგავლენისას, და აგრეთვე მრავალი შხამების მოქმედებისას, როგორც სპირტი, ქლოროფორმი და სხვა. (Schwenker [8]). თუ რომ ნივთიერებათა ცვლა ძალიან გაცუდებულია, მაშინ კონტრაქტურული შეკუმშვა თითო ინდუქციის კვეთებითაც იწვევა. ასე მაგ. ხდება გაცივებული ბაყაყის კუნთზე ზამთრობით. (ბერიტაშვილი [22]). (იხ. სურ. 51).

ფრიად დამახასიათებელია კონტრაქტურისთვის, რომ იგი იწვევა აგრეთვე დამოუკიდებლად გაღიზიანებისა მრავალნაირ ქიმიურ ნივთიერებათა გავლენით. ამოჭრილი კუნთი რომ რძის, ძმრის, მარილის და სხვა რომელიმე მჟავის დეციან ცენტი-ნორმულ ხსნარში ჩავდოთ, რამდენიმე წამის განვლის შემდეგ კუნთი შეკუმშვას დაიწყებს, რომლის სიმაღლემ შეიძლება კუნთის მაქსიმალური ტეტანუსის სიმაღლეს მიაღწიოს. (Kopyloff [7]). ეს შეკუმშვა სრულიად არაა დამოკიდებული აგზნების პროცესსზედ. იგი ისეთივე ოდნობით იწვევა სრულიად აუგ-

ზნებელ კუნთში, როგორც ეს ზევით უკვე აღვნიშნეთ (იხ. გვ. 45). აქედან ის დასკვნა იყო გამოყვანილი, რომ **განსაზღვრულ შემთხვევაში ქიმიური კონტრაქტურა იწვევა ქიმიურ ნივთიერებათა მიერ პირდაპირ მოიფიბრილებზე ანუ შემკუშველ ნივთიერებაზე მოქმედებით.** (Bethe [13]).

გაღიზიანების მიერ გამოწვეული კონტრაქტურაც აგრეთვე ქიმიური ნივთიერების შემკუშველ ნივთიერებაზე ზეგავლენით უნდა წარმოიშვებოდეს. მთავარი მნიშვნელობა იმ მეავე პროდუქტებს უნდა ჰქონდეს, რომელნიც შეკუმშვას იწვევენ, უმთავრესად რძის მეავას. ეს მეავა, რომელიც კუნთში აგზნების მიერ აღმოცენდება, ვერ ასწრობს გაღიზიანების დროს განეიტრალებას ან და ინდიფერენტულ დედა ნივთიერებად გარდაქცევას. იგი თან და თან გროვდება გაღიზიანების დროს და ამიტომ მათი მოქმედება შემკუშველ ნივთიერებაზე გრძელდება გაღიზიანების შემდეგაც. რასაკვირველია, ეს შემდეგმოქმედება მით უფრო ხანგრძლივი იქნება, რაც უფრო მეტი რძის მეავა დაგროვდა და რაც უფრო გაძნელებულია მისი უმოქმედო ფორმად გარდაქცევა. საგულისხმოა, რომ ემბდენის ახალი გამოკვლევით რძის მეავის წარმოშობა არა მარტო ტეტანური გაღიზიანების დროს ხდება, არამედ მის შემდეგაც 5—10 წუთის განმავლობაში [31]). მაშასადამე, გინდაც რომ ტეტანური გაღიზიანების დროს წარმოშობილი რძის მეავა მის დროსვე განეიტრალდეს, კონტრაქტურა მაინც შეიძლება იყოს გამოწვეული სწორეთ იმ რძის მეავის გაელენით, რომელიც გაღიზიანების შემდეგ წარმოიშვება. ამნაირად **კონტრაქტურა გაღიზიანების მიერ გამოწვეული თავის ბუნებით ტეტანუსის პირდაპირ გაგრძელებად უნდა ჩაითვალოს.** (ბერიტაშვილი [22]).

არსებობს ისეთი ქიმიური ნივთიერებანი, რომელნიც კონტრაქტურულ შეკუმშვას აგზნებად ნივთიერებაზე ზეგავლენის საშუალებით იწვევენ. ასეთია კოფეინი, ნიკოტინი, აცეტილხოლინი, ვერატრინი და სხვა. ეს იქიდან სჩანს, რომ აუგზნებელ კუნთებზე ისინი ეფექტს არ იწვევენ. აგზებულების მქონე კუნთში კიდევ კონტრაქტურასთან ერთად აგზნებასაც იწვევენ. ამიტომ ამ კონტრაქტურას **აგზნების კონტრაქტურა** უწოდეს (Riesser [23]). მაგრამ ამ კონტრაქტურის დროს აგზნების იმპულსები მხოლოდ მის დასაწყისში იწვევიან. ამიტომ შეიძლება ვიფიქროთ, რომ თავდაპირველი აგზნების შემდეგ აგზნებადი ნივთიერება განაგრძობს დაშლას, მხოლოდ ეს დაშლა სწარმოებს ნაწილობრივ და გამუდმებივ. როგორც აგზნების დროს, ისე ასეთ დაშლისას სარკოპლაზმაში ალბათ წარმოიშვება ჩვეულებრივი მეავე პროდუქტი, რომელიც უკვე თავის მხრივ შეკუმშვას იწვევს.

კუნთის ხმაურობა და ტონი. როგორც ზევით აღვნიშნეთ, ბაყაყის კუნთის მარტივი შეკუმშვა ხელშემწყო პირობებში წუთის ერთ მეათედზედ ნაკლები დრო გრძელდება, მისი ამავალი მუხლი კი წუთის 0,05 უდრის. აქედან თავის-თავად ცხადია, რომ კუნთს თავისუფლათ შეუძლიან აწარმოოს კბილოვანი შეკუმშვა, წუთში ათიდან ოცამდე კბილით. თბილ სისხლიან ცხოველზედ მარტივი შეკუმშვა უფრო ჩქარა სწარმოებს, ამიტომ თბილსისხლიანის კუნთს უფრო მეტი კბილოვანობა შეუძლიან გამოიჩინოს.

რადგან შეკუმშვა მექანიკური მოვლენაა და ყოველნაირ მექანიკურ რხევას ბგერის წარმოებაც თანასდევს, კუნთის კბილოვანი შეკუმშვა გამოიწვევს ბგერას, რომელიც შეგვიძლიან მოვისმინოთ ან პირდაპირ კუნთზედ ყურის დადებით, ან სტეტოსკოპით.

იმ შემთხვევაშიაც კი, როდესაც კუნთის შემოკლება ტეტანურია, ეს შეკუმშვა უხმოთ არ სწარმოებს. ეს იმით აიხსნება, რომ თითქმის უსრულეს ტეტანუსის დროსაც კუნთის ფიბრილები ერთსა და იმავე დროს არ იკუმშება. მათი შეკუმშვა სხვადასხვა დროს ხდება, სხვადასხვა რიგზედ, და ამიტომ კუნთი საერთოდ ამნაირი ტეტანუსის დროსაც მოფანცქალე სხეულს წარმოადგენს.

საგულისხმოა, რომ თუ კუნთი ადამიანის ან ცხოველის ნებაყოფლობით იკუმშება, მაშინ იგი იმისთანა ტონს იძლევა, რომელიც წუთში 19,5--20 რხევას შეუფარდდება (Helmholtz)[24]. ასეთივე დაბალ ტონს იძლევა კუნთი, როდესაც იგი რეფლექსურად იკუმშება, მაგ., პასუხად ზურგის ტვინის ან მგრძნობიარე ნერვის გაღიზიანებისა. ამ შემთხვევებშიაც კუნთის ტონი შემკუმშველი ნივთიერების მოქმედებას შეუფარდდება, და არა თვით აგზნების რითმს, მიმღებელი ნივთიერების მოქმედებას. როგორც შემდეგ დავინახავთ, აგზნების რითმი რეფლექსური და ნებითი შეკუმშვის დროს წუთში 200—300-ს აღწევს. მაშასადამე სტეტოსკოპით შესმენილი დაბალი ტონი არ შეიძლება ამ ბევრად მაღალი რითმის გამომხატველი იყოს.

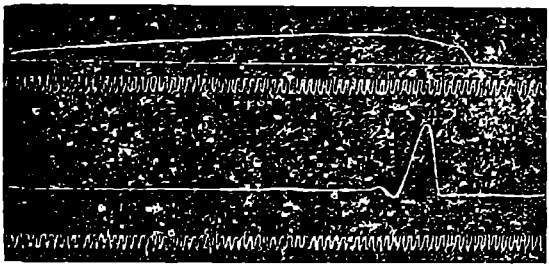
როდესაც კუნთი პირდაპირ ინდუქციური კვეთებით ღიზიანდება, კუნთის ტონის რხევის რიცხვი სავსებით მისდევს ინდუქციურ კვეთებათა რითმს. თუ ეს რითმი მატულობს, მაშინ კუნთის ტონიც მატულობს, ამნაირად მიღებული იყო წუთში 704 რხევიანი ტონი (Lovén)[25] და 1000-იანიც (Bernstein)[26]. ასეთი მაღალი ტონი მიღებულ იქმნა იმ შემთხვევაშიაც, როდესაც კუნთი ნერვის საშუალებით ღიზიანდება. ხოლო ამნაირად მიღებული ტონი უფრო სუსტია, ე. ი. მცირე ძალისაა, რხევის რიცხვი კი იგივეა. ამ მოვლენას არავითარი დამოკიდებულობა არ უნდა ჰქონდეს მიმღებელ ნივთიერების მოქმედებასთან, იგი არ უნდა იყოს გამომხატველი აგზნების რითმისა. რადგანაც აგზნების რითმი თბილ სისხლიან კუნთში უკეთეს პირობებშიაც კი არ აღემატება წუთში 400-ს. ხოლო თუ შესაძლებელია სტეტოსკოპით 704—1000-იანი ტონის მოსმენა, ამის მიზეზი სულ სხვა რამ უნდა იყოს და არა შეკუმშვის ან აგზნების რითმი. ამის მიზეზი ის უნდა იყოს, რომ ყოველი სხეული, რომელიც ინდუქციის კვეთებათა ზრევში შედის, ბგერას გამოსცემს. ალბად თვითეულ კვეთების გატარება სხეულში იმისთანა ფიზიკურ ცვლილებას იწვევს, რომ სხეული მბგერავი ხდება, თუ კვეთებანი სწრაფად მეორდებიან. ნერვის გაღიზიანების დროსაც კუნთი შეიძლება მბგერავი გახდეს ამ მიზეზით, ვინაიდან ავტორები დიდი ინტენსივობის კვეთებებს ხმარობდნენ და ამიტომ მათი ფიზიკური მოქმედება კუნთზედაც უნდა გავრცელებულიყო.

სხვადასხვა კუნთების შეკუმშვის თავისებურება. სხვადასხვა ცხოველთა კუნთებმა, როგორც ერთი და იმავე ცხოველის სხვადასხვა კუნთებმა, შეიძლება არსებითად სხვანაირი შეკუმშვა მოგვცენ.

ხანგრძლივი მარტივი შეკუმშვა იწვევა კუს კუნთებზე, ღამურისაზე; მფრინავ მწერთა კუნთები მეტად სწრაფად იკუმშებიან—წუთში 350 (ბუზი), 400 (ფუტკარი) ცალკე შეკუმშვას იძლევიან. მაგრამ მწერთა შორის იმისთანებიც არიან, რომელთა კუნთები მეტად ნელა იკუმშება (hydrophilus, melomontha).

ბაყაყის m. gastrocnemius გაცილებით სწრაფათ იკუმშება (შემოკლების ხანგრძლივობა 0,12"), ვიდრე hyoglossus (0,42—0,46"); კუს omohyoideus უფრო სწრაფად (0.55"), ვიდრე pectoralis (1,8").

კუნთის თეთრ ბოჭკოებს უფრო მოკლე ფარული პერიოდი და ნაკლები (მარტივი) შეკუმშვის ხანგრძლივობა აქვს, ვიდრე წითელ ბოჭკოებს (სურ. 35). თეთრი კუნთები უფრო მალე იღლებიან და მუშაობის დროს უფრო ბევრ მეავას და სითბოს გამოიღებს. ვიდრე წითელი კუნთები (Grützner [27]) და (Rösner [28]). წითელი კუნთები აწარმოებენ გაჭიანურებულ, ხანგრძლივ მოძრაობას, და ამასთან ზომიერ ტეტანუსს. ამიტომ წითელი, ანუ სარკოპლაზმური ბოჭკოები მეტად ბლომათ მოიპოვებიან ხანგრძლივ მომუშავე კუნთებში (სუნთქვისა, ღეჭვისა, თვალისა. გულისა). თუ კუნთი უმთავრესად თეთრი ბოჭკოებისგან შესდგება, მარტივი შეკუმშვა უფრო მეტს ძალას იჩენს, ვიდრე იმნაირივე შეკუმშვა წითელი კუნთებისა. პირიქით წითელი კუნთების ტეტანუსი უფრო ძლიერია, ვიდრე თეთრი კუნთისა (Grützner [27]), Paucul [29]). თუ კუნთი ორივე ჯურის ბოჭკოებს შეიცავს. მაშინ მრუდის აღმა მუხლი ორ წვერს გვიჩვენებს: ერთი დამოკიდებულია სწრაფად შემკუმშველ თეთრ ბოჭკოებზე. მეორე ძლიმეთ შემკუმშველ წითელ ბოჭკოებზე (Grützner). ადამიანის gastrocnemius-ის გასქელების მრუდე აგრეთვე ორ წვერს გვაძლევს (Grützner და Rösner [30]).



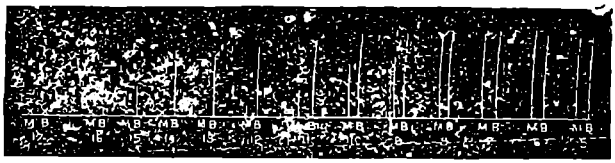
სურ. 35.

შედარება წითელი და თეთრი კუნთის შეკუმშვისა. ზემოთი მრუდე შინაური კურდღლის წითელს m. soleus-ს ეკუთვნის, ქვემოთი იმავე ცხოველის თეთრს m. Gastrocnemius. კუნთი ლიზიანდება პირდაპირ. დრო აღინიშნება წუთის $\frac{1}{30}$-ით. მრუდე მარჯვნიდან მარცხნივ უნდა იკითხებოდეს (Pembrey).

სხვადასხვა კუნთების შემოკლების ხარისხი. კუნთის შეკუმშვის ოდნობა დამოკიდებულია მრავალნაირ პირობებზე. პირველად ყოელისა გაღიზიანების ძალას აქვს ამაში ნიშვნელობა სუსტი გაღიზიანებისას მოქმედებაში მოდის მხოლოდ კუნთის ბოჭკოთა ნაწილი, ამიტომ კუნთის საერთო შეკუმშვა მცირეა. გაღიზიანების გაძლიერებისას მონაწილე ბოჭკოთა რიცხვი მატულობს, ამის გამო კუნთის საერთო შეკუმშვაც მატულობს, მაქსიმალურ შეკუმშვას მივიღებთ მაშინ, თუ რომ ყველა კუნთის ბოჭკოები მოქმედებაში მოდიან. მეტადრე დიდი გრადაციის უნარი აჩნდება კუნთს იმ შემთხვევაში, როდესაც იგი დატვირთულია. ამ შემთხვევაში ტვირთი მით უფრო მაღლა აიწევა, რაც უფრო მეტი კუნთის ბოჭკოები მოდიან შეკუმშვაში. (სურ. 36).

შეკუმშვის უნარის სხვადასხვაობა ერთი და იმავე ცხოველის კუნთებსა შორის. თვითეული კუნთის შეკუმშვის უნარი სრულიად ინდივიდური მოვლენაა. ზოგი კუნთი ნაკლები პროცენტით მოკლდება

კუნთის ნორმულ სიგრძესთან შედარებით, ზოგი მეტით. განსხვავება ამ მხრივ ძალიან დიდია. მაგ. ბაყაყის tibialis ant. და peroneus20-30%-ით იკუმშება საუკეთესო ფუნქციონალური მდგომარეობისას; sartorius და semitendinosus-ი კი 45 70%-ით; gastrocnemius-ს ამ უნარის მხრივ საშუალო ალაგი უჭირავს. თვითეული კუნთის მაქსიმალური შემოკლება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ფუნქციონალურ მდგომარეობაზე. გაზაფხულის დასუსტებულ ბაყაყებზე, ორმელთაც ზამთრის სიმშილი განიცადეს, თვითეული კუნთი უფრო ნაკლებ იკუმშება, კიდრე შემოდგომას. ოოდესაც ისინი საუკეთესო ფუნქციონალურ მდგომარეობაში არიან. შემდეგ გათბობისას, როდესაც საზოგადოთ ფუნქციონალური მდგომარეობა უმჯობესდება. შემოკლების უნარი მატულობს თვითეულ კუნთში. მაგრამ ყოველ ფუნქციონალურ მდგომარეობისას ზოგი კუნთი, როგორც tibial. ant. და peron. ნაკლებად იკუმშებიან, ზოგი კიდეე მეტად, როგორც sartor. და semit. მაშას. ზემოაღნიშნული განსხვავება უცვლელი რჩება ყველა პირობებში. (ბერიტაშვილი და იაშვილი[9]). ასეთივე განსხვავება იყო დაკვირვებული კატის უკან კიდურის კუნთების მიმართ. აქაც sartorius-ი იკუმშება ერთიორად მძლავრად, ვიდრე tibialis ant. და rectus femoris. (ცხაკაია[31]).



სურ. 36.

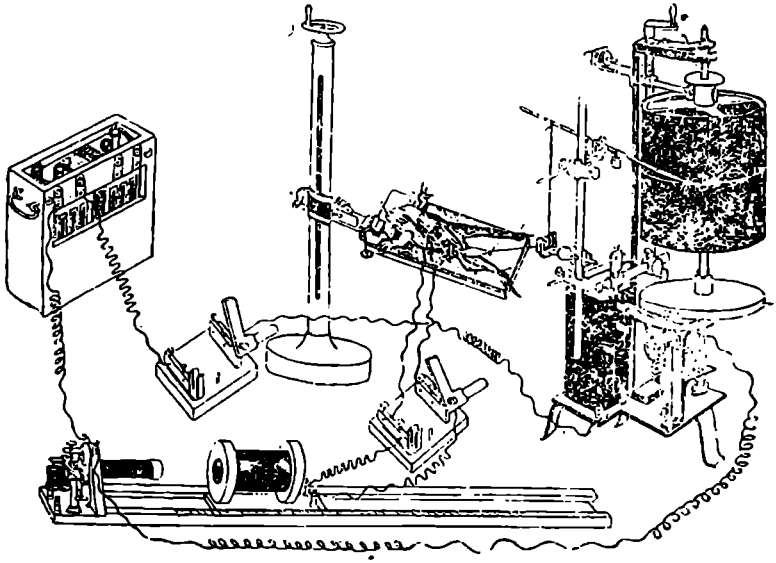
კუნთის შეკუმშვის სიმაღლის დამოკიდებულება გაღიზიანების ინტენსივობაზე. კუნთი ღიზიანდება პიოდაპირ ინდუქციის კვეთებებით. M ეჩვენებს ჩაკეტვის ინდუქციის კვეთებას, B--გაღების. მათ ქვეშ ციფრები აღნიშნავენ ინდუქციის კოჭთა შუა მანძილს სანტიმეტრებით. მოყვანილ ცდაში სიხღურბლე გაღიზიანება გაღების ინდუქციის კვეთებით 16 სანტიმ. უდრის. ჩაკეტვისა კი 12 სანტ. ოპტიმალურ ეფექტის გამომწვევი გაღიზიანების ძალა პირველისთვის ვანიზომება 9--8 სან., მეორესთვის კიდეე 7 სან. (Pembrey).

შეკუმშვის უნარის თავისებურება თვითეულ კუთში დამოკიდებულია მის ანატომიურ მდებარეობაზე. თუ კუნთის მდებარეობა ისეთია, რომ მისი მიმაგრების წერტილებს შუა მდებარე მანძილი შეფარდებული სახსრების მაქსიმალური მოხვრის დროს ძალიან განსხვავდება იმაეე წერტილთა შუა მდებარე მანძილიდან, რომელიც სახსრების მაქსიმალური გაშლის დროს არის, მაშინ კუნთის შეკუმშვაც დიდია. მაშ., **შეკუმშვის უნარი თვითეულ კუნთში მით უფრო დიდია, რაც უფრო მეტია კუნთის მიმაგრების წერტილების მანძილთა განსხვავება სახსრების მაქსიმალური გაშლისა და მოხვრის დროს.** (ბერეტაშვილი და იაშვილი[30]).

პრაქტიკუმი.

კუნთის შემოკლების და გაგანიერების ჩვენება შეკუმშვის დროს. იღებენ რომელიმე მრგვალ მუცლიან კუნთს, მაგ. ბაყაყის semitendinosus-ის ერთ-ერთ თაესამოსკრიან ნაკ. გაბამენ ჯორისანტალურ მდებარეობაში. ერთ თაესუფალ ბოლოს მიაბამენ ძაფს, ძაფს კიდევ პატარა ტვირთს და კალზე გადაკიდებენ. კუნთს აღიზიანებენ ტეტანური გაღიზიანებით.

მარტივი შეკუმშვის, ფარული პერიოდის და მათი ცვალებადობის ცდა. საცობის ფიცარზედ გააკრობენ საზურგ-ტვინო ბაყაყს ზურგით ზემოთ. gastrocnemius-ს გადუკრიან მყეს და მას ძაფს მიაბმენ მიოგრაფისთვის, რომ კუნთი რეფლექსურათ არ აიგზნას, გადუკრიან n. ischiadicus იმავე მხარეზე. ღიზიანდება კუნთის პროკსიმალური ბოლო. ამ ცდაში კიმოგრაფი ძალიან სწრაფად უნდა ტრიალებდეს: ერთი-ორი წუთი თითო შემოტრიალება. კუნთის გაღიზიანება ამ შემოტრიალების დროს ავტომატურად ხდება, რადგან კიმოგრაფს აქვს თანდატანებული ინბაური მომაოთელობა, რომ მისი შემწეობით კუნთის გამაღიზიანებელი ელექტროდენი თვით შემოტრიალების დროს იღება და იკეტება. ცდის მოწყობა იხილე სურ. 37.



სურ. 37.

ცდის მოწყობილება მარტივი შეკუმშვის, შესასწავლად. განმარტება იხ. ტექსტში. (ბერიტაშვილი)

ჯერ აღნიშნავენ შეჩერებულ ცილინდრზე იმ ალაგას, რომელზედაც მიოგრაფი უნდა იყოს გაღიზიანების დროს. შემდეგ აამოძრავებენ მას. გასაღიზიანებლად ხმარობენ ინდუქციურ კეთილებას. ფარული პერიოდი გამოიხატება იმაში, რომ შეკუმშვა დაიწყება აღნიშნული მდებარეობის განვლის შემდგომ რამდენიმე წუთის მეასედის განმავლობაში. ამ ცდის დროს კიმოგრაფზედ იწერება წუთში ასრხეეიანი კამერტონის რხევა. კამერტონი მოდის მუდმივ მოძრაობაში ელექტრომაგნიტის შემწეობით. კამერტონისაგან დაწერილი მრუდის საშუალებით ჩვენ შეგვიძლიან გამოვიანგარიშოთ, თუ კიმოგრაფმა რომელიმე განსაზღვრული მანძილი რამდენ დროს გაიარა. მაშასა-

დამე, ამით გაითვალისწინებთ, როგორც ფარული პერიოდის, ისე შეკუმშვის ხანგრძლივობას. ამ ოდენობათა ცვალებადობა ტემპერატურის მიხედვით ასე გამოიკვლევა: ჯერ შეკუმშვა იწერება კუნთის გაუთბობლად. ეინაიდან ბაყაყს საკუთარი ტემპერატურა არა აქვს, ამ შემთხვევაში მას ექნება ოთახის ტემპერატურა. მერე კუნთს ყოველ მხრივ შემოაწყობენ თბილ ფიზიოლოგიურ ხსნარში დასველებულ ბამბას. ამ ტემპერატურას ტერმომეტრით გაზომენ. უკანასკნელი 39°C არ უნდა აღემატებოდეს, რომ კუნთი არ მოიბერშოს. 5—10 წუთის შემდგომ სწრაფათ ბამბა მოეცლება და შეკუმშვა ხელ ახლად დაიწერება.

საკირო, რომ შეკუმშვის მრუდე –მოიგრამა სავსებით გამოხატავდეს შეკუმშვის აქტს. ამისათვის მიოგრაფის მწერავი ბოლო არ უნდა იყოს მაგრად მიკერილი კიმოგრაფის ცილინდრზე. მძლავრი ხახუნი დაამახინჯებს შეკუმშვის მრუდეს ჩამავალი მუხლის არა მართებულად გაგრძელებით. გარდა ამისა უნდა ყურადღება მიექცეს, რომ მიოგრაფეა რაც შეიძლება ნაკლები მოძრაობა აწარმოეს ინერციის გამო. ამისათვის ტვირთი ან შედარებით დიდი უნდა იყოს ან ძალიან მცირე. ამასთან ეს ტვირთი მიოგრაფის ღერძთან რაც შეიძლება ახლო უნდა იყოს მიბმული.

სრული და კბილოვანი ტეტანუსის დაკონტრაქტურის დაკვირვება. ოგივე ბაყაყის პრეპარატი. მხოლოდ ამ შემთხვევისთვის m. gastrocnemius-ს მეორე მხარეზედ იღებენ. სრული ტეტანუსისთვის ხმაროობენ ელექტრო-მაგნიტურ გამტეხელს, რომელიც დიუ ბუა რეიმონის ინდუქტორიუმს აქვს. კბილოვანი ტეტანუსის მიღება მაშინ შეიძლება. თუ კუნთი ინდუქციური კვეთებით ლიზიანდება წუთში 5—10 ჯერ. ამ შემთხვევაში ელექტროდენი ვაწყდება ხელით დიუ ბუა რეიმონის გასაღების ან და მეტრონომის საშუალებით. თუ გაღიზიანება მძლავრი და ხანგრძლივია, მაშინ გაღიზიანების შემდეგ შეკუმშვა გაგრძელდება. ე. ი. მიიღებენ კონტრაქტურას.

კუნთის ტონის მოსმენა. სტეტოსკოპით მოისმენენ ადამიანის m. biceps brachii წინამხრის ძლიერ მოხვრის დროს. სრული სიჩუმის დროს კუნთის ტონის მოსმენა შეიძლება უსტეტოსკოპოთაც მოხდეს. შესაძლებელია მოსმენილი იყოს თავისი საღეპავი კუნთების ტონი ჩბის მაგრად მოჭერის დროს.

ლიტერატურა.

1. Th. Engelmann, Pf. Ar. 1880. 23.
2. Hürthle, Pf. Ar. 1909. 126. 129.
3. H. Stübel, Pf. Ar. 1920. 180. 209.
4. E. Brücke, Denksch. d. W. Akad. d. Wiss. 1858. 15.
5. O. Meyerhof, Erg. Physiol, 1923. 22. 301.
6. G. Embden, Z. Physiol. Ch. 1914, 93; 1921, 113; 1922, 118.
7. G. Kopyloff, Pf. Ar. 1913. 153, 218.
8. G. Schwenker, Pf. Ar. 1914. 157. 443.
9. J. Bernstein, Pf. Ar. 1902. 92.
10. A. Bethe, Pf. Ar. 1923. 199, 491.
11. Hürthle, Pf. Ar. 1909. 126. 129.
12. W. Straubé, Pf. Ar. 1922. 194. 574.
13. A. Bethe, Fraenkel M. და J. Wilmers, Pf. Ar. 1922. 194, 45.
14. A. Schott, Pf. Ar. 1922. 194. 271.
15. Ohno Masataka, Pf. Ar. 1922. 197. 362.
16. Fr. Rauh, Z. Biol. 1922. 76. 25.

17. Parnas, Pf. Ar. 1910, 134, 141.
18. A. Bethe, Pf. Ar. 1911. 142, 291.
20. K. Plaut, Pf. Ar. 1924. 202. 410.
21. E. Tiégel, Pf. Ar. 1876. 13. 71.
22. J. Beritoff, Pf. Ar. 1923. 198. 590.
23. Ot. Riesser, A. ex. Path. u. Phar. 1921. 91, 342.
24. H. Helmholtz, Wissensch. Abhand. 1883. 2. 924.
25. Ch. Löven, A. An. Physiol. 1881. გვ. 368.
26. J. Bernstein, Pf. Ar. 1875. 11, 191.
27. Grützner, Bresl. ärztl. Zeitsch. 1681, № 18; 1887, № 1.
28 A. Rösner, Pf. Ar. 1900. 81, 105.
29. E. Paukul, A. An. Physiol. 1904 გვ. 100.
30. ბერიტაშვილი ივ. და იაშვილი დ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მოამბე. 1924.
31. ცხაკაია. მიხ. თბილ. სახელმწიფო უნივერს. ფიზიოლ. ლაბორატორიიდან. არ არის გამოქვეყნებული.
32. L. Wacker, Pf. Ar. 1916. 163. 491; Zeitsch. f. Biol. 1924. 81, 80.
33. G. Mansfeld, Pf. Ar. 1920. 184. 236; 1921. 188. 241, 247.
34. G. Embden, Kl. Woch. 1924. 3. 1393.
35. E. Ernst, Pf. Ar. 1925, 613. 209; 1926. 213, 144.

4. კუნთის აგზნებადი ნივთიერების ფუნქცია.

მოქმედების ელექტროდენი. შეკუმშველი ეფექტის გარდა არსებობს კუნთის სხვანაირი ეფექტიც, რომელიც აგრეთვე კუნთის აგზნებადი ნივთიერების აქტიურ პროცესს გამოხატავს. ეს არის **ელექტრული ეფექტი.** როგორც ცნობილია, ყოველ ქიმიო-ფიზიკურ ცვლილებას თანადასდევს ელექტრული ეფექტი. სწორედ ასევეა ცოცხალ ქსოვილშიაც. პროტოპლაზმის ქიმიო-ფიზიკურ ცვლილებასაც, რომელიც იწვევა გაღიზიანების მიერ და აგზნების პროცესს წარმოადგენს, აგრეთვე თანასდევს ელექტრული წონასწორობის დარღვევა, ელექტრული ეფექტი. ეს აღმოაჩინა წარსული საუკუნის პირველ ნახევარში მათეუჩმა (Matteucci). 1842 წელს მან დაამტკიცა, რომ მოქმედების დროს კუნთი იმოდენა ელექტრობის ძალას იძლევა, რომ მის საშუალებით მამოძრავებელი ნერვის გაღიზიანება შეიძლება. მან პირველად გვაჩვენა ის შესანიშნავი ცდა, რომელიც აქნობამდის ექსპერიმენტალურ ფიზიოლოგიაში მშვენიერ და ფრიად საგულისხმოთ ითვლება. თუ ერთი ნერვ-კუნთის პრეპარატის კუნთზედ მეორე ამნაირივე პრეპარატის ნერვი დაიდვა, მაშინ პირველის შეკუმშვა მეორეს შეკუმშვასაც გამოიწვევს. ამ შეკუმშვას დიუ ბუა რეიმონმა „მეორედი შეკუმშვა" უწოდა [1]). ელექტრობის ძალის წარმოშობა შეკუმშვის დროს დაწვრილებით იყო შესწავლილი დიუ ბუა რეიმონისგან წარსული საუ-

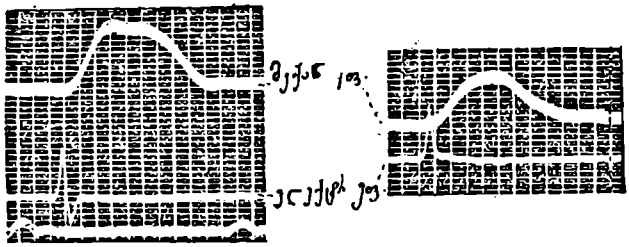
კუნის მეორმოცდაათე და მესამოცე წლებში. ხსენებული მეცნიერი ითვლება ელექტროფიზიოლოგიის შემქმნელად. მას ეკუთვნის ელექტროფიზიოლოგიის სხვადასხვა კითხვების ექსპერიმენტალური გამოკვლევა და სწორი მეთოდების შექმნა. დიუ ბუა რეიმონმა კუნთის ელექტრული დენი აგრეთვე მგრძნობიარე მულტიპლიკატორის და გალვანომეტრის საშუალებითაც გამოიკვლია. აღნიშნული ელექტროდენი, როგორც გამომბატეელი კუნთის მოქმედებისა, წოდებულია **მოქმედების ელექტროდენად**. იგი იბადება პირველად კუნთის იმ ალაგას, სადაც გაღიზიანება სწარმოებს, თუ მამოძრავებელი ნერვი ღიზიანდება, მაშინ იქ, სადაც ეს ნერვი კუნთის ბოკოებს ერთვის, საზოგადოთ სადაც პირველად აგზნება ჩნდება. ეს ალაგი რომ რომელიმე სხვა ალაგს შეეუერთოთ გალვანომეტრის საშუალებით, აღმოჩნდება, რომ იგი აგზნების დაწყებისას უარყოფით ელექტრობას იჩენს. საზოგადოთ ცნობილია, რომ **კუნთის თვითეული ნაწილი, რომელიც აგზნებას განიცდის, უარყოფითს ელექტრობას იჩენს აუგზნებელ ნაწილებთან შედარებით** (იხ. სურ. 38) (Hermann [2]).

სურ. 38.

გაღიზიანებული კუნთის ორფაზიანი მოქმედების დენი. I—პირველი ფაზა: ღიზიანდება ნაწილი 1; წერტილი 2 და 3 უპოლიარიზაციო ელექტროდების საშუალებით უერთდება გალვანომეტრს. გაღიზიანების შემდგომ გალვანომეტრი პირველად აღნიშნავს ელექტროდენის იმნაირ მიმართულებას (წრის ისარი), რომელიც შეკუმშულ ალაგას (წერტილი 1) უარყოფითი ელექტრობის აღმოცენებას უჩვენებს იმ წერტილთან შედარებით, რომელიც მოსვენებაშია. II—მეორე ფაზა: როდესაც შეკუმშვა გადადის მესამე წერტილზედ, მეორე კიდევ მოსვენებაშია. ეხლა ურთიერთობა უკუღმართია, საბელდობრ, 3 გვაძლევს უარყოფით ელექტრობას. 2—დადებითს (Frohlich).

როდესაც გალვანომეტრთან შეერთებულია კუნთის ორი დაუზიანებელი ადგილი, მაშინ გალვანომეტრი აღნიშნავს ორი ადგილის მოქმედების ელექტროდენს, ვინაიდან აგზნება არ აღმოცენდება ერთბაშად მთელ კუნთში. შუადამ იგი წარმოიშვის ჯერ ერთ ალაგას და მერე აქედან ვრცელდება მთელ კუნთში. ამიტომ ელექტრობა ჯერ ერთი ელექტროდის ქვეშ ვითარდება, მერე მეორეს ქვეშ. ამისდა მიხედვით გალვანომეტრის ისარი ჯერ ერთ მხარეზე გადიხრება, მერე მეორეზე. ამნაირად ელექტრული ეფექტი ორ ფაზიანი გამოდის (იხ. სურ. 39). ელექტრული ეფექტის ორფაზიანობა ხშირათ ხელს უშლის ელექტრული ეფექტის მართებულად შესწავლას. ასეთ შემთხვევებში რამენაირად აზიანებენ კუნთის ერთ ბოლოს და გალვანომეტრის ერთ პოლიუსს შეუერთებენ ამ ადგილს, მეორე პოლიუსს კი მიადებენ დაუზიანებელ ადგილს. ასეთ პირობებში ელექტრუ-

ლი ეფექტი ერთფაზიანია, რომელიც დაუზიანებელი ადგილის მოქმედების ელექტრო დენს გამოხატავს. (იხ. სურ. 39) (Hermann [2]).



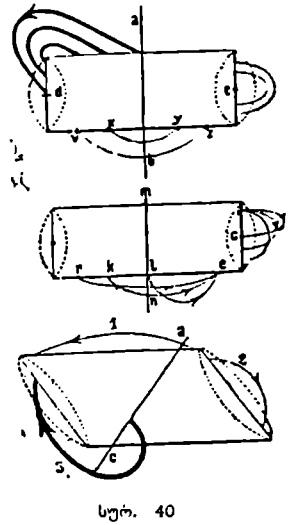
სურ. 39.

კუნთის მექანიკური და ელექტრული ეფექტის ურთიერთობა. ორივე სურათი მიღებულია ბაყაყის დაკურარეებულ m. sartorius-ისგან. ელექტრული ეფექტი იწერება ეინთჰოვენის სიმის გალვანომეტრის საშუალებით. პირველ სურათზედ გალვანომეტრს უერთდება კუნთის ორი საღი ალაგი, მეორეზედ კი მხოლოდ ერთი. ამისდა მიხედვით პირველ შემთხვევაში მოქმედების ელექტროდენი ორფაზიანია, მეორეში ერთფაზიანი. პირველ სურათზედ დრო ნაჩვენებია 0,2 წუთით (ვორონცოვი).

მოსვენების ელექტროდენი. გარდა იმ ელექტროდენისა, რომელიც კუნთში მოქმედების დროს წარმოიშვება, ცნობილია აგრეთვე მოსვენების ელექტროდენი, ე. ი. ის დენი, რომელიც აღმოცენდება კუნთში უმოქმედობის დროს დაზიანების გამო. ეს მოვლენაც პირველად მატეუჩმა აღმოაჩინა 1838—1840 წელში, და მალე ამის შემდეგ იგი დიუბუა რეიმონმა დაწვრილებით შეისწავლა. რომელიმე დაზიანებული კუნთის ნაწილი გამტარებელით რომ საღ ნაწილთან შეეაერთოთ, გამტარებელში გაჩნდება ელექტროდენი, რომელიც საღ ნაწილისგან დაზიანებულისკენ მიიმართება. შიგ კუნთში კი, რასაკვირველია, მიმდინარეობს პირიქით დაზიანებულ ალაგიდან საღისკენ. ამნაირად, **დაზიანებული ალაგი უარყოფითი ელექტრობის წყაროს წარმოადგენს** (სურ. 40). ამ ელექტროდენს დიუბუა რეიმონმა **მოსვენების ელექტროდენი** უწოდა.

მოსვენების ელექტროდენი ყოველნაირ დაზიანებისგან იბადება: გაჭრით, დაწვით, დაგლეჯით და სხვა, ე. ი. ყოველნაირი აგენტი, რომელიც კუნთის სტრუქტურას არღვევს, ჰბადებს ამ ელექტროდენს. საზოგადოდ ამ ელექტროდენის ოდნობა მეტად დიდია. იგი მაგ. ბაყაყის კუნთში საშუალოთ 0,035—0,075 ვოლტს უდრის. ეს ელექტრობის მამოძრავებელი ძალა იბადება სწრაფად დაზიანების შემდგომ, მაგრამ დიდ ხანს გრძელდება: ხან რამდენიმე საათსაც. მისი ოდნობა კი ამ დროის განმავლობაში თანდათანობით კლებულობს. ტემპერატურა დიდ გავლენას ახდენს: დაზიანებულ ალაგის გაცივება ამცირებს ელექტროდენს, გათბობა კი პირიქით მას ჰმატებს.

ერთ დროს დიდი კამათი იყო ფიზიოლოგთა შორის მოსვენების ელექტროდენის ბუნების თაობაზე. ამ კამათში მონაწილეობას იღებდნენ ისეთი გამოჩენილი ფიზიოლოგები, როგორიც იყო დიუ ბუა რეიმონი [3]), ჰერმანი [4]), ჰერინგი [4]) და სხვანი. ბოლოს იმ აზრმა გაიმარჯვა, რომელიც ჰერმანმა მოკლეთ გამოსთქვა იმ დებულებაში, **„რომ ყველა მომაკვდავი ნივთიერება მიემართვის ცოცხალს უარყოფითად“**, ე. ი. როცა აგენტის ზეგავლენით ცოცხალი ნივთიერება იშლება, ირღვევა და ამით სიკვდილის გზას ადგება, მაშინ აღძრული ქიმიური პროცესების გამო ელექტრობა იბადება.



სურ. 40
კუნთის მოსვენების ელექტროდენი. ელექტროდენის გაყვანის სხვადასხვა წესი კუნთის ცილინდრული ნაკრეებიდან. (ელექტროდები და გალვანომეტრი არაა მოყვანილი). წრის ისარი უჩვენებს ელექტროდენის მიმართულებას წრეში: სქელი ხაზები უჩვენებენ ძლიერი დენის მიმართულებას, წერილი კიდე სუსტს. ისას (Landois).

ჩვეულებრივ მოსვენების ელექტროდენის შესასწავლად ანიანებენ კუნთის დისტალურ ბოლოს, ამიტომ მოსვენების ელექტროდენის მიმართულება, ცდის პირობათა მიხედვით, სრულიად მოპირდაპირეა იმ ელექტრობისა, რომელიც მოქმედების დროს ჩნდება; ამიტომ გალვანომეტრის ისარი მოსვენების ელექტროდენის გაელენით ერთ მხარეზედ გადიხრება, მოქმედებისა კი მეორეზედ. ამის გამო დიუ ბუა რეიმონმა მოსვენების ელექტროდენს დადებითი უწოდა, ხოლო მოქმედებისას უარყოფითი. ამ თერმინებს სხვანიც ხმაროობდნენ. თუმცა ცხადია, ეს თერმინები არაა მართებული. გარჩევა ელექტროდენთა მიმართულებაში შემთხვევითია. იგი იქიდან წარმოსდგება რომ მოსვენების ელექტროდენი კუნთის ბოლოს იბადება, ე. ი. სადაც კუნთს ჩვეულებრივ ანიანებენ, მოქმედებისა კი კუნთის სადმე საღ ალაგას.

მაგრამ მოსვენების და მოქმედების ელექტროდენის შორის დიდი პრინციპიალური გარჩევაც არსებობს. მოსვენების ელექტროდენი სწარმოებს მხოლოდ იმ ალაგას, სადაც დაზიანება მოხდა, მოქმედებისა კი ძლიერ სწრაფად ვრცელდება მთელ კუნთის სიგძეზე, რადგან აგზნება სწრაფად სტოვებს იმ ალაგას, სადაც აღმოცენდა, და გადადის ბოჭკოთა მოსაზღვრე ნაწილზედ. ამიტომ კუნთის ყველა ნაწილში მოქმედების ელექტროდენი თვითეულ გაღიზიანების შემდგომ ძლიერ მოკლე ხანს დაიყოვნებს, სულ წუთის რამდენიმე მეათასედს. ეს აგზნების გავრცელების მოვლენა ცნობილია, როგორც აგზნების **გამტარებლობა**. ამას დაწვრილებით შემდეგ განვიხილავთ.

მოქმედების ელექტროდენი და კუნთის აგზნებადი ნივთიერება. ჩვეულებრივ ერთი ინდუქციური კვეთებით გამოწვეული მოქმედების ელექტროდენი თითქმის მარტივი შეკუმშვის დაწყებამდე მიმდინარეობს (იხ. სურ. 39). ეს ცხადად გვიჩვენებს რომ აღნიშნული ელექტროდენი არაა დამოკიდებული შემკუმშველ ნივთიერებაზე. ამაზე უთითებს ბრიუკესაგან აღნიშნული მოვლენაც, რომ თუ კუნთი ზედიზედ მიყოლებულ მრავალ გაღიზიანე-

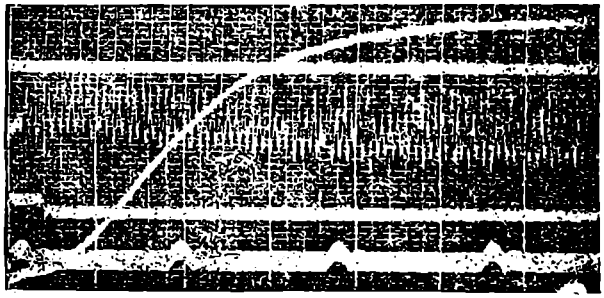
ბის წყალობით დაიღალა, მაშინ მექანიკური შეკუმშვის და ელექტრული ეფექტის ცვლილება პარალელურად არ მიმდინარეობს. ბრიუკემ აღმოაჩინა, რომ მექანიკური ეფექტი კნინდება და ისპობა უფრო ადრე, ვიდრე ელექტრული [1]). ბევრი სხვა ამ გვარი ფაქტიც იყო გამოქვეყნებული. სხვათა შორის, იყო ნაჩვენი, რომ ხანმოკლე დასვენება ხანგრძლივი დაღალვის შემდეგ, როდესაც ელექტრული ეფექტიც მნიშვნელოვნად შემცირდა, ხელს უწყობს მხოლოდ ელექტრული ეფექტის მნიშვნელოვან აღდგენას (ბერიტაშვილი [1]). ამას გარდა დამტკიცებულია, რომ შეტ წილად კონტრაქტურის დროს, ამ სრულიად ჩვეულებრივი შეკუმშვის დროს, მოქმედების ელექტროდენი არ არსებობს. (ბერიტაშვილი [1]). ასეა მაგ., როდესაც კონტრაქტურას ვაღიზიანება იწვევს ან და მჟავების მოქმედება. აქედან ცხადლივ სჩანს, რომ **ელექტრული ეფექტი არ უნდა გამოხატავდეს შეკუმშვის პროცესს, არამედ აგზნებადი ნივთიერების აგზნების პროცესს.**

მოქმედების ელექტროდენის ხანგრძლივობა. იგი კუნთის თვითეულ ნაწილში სხვადასხვა გარემოებათა არის დამოკიდებული. უპირველესად თვით ცხოველის მოდგმაზე. ბაყაყის და საერთოდ ცივ სისხლიან ცხოველთა კუნთში ერთი მოქმედების ელექტროდენის ხანგრძლივობა უფრო დიდია, ვიდრე თბილ სისხლიან ცხოველებში. ბაყაყის კუნთში ერთ რომელიმე ადგილს იგი გრძელდება 3—4 სიგმას (სიგმა წუთის ერთი მეათასედია), თბილ სისხლიანისაში—კი 2,5—3 სიგმას. (ბერიტაშვილი [1]). მაშასადამე, მოქმედების ელექტროდენის ჩვენების თანახმად ერთი აგზნების პროცესი ცივსისხლიან კუნთში 3—4 სიგმას გრძელდება, თბილსისხლიანში კი 2,5—3 სიგმას. კუნთის ტემპერატურის აწევ-დაწევა მოქმედების ელექტროდენზე ისე მოქმედობს, როგორც შეკუმშვაზედ. მოქმედების ელექტროდენის ხანგრძლივობა მატულობს, როცა კუნთის ტემპერატურა დაიწევს. მის ხანგრძლივობაზედ დაღლილობაც მოქმედობს. იგი უფრო ხანგრძლივია დაღალვის დროს. (ბერიტაშვილი [1]). საერთოდ შეიძლება ითქვას, რომ **ყველა იმ პირობებში, როდესაც ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლა სწრაფად სწარმოებს, მოქმედების ელექტროდენი, მაშასადამე, აგზნების ხანგრძლივობაც უფრო ნაკლებია, ვიდრე მაშინ, როდესაც პირობები ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას ხელს არ უწყობს.**

მოქმედების ელექტროდენი ტეტანური გაღიზიანების დროს. ტეტანუსის დროს ელექტრული ეფექტი რხევით მიმდინარეობს, განწყვეტით. მას არას დროს არა აქვს მუდმივი განუწყვეტელი ხასიათი. თუნდაც გაღიზიანება განუწყვეტელი იყოს, როგორც, მაგ., გალვანური ელექტროდენი. კუნთის ელექტრული ეფექტი მაინც რხევიანი იქნება და თითო რხევა დაასლოვებით იმავე ხანგრძლივობისა იქნება, როგორც ეს ერთჯერობითი თითო ინდუქციურ კვეთებისგან გამოიწვევა. აქედან გამომდინარეობს, რომ **ტეტანური შეკუმშვის დროს აგზნების პროცესი გაწყვეტით, მაშ. რითმულად მიმდინარეობს.** ელექტრული ეფექტის რხევის რაოდენობა წუთში, მაშ., აგზნების პროცესის რითმი დამოკიდებულია, როგორც გაღიზიანების სიხშირეზე და ინტენსიობაზე, ისე თვით კუნთის ფუნქციურ მდგომარეობაზე. (ვედენსკი [1]).

აგზნების რითმული ბუნება. თუ გამაღიზიანებელ ინდუქციურ კვეთებათა სიხშირე ძალიან დიდი არაა, მაშინ მოქმედების ელექტროდენის რითმში გაღიზიანების რითმს უდრის. თუ გაღიზიანების რითმი შედარებით მაღალია, მაშინ მოქმედების ელექტროდენის რითმი გაღიზიანებისას არ მისდევს. მაგრამ მუდამ, ყველანაირი გაღიზიანების სხვარებისას, ელექტრული ეფექტი რხევით მიმდინარეობს, ე. ი. იგი შესდგება სწრაფად ხედიზედ მიმდევნო მოქმედების ელექტროდენისაგან.

რადგან უკანასკნელი აგზნების პროცესს გამოსაცანს, უნდა დავსკვნათ, რომ **კუნთის აგზნების პროცესი მუდამ რითმულად მიმდინარეობს.** ეს რითმი მით უფრო დიდია, რაც უფრო ძლიერ და ხშირად მოქმედობს გაღიზიანებელი ძალა. მაგრამ თუ თანდათანობით ბოუნატებთ ან მოუხშირებთ გაღიზიანებელ ძალას, აგზნების რითმი მაღე იმისთანა საზღვარს მიაღწევს, რომლის ზემოთ იგი აღარ აიწევს. რაც გინდ ბევრი უნატოთ ამ ძალას, მოქმედების ელექტროდენი ამ საზღვარს აღარ ასცილდება. ეს **საზღვრული აგზნების რითმი** დამოკიდებუ-



სურათი 41.

ელექტრული ეფექტი ტეტანური შეკუმშვის დროს. კარი: m. semitendinosus. იგი ღიზიანდება მამოძრავებელი ნერვის საშუალებით ასჯერ წუთში. სერათზედ რხევანი მრუდე იძლევა ელექტრული ეფექტის რხევას სიმის გალვანომეტრის საშუალებით. ეს რხევა მიმდინარეობს გაღიზიანების რითმით—100-ჯერ წუთში. სერათის ურხევი მრუდე გამოხატავს მექანიკური ეფექტის მსვლელობას. სულ ქვემოთა ხაზი იძლევა დროს წუთის მეხუთედობით. მის ზემოთ ხაზი გვაჩვენებს გაღიზიანების დაწყების მომენტს. (ბერიტაშვილი).

ლია კუნთის თავისებურებაზე და მდგომარეობაზე, ამიტომ მას **კუნთის საკუთარი რითმი** ეწოდება. გაცივებულ ბაყაყის კუნთში საზღვრული ანუ საკუთარი აგზნების რითმი ზამთრობით არ აღემატება წუთში 150–200; ზაფხულში კი აღწევს 300 წუთში. თბილ სისხლიან ცხოველის კუნთში კი იგი 400-მდე აღწევს, (ბერიტაშვილი [11]). საკუთარი აგზნების რითმი მუდამ ნაკლებია დაღლილ და გაცივებულ კუნთში, ვინემ შესვენებულსა და თბილში. ერთი სიტყვით, ყველა ის პირობები, რომელნიც ხელს უწყობენ ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას, აგზნების ხანგრძლივობას ამცირებენ და ამასთან ერთად აღგზნების საზღვრულ რითმს ადიდებენ (Buchanan [12]), Dittler და Тихомиров [13]) სურ. 41 გვაძლევს ელექტრულ ეფექტს ტეტანური გაღიზიანებისას.

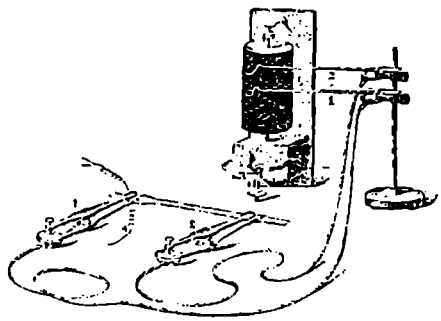
აგზნების გამტარებლობა კუნთის ბოჭკოში. როდესაც მოქმედების ელექტროდენი ერთ რომელიმე ნაწილში აღმოცენდება, იგი აქ არ ჩერდება. მოქმედების ელექტროდენი **თავისთავად ბოჭკოს ორივე მხარეს ვრცელდება, მაგრამ ის არ გადადის ერთი ბოჭკოდან მეორეზე.** რადგან ელექტრული ეფექტი აგზნებას გამოხატავს, უნდა ითქვას, რომ „აგზნება არ განისაზღვრება ერთი გაღიზიანებული ადგილით. იგი თავის თავად ვრცელდება კუნთის ბოჭკოში ერთი ადგილიდან მეორეში. ცოცხალი ქსოვილის ამ თვისებას ეწოდება **გამტარებლობა.** მისი სისწრაფე დამოკიდებულია ბევრნაირ პირობებზე, უპირველესად იმაზე, თუ რა ცხოველს ეკუთვნის იგი. ბაყაყის და საერთოდ ცივ სისხლიან ცხოველთა კუნთში აგზნება უფრო ნელა გატარდება, ვიდრე ძაღლისა და საერთოდ თბილ სისხლიან ცხოველთა კუნთში. ბაყაყის კუნთში მიმდინარე აგზნების სისწრაფე ერთს წუთში 3—4 მეტრს უდრის (Bernstein [14]). ადამიანის კუნთში კი იგი ერთ წუთში გაივლის 12—13 მეტრს (Hermann [15]). გამტარებლობის სისწრაფე დამოკიდებულია აგრეთვე კუნთების თვისებაზე: შინაური კურდღლის თეძო კუნთში, მაგ., აგზნება გაივლის ერთ წამში 5—11 მეტრს. წითელ კუნთში კი 3—3,4 მეტრს (Kohlrausch [16]).

გამტარებლობის სისწრაფე ფუნქციურ მდგომარეობის მიხედვით ყოველ კუნთში ცვალებადობს. რაც უფრო ნაკლებია მისი ტემპერატურა, მით უფრო მცირეა გამტარებლობის უნარი. აგრეთვე რაც უფრო დაღლილია იგი, მით უფრო ნაკლებია ეს უნარი. მაგ., ბაყაყის კუნთს რომ 6,5°C ჰქონდეს, მისი გამტარებლობის სისწრაფე 1,4 მ. იქნება; თუ იგი დაეღალეთ. მაშინ ეს სისწრაფე 0,8 მეტრამდე შემცირდება (Brücke [17]). შეიძლება ითქვას, რომ **კუნთში ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ხელშემწყობ პირობებში გამტარებლობის სისწრაფე მატულობს, ხოლო მის დამაბრკოლებელ პირობებში გამტარებლობის სისწრაფე კლებულობს**

აგზნების გამტარებლობა აგზნებადი ნივთიერების თვისებას შეადგენს. გაღიზიანებულ ალაგას აღმოცენებული აგზნება მთელ კუნთის ბოჭკოში აგზნებადი ნივთიერების საშუალებით ტარდება. ხოლო მიოფიბრილთა ანუ შემკუმშველი ნივთიერების მოქმედება მისდევს აგზნების ტალღას. **თვითეულ მომენტში იკუმშება მიოფიბრილთა ის ნაწილი, რომელსაც აგზნების ტალღამ მიაღწია.** ეს დასკვნა პირდაპირი ცდებიდან იყო გამოყვანილი. ჩვენ რომ რაიმე მიზეზით მოუსპოთ კუნთის ერთ ნახევარს შეკუმშვის უნარი და მერე გავალიზიანოთ ეს ნახევარი, მაშინ ეფექტს იმ ნახევარში თუ არა, მეორე ნახევარში მივიღებთ. ასე მაგ. ხდება. თუ რომ კუნთის ერთი ნახევარი 34°—37°C ტემპერატურიანი რინგერის ხსნარშია ჩაკიდული. სითბოს გავლენით ერთი ორი საათის განმავლობაში ამ კუნთის ნაწილში სავსებით იშლება ის დედა ნივთიერება—გლიკოგენი, რომელიც შეკუმშვის გამომწვევ რძის მჟავას იძლევა. ამიტომ ამ ნაწილს შეკუმშვის უნარი ეკარგება. თუმცა აგზნებულების თვისება შენარჩუნებული აქვს. ეს იქიდან სჩანს, რომ ამ ნაწილის გაღიზიანება შეკუმშვას მეორე ნაწილში იწვევს. ამ ფაქტიდან თავის თავად გამომდინარეობს აგრეთვე ისიც, რომ აგზნება ვრცელდება კუნთის ბოჭკოში დამოუკიდებლად შემკუმშველ ნივთიერე-

ბისა. (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [17]). ამასთან პირდაპირი ცდებითვე იყო დამტკიცებული, რომ **შეკუმშვის პროცესი თავის-თავად არ ვრცელდება მიოფიბრილში.** სახელდობრ. კონტრაქტურული შეკუმშვა. გამოწვეული კუნთის ერთ ნახევარში, მისი, ე. ი. ამ ნახევრის, მკავის ხსნარში ჩადებით, არ ვრცელდება კუნთის მეორე ნახევარზე (Wilmers [18]). ამ გარემოებებით აიხსნება ის ნიშანდობლივი მოვლენა, რომ აგზნების მიერ გამოწვეული შეკუმშვის ტალღა სწორეთ ისეთივე სისწრაფით ვრცელდება კუნთში. როგორც ელექტრული ეფექტი.

აგზნების გამტარებლობის შესასწავლი მეთოდიკა. ვინაიდგან კუნთის აგზნება გაღიზიანებულ ნაწილიდან გაღიზიანებელ ნაწილებზედ მანძილის მიხედვით ვრცელდება, ე. ი. ჯერ ახლობელ ნაწილზედ და მერე შორეულზე, ამიტომ კუნთის ჯერ ერთი ალაგი იძლევა ელექტრულ და მექანიკურ ეფექტს, მეორე მეორე. აქედან თავისთავად ცხადია, რომ სისწრაფის ოდნობა დამოკიდებულია იმ ორ ალაგთა შუა მანძილზე და იმ დროზე, რომელიც უნდება აგზნების გატარებას ერთი ადგილიდან მეორემდე. პირველად კუნთის გამტარებლობის სისწრაფე შეკუმშვის მიოგრაფიული აღნიშვნით შეისწავლეს, სახელდობრ, მის დაძაბულების ცვალებადობის საშუალებით (იხილ. სურ. 42). ამისთვის საჭიროა. სახსრები ისე იყოს გამაგრებული, რომ შეკუმშვის დროს კუნთს არ შეეძლოს შემოკლდეს. მაშინ გაღიზიანება გამოიწვევს მხოლოდ კუნთის დაძაბულების ცვლილებას. რადგან დაძაბვლულება კუნთში შემოკლების მსგავსად ვრცელდება. ივი აღინიშნება კუნთის სხვადასხვა ალაგიდან სხვადასხვა დროს, მაშასადამე, კუნთის სხვადასხვა ალაგის დაძაბვის დასაწყისი სხვადასხვა დროს მოხდება. აქედან ადვილი საქმეა გამტარებლობის სისწრაფის გამორკვევა.



სურ. 42.

საცდელი სქემა კუნთში აგზნების ტარების შესასწავლად (Marey).

გამტარებლობის სისწრაფე შეიძლება გამოვიკვლიოთ აგრეთვე მოქმედების ელექტროდენის საშუალებით. რასაკვირველია, როდესაც ელექტროდენის გამუვანელი ელექტროდები კუნთის ორ საღ ალაგს ეხება, მაშინ აგზნების გავრცელებისას ჯერ ერთი ელექტროდის ქვეშ აღმოცენდება უარყოფითი ელექტრობა, მერე მეორის ქვეშ: მაშასადამე, ელექტროდენი ჯერ ერთი მიმართულებით გაივლის გალვანომეტრში, მერე მეორეთი. ამისდა მიხედვით გალვანომეტრის ისარი ჯერ ერთ მხარეზედ გადიხრება, მერე შეორეზედ. ამნაირად ელექტროდენი ორფაზიანი გამოდის, როგორც ნაჩვენებია შე-39 სურათზედ. რაც უფრო დიდი მანძილი იქნება ელექტროდებს შორის,

იმდენად დაშორებული იქნება ერთი ფაზა მეორიდან. ამ ორი ფაზის დასაწყისს შორის გავლილი დრო და აგრეთვე აღნიშნული კუნთის მანძილი ნებას გვაძლევს სისწორით გამოვიანგარიშოთ გამტარებლობის სიჩქარეები. იგი უნდა უდრიდეს $\frac{r.\ 100}{t}$, სადაც r არის მანძილი ელექტროდებს შორის და t—დრო წუთით, რომელშიაც ამ მანძილს აგზნება გაივლის.

პრაქტიკუმი.

მოქმედების ელექტროდენის დაკვირვება. მეორედი შეკუმშვა. ამ ცდისთვის ორ ნერვ-კუნთის პრეპარატს ამზადებენ. ბაყაყს მაკრატლით გადასჭრიან შუაზე, ისე რომ ხერხემლის გადაჭრა გულმკერდის ფარგალში მოხდეს. უკანა ნახევარს გააძრობენ ტყავს: ამოაჭრიან კუდუსუნის ძვალს და მოაცლიან შიგნეულობას. შემდეგ გადასჭრიან ხერხემლის ნაჭერს ორ სიმეტრიულ ნაწილზედ. ასევე უშვრებიან მენჯს, რომელსაც სჭრიან სიმფიზისის ხაზით, თვითეულ ნაწილში გამოაჩენენ წელის წნულს და მის გაგრძელებას საჯდომი ნერვის სახით მუხლის სახსრამდის. მერე მოაცლიან მენჯისა და ბარძაყის ფარგლიდან ყველა ნაწილებს გარდა ბარძაყის ძვლისა, იმ ხერხემლის ნაკრისა, რომლიდანაც წელის წნული იწყება და გამოჩენილ ნერვისა. ამნაირად ღებულობენ ორ ნერვ-კუნთის პრეპარატს. ამ ოპერაციის დროს დაცული უნდა იყვეს სრული სისუფთაეე და სიფრთხილე, რომ ნერვი ქიმიურად ან და მექანიკურად არ დაზიანდეს. ამისათვის დაუშვებელია პრეპარატის თითებით დაკერა. მისი დაკერა მხოლოდ პინცეტით უნდა სწარმოებდეს და მასთან ეს პინცეტი ან ძვალს უნდა მოეკიდოს, ან კუნთის ისეთ ნაწილს რომელიც პრეპარატს უნდა მოშორდეს. ნერვის აღება პინცეტით დაუშვებელია.

აღნიშნულ ცდას ასე აწარმოებენ. ერთ ნერვ-კუნთის პრეპარატს მოაკრიან ხერხემლის ძვალს და ნერვის ბოლოს მეორე ნერვ-კუნთის პრეპარატის m. gastrocnemius-ს მიადებენ. ამ პრეპარატის ნერვს გასდებენ პლატინის ელექტროდებზე და აღიზიანებენ მას ფარადიული ელექტროდენით ტეტანუსის გამოსაწვევად. ამ კუნთში აღძოცენებული მოქმედების ელექტროდენის მთელი რიგი გააღიზიანებს ამ კუნთზე დადებულ ნერვს. ამას შედეგად მოჰყვება მეორე პრეპარატის ამოქმედება ტეტანუსის გამოწვევით.

მოსვენების ელექტროდენის დაკვირვება. ილებენ ბაყაყის კუნთს: m. gastrocnemius ან triceps femoris და ერთგან გარდიგარდმოთ გასჭრიან. ამ გაჭრილ ალაგზე დაადებენ ნერვკუნთის პრეპარატის ნერვის ბოლოს. ეს ისე უნდა მოხდეს, რომ გაკეთდეს რკალი, რომელშიაც ნერვი და კუნთის გაჭრილი ადგილი შევა. როდესაც დაადებენ, კუნთის ელექტრობა ჩაიკეტება ნერვის საშუალებით და ეს გააღიზიანებს ნერვს. საპასუხოთ შეიკუმშებიან ამ პრეპარატის კუნთები. ასეთივე შეკუმშვა შეიძლება მოხდეს ნერვის აღებისას, როდესაც რკალის გაღება მოხდება

მოქმედების და მოსვენების ელექტროდენის დაკვირვება-გალვანომეტრის საშუალებით. ამისთვის საჭიროა უპოლიარიზაციო ელექტროდები ელექტრული ეფექტის გალვანომეტრში გასაყვანათ. სათანადო ცდების მეთოდიკას დაწვრილებით არ აღწერ, რადგან გალვანომეტრის ხმარება ამ მიზნისთვის თავის თავად ცხადია მისი აღწერილობიდან (ილილე მეთოდიკა).

ჩვენს დროში ელექტრობის ეფექტის საუკეთესო სარეგისტრაციო აპარატს წარმოადგენს ეინთჰოვენის სიმის გალვანომეტრი. თუ სიმის გაკიმულობა საკმარისად დიდია, მაშინ მას შეუძლიან თავისუფლათ ირხიოს წუთში 500-ჯერ და მეტჯერაც. ამიტომ კუნთის ელექტრული ეფექტის ყოველგვარი ცვალებადობა ამ გალვანომეტრით კარგათ შეისწავლება.

ამ მიზნისთვის შეიძლება ტელოფონიც ვიხმაროთ. კუნთი რომ ტელეფონის რკალში შევიტანოთ, ტელეფონმა უნდა უთუოდ ხმა ამოიღოს, რა დროსაც კი კუნთი ამოქმედდება. რადგან ტელეფონის ელექტრო-მაგნიტური ფირფიტა მით უფრო ძლიერ და ხშირად იმოქმედებს, რაც უფრო ძლიერი და ხშირი იქნება კუნთის ელექტრული ეფექტის რხევა; ამიტომ ცხადია, ტელეფონის ხმის სიმაღლის და ძალის მიხედვით შეიძლება დაწვრილებით გამოკვლეულ იქმნას კუნთის ელექტრული ეფექტის მსვლელობა და ცვლილება.

კ უ ნ თ ი ს გ ა მ ტ ა რ ებ ლ ობ ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა. იღებენ ბაყაყის სწორ ბოკკოიან კუნთს, როგორც მაგ., m. gracilis. მის ბოლოებს საცობის ფიცარზე ქინძისთავებით ამაგრებენ, რომ შეუძლებელი გახდეს კუნთის შემოკლება შეკუმშვის დროს. ამ ცდაში იწერება კუნთის დაძაბულება. კიმოგრაფი სწრაფად უნდა ტრიალებდეს—ერთი მოქცევა ერთ-ორ წუთში. სარეგისტრაციოთ ხმარობენ მ ა რ ე ი ს კაპსულის ორ წყვილს (იხ. სურ. 42). მათ პელოტებს იშგვარად დაადებენ კუნთის ორს ალაგს, რომ მათი დაძაბულება ამეშალოდეს კაპსულებს. კაუჩუკის მილის შემწეობით ეს მოქმედება გადადის კაპსულის მეორე წყვილზედ, რომელიც ამ მუშაობას კიმოგრაფზე სწერს. გამალიზიანებელ ელექტროდებს კუნთის პროქსიმალურ თაეზედ ადებენ, რომ ნერვი არ გალიზიანდეს. გალიზიანება გალების ინდუქციური კეფეებით სწარმოებს, რომელიც კიმოგრაფის მსვლელობის დროს ავტომატიურად აღიძვრება თვით კიმოგრაფის მიერ. ამნაირი ცდის პრინციპი და ფარული პერიოდის გამოანგარიშება ზემოთ უკვე იყო მოცემული (იხ. სურ.37).

იგივე ცდა შეიძლება სხვა უფრო მარტივი წესითაც ვაწარმოვოთ. გამაგრებული კუნთის ორ ალაგს დაუკავშირებენ ორ მიოგრაფს პელოტების საშუალებით. კუნთის დაძაბულების გაერცელება გალიზიანებულ ბოლოდან ჯერ აამოძრავებს ერთ მიოგრაფს, მერე მეორეს. მიოგრაფები სწერენ სწრაფ მოტრიალე კიმოგრაფზე, როგორც ზემო ცდაში.

დ ა დ ა ს ტ ურ ე ბ ა ი მ ი ს ა, რ ო მ ჩ ონ ჩ ხ ის კ უ ნ თ შ ი ა გ ზ ნ ებ ა ე რ თ ი კ უ ნ თ ი ს ბ ო კ კ ო დ ან მ ე ო რ ე ზ ე დ ა რ გ ა დ ა დ ი ს. იღებენ სქელ კუნთს პარალელური ბოკკოებით, როგორც m. semimembranosus. სპრიან მას ზიგზაგად, ე. ი. გარდი-კარდმოთ ნახევრამდის რამდენჯერმე ორივე მხრიდან, და შემდგომ აღიზიანებენ ერთ ბოლოს. შეკუმშვა განისაზღვრება ამ ბოლოთი, იგი არ ერცელდება მეორე ბოლომდე.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. E. du Bois Reymond, Poggendorffs Ann. d. Physik u. Chemnie, 1843, 54, 1.
2. L. Hermann, Pfl. Ar. 1878, 16, 191 და 410; 1881, 24, 294.
3. E. du Bois-Reymond, Untersuch. üb. tier. Elektr. 1878, Berlin. 1. 671.
4. L. Hermann, Hand. d. Physiol., 1879, Leipzig. ტ. 1. ნაწ. 1. 235.
4a. Hering, Lotos 1889, N. F. 9, 36.
5. E. Th. Brücke, Pfl. Ar. 1908, 124. 215.
6. J. Beritoff, Z. Biol. 1924, 82, 119; 1926, 85, 15.
7. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1923, 192, 590.
8. J. Beritoff, Erg. Physiol, 1924, 23, 33.
9. J. Beritoff, Z. Biol., 1913, 62, 125.
10. H. E. Введенский, Телефонические изследования над электрич. явлениями в мышце и в нервно-мышечном препарате. 1884. Петербург.
11. J. Beritoff, Z. Biol., 1913, 62, 125; 1924, 80, 171.
12. Fl. Buchanan, J. Physiol., 1901, 27, 95.
13. R. Dittler და M. P. Тихомиров, Pfl. Ar. 1908, 125, 111.
14. J. Bernstein, Über d. Erregungsvorgang im Nerven und Muskelsystem. 1871. Heidelberg.
15. L. Hermann, Pfl. Ar. 1878, 16, 420.
16. A. Kohlrausch, Ar. An. Physiol. 1912, გვ. 283.
17. ი ვ. ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი. არაა გამოქვეყნებული.
18. J. Wilmers, Pfl. Ar. 1920. 178. 193.

„ან სულ, ან არაფრის“ კანონი.

ცნება „ან სულ, ან არაფრის“ კანონის შესახებ. კუნთის აგზნებად ნივთიერებას სხვათა შორის ერთი შესანიშნავი თვისება აქვს. **კუნთს აგზნებადი ნივთიერება გაღიზიანებას ან მთელი პოტენციალური ენერგიის მარაგით უპასუხებს, ან და სრულიად არ უპასუხებს.** ეს იქიდან სჩანს, რომ აგზნების დროს სხვა განმეორებითი გაღიზიანება არავითარ ეფექტს არ მოიტანს: არ გამოიწვევს ახალ ეფექტს და არც უკვე არსებული ეფექტის მსვლელობას შესცვლის. ეს მდგომარეობა გრძელდება, ვიდრე აგზნება გრძელდება. ახალი გაღიზიანება ეფექტს მხოლოდ ამის შემდგომ გამოიწვევს. **მაგრამ რადგანაც აგზნებადი ნივთიერების ენერგიის დაგროვება თანდათანობით სწარმოებს, ამიტომ თუ ახალმა გაღიზიანებამ მაშინვე დაცლის შემდგომ იწარმოვა, პასუხი ეფექტი ისეთი ოდნობისა არ იქნება, როგორც პირველი გაღიზიანებისა იყო.** რაც უფრო ჩქარა იმოქმედებს აგზნების შემდგომ მეორე გაღიზიანება, იმდენად უფრო სუსტი უნდა იყოს მისგან გამოწვეული ეფექტი (Keith Lucas[1]), Beritoff[2]), Dittler და Oinuma[3]).

აბსოლუტური და შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზა. აბსოლუტური აუგზნებლობის პერიოდს, რომელიც აგზნების დროს არის, უწოდებენ **აბსოლუტურ რეფრაქტორულ ფაზას,** შესუსტებული აგზნებულების პერიოდს კი, რომელიც აგზნების შემდეგ აგზნებადი ნივთიერების აღორძინების დროს არის, **შეფარდებით რეფრაქტორულ ფაზას** უწოდებენ. აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზის ხანგრძლივობა რასაკვირველია აგზნების ხანგრძლივობას უნდა უდრიდეს, ვინაიდან აგზნების გათავებისას აგზნებადი ნივთიერება აღორძინებას იწყებს, და ამ დროს შესაძლებელი ხდება ახალი აგზნების გამოწვევა. მაშასადამე, ზამთრის ბაყაყის კუნთში აბსოლუტური ფაზა 4—5 სიგმას უნდა უდრიდეს, ზაფხულისაში კიდე 3—4 სიგ. თბილსისხლიან ცხოველებზე იგი უნდა უდრიდეს 2,5—3 სიგ. ცხადია ამ ფაზის ხანგრძლივობა უნდა ცვალებადობდეს ისე, როგორც აგზნებისა. დაღალვის დროს, მაგ., ეს ხანგრძლივობა უფრო გრძელია. ასევე ხდება ტემპერატურის დაწევისას. პირიქით ტემპერატურის აწევა ამცირებს ამ ხანგრძლივობას (Bramwel და Keith Lucas[1]), ბერიტაშვილი[5]).

შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის ხანგრძლივობა უფრო მეტადაა ცვალებადი, ვიდრე აბსოლუტური. ოთახის ტემპერატურისას და ნივთიერებათა ცვლის ნორმულ მსვლელობისას იგი ორჯერ-სამჯერ უფრო ხანგრძლივია, ვიდრე აბსოლუტური. მაგრამ ნივთიერებათა ცვლის გაცუდებისას აგზნებადი ნივთიერების აღორძინება დაყოვნებით სწარმოებას, ამის შესაფერად შეფარდებითი ფაზა ხანგრძლივდება.

რეფრაქტორული ფაზების წარმოშობა. აგზნებადი ნივთიერების პოტენციალური მარაგის დაცლას არ შეიძლება ისე შეეხედოთ, როგორც გაღიზიანების მეოხებით ცოცხალი ნივთიერების სრულს გარდაქმნას, ვითომც მთელი პოტენციალური მარაგი ამ უკანასკნელისა ქიმიურ, ელექტრულ და მექანიკურ ენერგიათ გარდიმქნა. აღნიშნული დაცლა ცოცხალი ნივთიერებისა სრულ დაშლს და

მოსპობას როდი გულისხმობს. გაღიზიანების დროს უნდა იშლებოდეს და გარდიქმნებოდეს მეტად რთული ცოცხალი მოლეკულის მხოლოდ ერთი განსაზღვრული გვერდითი შტო. ეს სწორეთ ის შტო უნდა იყოს, რომლის დაშლა იწვევს ელექტრულ ეფექტს. ამნაირად **აგზნება ცოცხალი ნივთიერების მთელი გარდაქმნა კი არ არის, არამედ მხოლოდ მისი ნაწილობრივი შეცვლაა ერთი განსაზღვრული მიმართულებით.** წინააღმდეგ შემთხვევაში, ცოცხალი ნივთიერება მთლად მოკვდებოდა პირველ გაღიზიანებისთანვე და მის შემდგომ მეორე გაღიზიანება ეფექტს აღარ მოიცემოდა. ნამდვილად კი ცოცხალი ნივთიერება ძალიან მალე ინაზღაურებს იმ დანაკლისს, რასაც გაღიზიანებით ჰკარგავს.

ცოტა სხვანაირია **თიორნერ ს** (Thürner) და საზოგადოთ **ფერვორნის** სკოლის მიმდევართა აზრი რეფრაქტოლორული ფაზის შესახებ. ისინი უყურებენ მას, როგორც დაღლილობის შედეგს, რომელიც გამოწვეულია ერთის მხრივ ცოცხალ ნივთიერებასთან შეკავშირებული საკვები მარაგის დახარჯვით, და მეორეს მხრივ გაცვლა-გამოცვლის ნაყოფთაგან ცოცხალი ნივთიერების მოწამვლით. **თიორნერის**[1]) აზრით, დაშლილი ნივთიერების აღსადგენად საჭიროა, ჯერ ერთი, ასიმილიაციური, ე. ი. შესათვისებელი მასალის მიღება ნამეტნავად ჟანგბადისა, და მერმე ორგანიზმიდან დაშლის ნაყოფთა გამოყოფა დიფუზიის საშუალებით, ან მათი გადაყალიბებით ახალ უვნებელ ნაყოფად. ყველა ეს პროცესები მით უფრო კარგად მიმდინარეობენ, რაც უფრო მაღალი ტემპერატურაა, და ამიტომ რეფრაქტორული ფაზა მით უფრო მოკლდება, რაც უფრო ტემპერატურა მაღლდება.

[1]) დაღლილობით ახსნა რეფრაქტორული ფაზისა სრულიად მიუღებელია. როგორც ჩვენ ქვემოთ გავეცნობით დაღლილობა გულისხმობს საკვებავი მასალის გამოლევას და ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებით ცოცხალი ნივთიერების მოწამვლას. აგზნების პროცესი კი სწარმოებს ცოცხალ ნივთიერებაში ისეთ პირობებშიაც, როდესაც საწვავი მასალა ზედმეტია და ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტების დაგროვებას ალაგი არ ჰქონდა, ე. ი. სრულიად დაუღლელ კუნთში.

„ან სულ, ან არაფრის“ კანონის გამოკვლევის მეთოდიკის შესახებ. „ან სულ, ან არაფრის“ კანონი არ შეიძლება შესწავლილი იყოს მინიმალური გაღიზიანების საშუალებით. კუნთი შესდგება ბოჭკოთა მრავალ კონებისგან. ამიტომ გაღიზიანება უნდა იყოს იმდენად ძლიერი, რომ კუნთის ყველა ბოჭკოები მოიყვანოს აგზნებაში. მხოლოდ ამ შემთხვევაში მეორე გაღიზიანება არავითარ ეფექტს არ გამოიწვევს არსებული აგზნების დროს. თუ რომ გაღიზიანება არაა საკმარისად ძლიერი და ამის გამო კუნთის მხოლოდ ერთი ნაწილი ღიზიანდება, ასეთ შემთხვევაში მეორე გაღიზიანებას შეუძლიან გამოიწვიოს აგზნება არსებული აგზნების დროს, სახელდობრ იმ კუნთის ბოჭკოებში, რომელნიც პირველმა გაღიზიანებამ არ აამოქმედა. ეს ახალი ეფექტი გამოიხატებოდა არსებული ეფექტის გაძლიერებაში, რადგან კუნთის ნაწილობრივ მოქმედებისას როგორც ელექტრული, ისე მექანიკური ეფექტი არ შიაღწევს ისეთ სიმაღლეს, როგორც მთელი კუნთის აგზნებისას.

აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზის ცვლილება ტემპერატურის გავლენით. ეს იმ კანონის თანახმად სწარმოებს, რომელიც **არენიუსმა** ქიმიური რეაქციის სისწრაფის შესახებ მოგვცა, ე. ი. ამ ფორმულით:

$$\text{Log } K = -\left(\frac{A}{T}\right) + \text{const.},$$

სადაც K ნიშნავს აბსოლუტურ ტემპერატურის დროს რეაქციის სისწრაფეს, T - ცნობილ ტემპერატურას ცდის დროს, A=const. თუ ერთი რომელიმე ტემპერატურის დროს რეაქციის სისწრაფე უკვე ცნობილია, რეაქციის სისწრაფეს გამოანგარიშება რომელიმე სხვა ტემპერატურის დროს უბრა-

ლო საქმეა. ეს **არენიუსის** კანონი პირველად გამოიყენეს გულის კუნთის რეფრაქტორული ფაზის შესასწავლად (Snyder[7]), შემდეგ ისარგებლეს მით საერთოდ ჩონჩხის მუსკულატურის მიმართაც (Bazett[8]).

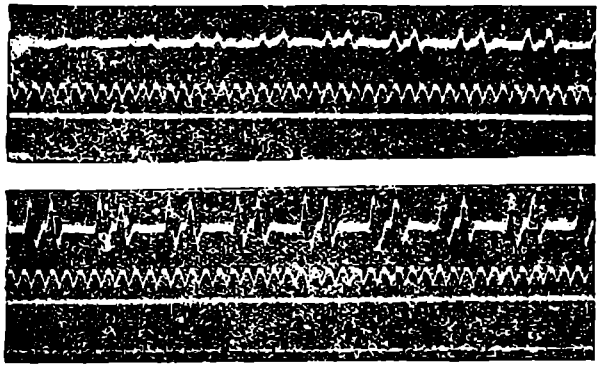
რეფრაქტური ფაზა და აგზნების რითმულიბუნება. ზევით აღვნიშნეთ, რომ აგზნების პროცესი რითმოვანია, რომ იგი, როგორც მოქმედების დენი ვვაჩვენებს, არასოდეს არ ჰკარგამს ამ თვისებას. ამის მიზეზი სწორეთ ის გარემოებაა, რომ აგზნებადი ნივთიერება გაღიზიანებას იმ შესანიშნავი პრინციპის მიხედვით უპასუხებს, რომელსაც ეწოდება „ან სულ, ან არაფრის" კანონი და რომელიც აბსოლუტურ რეფრაქტორულ ფაზას საფუძვლად უძევს. უკანასკნელი არის ძირითადი პირობა ერთის მხრივ აგზნების რითმული ბუნებისა, მეორეს მხრივ, კუნთის უმაღლესი რითმის ოდენობისა. რადგან აგზნებადი ნივთიერების ხელახლად შექმნამდე კუნთს ეფექტის მოცემა არ შეუძლიან, აგზნების იმპულსთა შორის მუდამ უმოქმედობის პაუზა უნდა არსებობდეს. რადგან აბსოლუტური ფაზის ხანგრძლივობა კუნთის მდგომარეობით განისაზღვრება, ამიტომ უმაღლესი აგზნების რითმი მუდამ განსაზღვრული უნდა იყოს ამ ფაზასთან შეფარდებით. ბაყაყის კუნთში აბსოლუტური ფაზა უახლოვდება 3 სიგმას, ამიტომ უმაღლესი ანუ საკუთარი რითმი არ უნდა იყოს წუთში 300-ზე მეტი. ექსპერიმენტალური გამოკვლევაც ვვიმტკიცებს, რომ მისი უმაღლესი რითმი სწორეთ ამას უდრის (ბერიტა შვილი[10]). თბილისისხლიან ცხოველების კუნთზე აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზა 2.5 სიგმას უდრის, და ამიტომ კუნთის აგზნების უმაღლესი რითმი 400 არ უნდა აღემატებოდეს (ბერიტა შვილი[10]). ამნაირათ, **თვითეულ განსაზღვრულ შემთხვევაში კუნთის აგზნების უმაღლესი ანუ საკუთარი რითმი დამოკიდებულია აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზის ხანგრძლივობაზე.**

ლიტერატურა

1. Keith Lucas, J. Physiol. 1910, 11, 368.
2. J. Beritoff, Z. Biol. 1913, 62, 125: Erg. Physiol. 1924. 23, 33.
3. R. Dittler, და S. Oinuma, Pfl. Ar. 1911, 139. 279.
4. Cr. Bramwell, და Keith Lucas, J. Physiol. 1911, 12,495.
5. J. Beritoff, Z. Biol. 1913. 62. 125.
6. W. Thörner, Z. al. Physiol. 1912, 13 264.
7. Snyder, Amer. J. Physiol. 1906. 17. 350.
8. C. Bazett, H. J. Physiol. 1907. 36. 414.
9. J. Beritoff, Z. Biol. 1913 62. 125.
10. J. Beritoff, Z. Biol. 1924. 80. 171; Ergebn. d. Physiol. 1924. 23, 33.

6. აგზნებულების მომატება გალიზიანების საპასუხოთ.

ცნება აგზნებულების მომატების შესახებ. გალიზიანება კუნთის აგზნებად ნივთიერებაში აგზნების გარდა აგზნებულების ნორმაზე ზევით მომატებასაც იწვევს. (ვედენსკი [1]), სამოილოვი [2]).



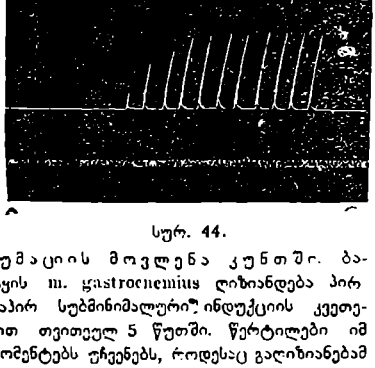
სურ. 43.

აგზნებულების მომატება ტეტანურ გალიზიანების დროს. ბაყაყის sartorius-ი. მოქმედების ელექტროდენი ეინთჰოვენის galvanometrით. კუნთი ღიზიანდება ზედიზედ ინდუქციური კვეთებით: წუთში ოცი-ოცი ბაღების და ჩაკეტვის კვეთება. ეფექტს იწვევს როგორც გაღების, ისე ჩაკეტვის კვეთება. პირველი კვეთებანი იძლევიან სულ მცირე ეფექტს (A). მაგრამ განმეორებისას ეფექტი იზრდება თანდათანობით და ბოლოს მაქსიმალურ ოდნობას აღწევს (B). ელექტროგრამა B წარმოადგენს A-ს გაგრძელებას ცოტაოდენის გამოშვებით. დრო—წუთის მეასედი. (ბერიტა-შვილი).

აგზნებულების მომატება გამოიხატება იმაში, რომ თვითეული აგზნების შემდგომ მცირეოდენი ხნის განმავლობაში საზღურბლე გალიზიანება ნორმაზე მცირეა. აღმატებული აგზნებულება თვითეული გალიზიანების შემდეგ ცხადია იწყება რეფრაქტორული ფაზების გავლისას, ესე იგი, როდესაც სავსებით დასრულდა აგზნებადი ნივთიერების აღორძინება წანასწარი აგზნების შემდეგ. ამ მდგომარეობაში კუნთი რჩება რამდენიმე ხანს: წუთის რამდენიმე მეათედი და ხან მეტიც. შემდეგში აღმატებული აგზნებულება თანდათან უბრუნ დება ნორმას. (სურ. 43). აგზნებულების მომატება როგორც აღვნიშნეთ იმაში გამოიხატება, რომ მის ხანაში ახალი აგზნების გამოსაწვევათ უფრო ნაკლები გამაღიზიანებელი ძალაა საჭირო, ვიდრე პირველ აგზნებამდის იყო. ამის გარდა აგზნებულების მომატება გამოიხატება იმით, რომ ამ დროს გამოწვეული ახალი აგზნების პროცესი უფრო მეტი

ინტენსივობისა არის. ვიდრე პირველი აგზნება იყო. ეს მოვლენა კარგად შეიძლება დაკვირვებული იყოს კუნთის ტეტანური მოქმედებისას. თუ რომ თვითეული გაღიზიანება რეფრაქტორული ფაზების შემდეგ მოდის, მაშინ თავდაპირველში თვითეული მომდევნო ელექტრული ეფექტი სულ უფრო და უფრო მეტი ინტენსივობისა არის. (ვედენსკი [3]).

აგზნებულების მომატება სუბმინიმალური გაღიზიანების საპასუხოთ. გაღიზიანება იწვევს აგზნებულების მომატებას არა მარტო აგზნების აღმოცენებისა გამო, არამედ აგრეთვე იმ შემთხვევაში, როდესაც გაღიზიანება მინიმალურზე ცოტა მცირეა და ამიტომ აგზნებას არ იწვევს. ასეთი გაღიზიანების სწრაფად განმეორებისას აგზნებულება იმდენათ მატულობს, რომ აღებული სუბმინიმალური გაღიზიანება მომქმედი ხდება, ე. ი. იგი აგზნების გამომწვევას იწყებს (Steinach [1]). ამ გზით გამოწვეული აგზნებულების მომატება ნიშანდობლივად ირჩევა იმ მომატებისგან, რომელსაც თავიდანვე მომქმედი გაღიზიანება იწვევს. უკანასკნელ შემთხვევაში აგზნებულება მატულობს მთელ კუნთში შედეგად აგზნების გავრცელებისა მთელ კუნთში. სუბმინიმალური გაღიზიანებისას კი აგზნებულება მხოლოდ გაღიზიანების ალაგას მატულობს. ამასთან ეს ხდება მაშინვე გაღიზიანების წარმოებისას რეფრაქტორული ფაზების უარსებობისა გამო. ეს აგზნებულების მომატება აგზნებადი ნივთიერებისა ალბად პირობადებული უნდა იყოს იმ ქიმიური და ფიზიკური ცვლილებებით, რომელსაც გაღიზიანება იწვევს კუნთის უჯრედის შეცულებაში. ეს **მოვლენა აგზნების გამოწვევისა სუბმინიმალური გაღიზიანების განმეორებისას იწოდება სუმაციად.** აღმატებული აგზნებულება კუნთის აგზნებადი ნივთიერებისა თვითეული სუბმინიმალური გაღიზიანების შემდეგ კარგა ხანს გრძელდება, ზოგჯერ რამდენიმე წუთს, როგორც მაგ. სურ. 44 გვიჩვენებს.

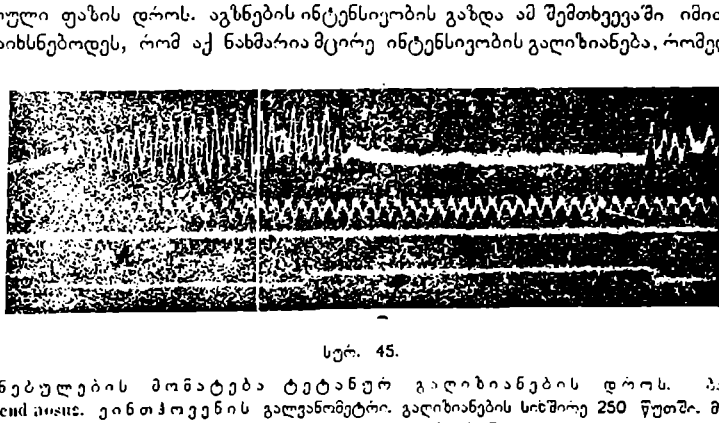


სურ. 44.

სუმაციის მოვლენა კუნთში. ბაყაყის m. gastrocnemius ღიზიანდება პირდაპირ სუბმინიმალურის ინდუქციის კვეთებით თვითეულ 5 წუთში. წერტილები იმ მომენტებს უჩვენებს, როდესაც გაღიზიანებამ ეფექტი არ გამოიწვია. დრო წუთობით აღინიშნება (Pembrey).

აგზნებულების მომატება დიდი სიხშირის ტეტანური გაღიზიანებისას. როდესაც გაღიზიანების სიხშირე იმდენად დიდია, რომ თვითეული ახალი გაღიზიანება შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს მოდის, მაშინ აგზნებულების მომატება ნორმაზე ზევით გაღიზიანების შეწყვეტის შემდეგ ვითარდება. ამ შემთხვევაში აღმატებული აგზნებულება კარგა ხანს გრძელდება- რამდენიმე წუთობით. ამის დაკვირვება ამნაირად შეიძლება ვაწარმოოთ. ტეტანური გაღიზიანება რომ შევწყვიტოთ და მერე იგი ხელახლად დავიწყოთ, განმეორებით გაღიზიანების დასაწყისი ეფექტი უფრო დიდი იქნება, ვიდრე პირველი გაღიზიანების დასაწყისში (სურ. 45) (ვედენსკი [1]), ბერიტაშვილი [5]).

ზოგიერთ შემთხვევაში აგზნების თანდათანობითი გაძლიერება ხდება ისეთი ხშირი გალიზიანების ხმარებისას, როდესაც თვითეული გალიზიანება შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს მოდის. მე-46 სურ., მაგ., თვითეული ახალი ეფექტი სწარმოებს 0,008 წუთის ინტერვალით და დასაწყისში იგი თანდათანობით იზრდება, თუმცა უეჭველია გალიზიანება ხდებოდა შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს. აგზნების ინტენსიეობის გაზდა ამ შემთხვევაში იმით უნდა აიხსნებოდეს, რომ აქ ნახმარია მცირე ინტენსივობის გალიზიანება, რომელსაც



სურ. 45.

აგზნებულების მომატება ტეტანურ გალიზიანების დროს. ბაყაყის semitend ausus. ეინთჰოვენის გალვანომეტრი. გალიზიანების სიხშირე 250 წუთში. მაგრამ კუნთი იგზნება მხოლოდ 125 ჯერ წუთში. ელექტროგრამა B წარმოადგენს A-ს გაგრძელებას ოტტადების გამოსაცვლელით. B-ზე თავდება პირველი გალიზიანება და იწყება იგი ბელახლად 0,2" წუთ. შემდეგ. მეორე გალიზიანების დასაწყისში ეფექტი უფრო ძლიერია, ვინემ პირველი გალიზიანების დასაწყისში. აღსანიშნავია აგრეთვე ელექტრული ეფექტის ზრდა პირველ გალიზიანებს დროს. დრო—წუთის მეასედი (ბერიტაშვილი).

პირველად აგზნებაში მოყავს ზედაპირულად დებული კუნთის ბოჭკოები; ბოჭკოთა ღრმა ფენაზე კი გალიზიანების თავდაპირველი კვეთებანი ისე მოქმედობენ, როგორც სუბმინიმალური გალიზიანება. ამიტომ ამ ბოჭკოებში აგზნებულება მატულობს. ამის გამო შემდეგი კვეთებანი აგზნებას ამ ბოჭკოებშიაც იწვევენ. რასაკვირველია, გარეგნული ეფექტი მოიმატებდა მიუხედავათ იმისა, რომ თვითეული გალიზიანება შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს მოქმედებდა. (ბერიტაშვილი).

პრაქტიკუმი.

აგზნებულების მომატების დაკვირვება. 1. ამზადებენ ბაყაყის საბურავ ტვინო პრეპარატს. კიმოგრაფზე იწერება m. gastrocnemius. საჯდომი ნერვის პერიფერიულ ნაჭერს აღიზიანებენ ტეტანური გალიზიანებით და იწვევენ კუნთის ძლავრ შეკუმშვას. ამას მოჰყვება კუნთში აგზნებულების მომატება, რასაც კუნთის პირდაპირი გალიზიანებით არ კვეენ. ამისათვის კუნთი ღიზიანდება ინდუქციის კვეთებებით ზედიზედ წუთში ერთხელ შეტრონომის საშუალებით ნერვის ტეტანური გალიზიანების წინ და შემდეგ. კუნთის გალიზიანება ტეტანური გალიზიანების შემდეგ უფრო მაღალ მარტივ შეკუმშვას მოიცემა, ვიდრე ტეტანურ გალიზიანებამდის. ეს ცდა ძალიან კარგად გამოდის, თუ რომ იგი სრულიად დაღლილ პრეპარატზე იქნება გაკეთებული.

2. იგივე პრეპარატი. თუ ავიღებთ სუბმაქსიმალურ ტეტანურ გაღიზიანებას და შევწყვეტთ მას ერთი წუთით, ან უფრო მეტს დროთი, მაშინ განმეორებითი ეფექტის დასაწყისი უფრო მეტი ინტენსივობისა აღმოჩნდება, ვინემ იყო იმ ეფექტის დასაწყისი, რომელიც პირველმა გაღიზიანებამ გამოიწვია.

3. სუმაციის დაკვირვება. იგივე პრეპარატი. ვაგნერის ჩაქუჩის საშუალებით, რომელიც ინდიკტორიუმს აქვს გაკეთებული, ელექტროდენს ხელით განწყვეტენ და საზღურბლე ინტენსივობას ცალკე ინდუქციურ კვეთებათა მიმართ იპოვიან. მერე ტეტანურ გაღიზიანებას აწარმოებენ და აქაც აგრეთვე საზღურბლე ინტენსივობას იპოვიან. აღმოჩნდება, რომ აგზნების გამოსაწვევად ცალკე კვეთებანი უფრო მეტ ინტენსივობას თხოულობენ, ვიდრე ტეტანური გაღიზიანება.

ლიტერატურა.

1. Н. Е. Введенский, О соотнош. между раздражением и возбуждением при тетанусе. 1886. Петербург. გვ. 278.
2. A. Samoyloff, Ar. An. Physiol. 1908. Supplb. გვ. 1.
3. Н. Введенский, Тр. физиол. лаб. Петербур. университета, 1906. 1.
4. E. Steinach, Pfl. Ar. 1908. 125. 318.
5. J. Beritoff, Z. Biol. 1913. 62. 125.

7. დაღლილობა.

ზოგადი ცნება. კუნთს არ შეუძლიან მუდმივად იმოქმედოს ყველანაირ პირობებში. განსაზღვრულ პირობებში კუნთის ხანგრძლივი მოქმედება შეუძლებელი ხდება. კუნთის აგზნება და შეკუმშვა თანდათან კნინდება და ბოლოს ისპობა კიდეც. კუნთის მოქმედების დროს ორგვარი პროცესი სწარმოებს. ერთია აგზნების პროცესი, რომელიც აგზნებადი ნივთიერების თავისებურ ფიზიკო-ქიმიურ ცვლილებას გამოხატავს. მეორე კიდევ შეკუმშვის პროცესია, რომელიც გულისხმობს ნახშირ-წყლების დაშლას და მოხმარებას. როგორც ერთი, ისე მეორე პროცესი არ შეიძლება მუდმივად სწარმოებდეს. თუ ჟანგბადი და საკვები ცილოვანი ნივთიერება გამოილია, ამას მოჰყვება პირველად ყოვლისა აგზნების პროცესის დასუსტება. შეკუმშვის შემცირება მეორედი მოვლენა იქნება, როგორც შედეგი აგზნების დასუსტებისა. თუ კიდე ნახშირწყალი გამოილია, მაშინ მხოლოდ შეკუმშვის უნარი მოისპობა. აგზნების პროცესზე ნახშირწყლების გამოლევა თავის თავად სრულიადაც არ უნდა მოქმედებდეს. აქედან ცხადად გამომდინარეობს, რომ ხანგრძლივი მოქმედების დროს შეკუმშვის შემცირება არ შეიძლება მიეწეროს უსათუოდ ცოცხალი აგზნებადი ნივთიერების დაღალვას. იგი შეიძლება იყოს გამოწვეული გლიკოგენის, ე. ი. მკვდარი საწვავი მასალის გამოლევის მიერ. ამიტომ შეკუმშვის დასუსტება ხანგრძლივი მოქმედების დროს არ შეიძლება ჩაითვალოს კუნთის დაღალვის გამომხატველად. **კუნთის დაღალვა წარმოადგენს მხოლოდ აგზნებადი ნივთიერების ფუნქციას დამისი მართლდებული**

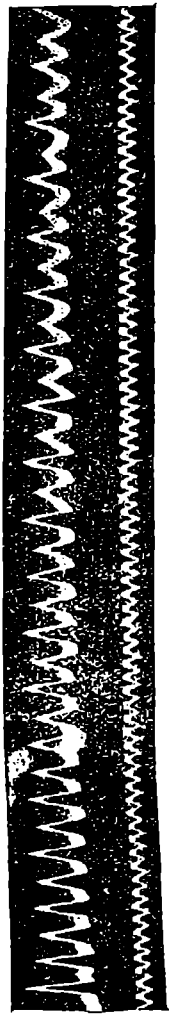
გამომხატველი მხოლოდ აგზნებ·ს პროცესის დასუსტება უნდა იყოს (ბ ერ ი-ტ ა შ ვ ი ლ ი[1])

დ ა ღ ა ლ ვ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი. აგზნებადი ნივთიერების აღორძინება აგზნების შემდეგ სწარმოებს თავის თავად საკვებაი ცილოვანი ნივთიერების და ჟანგბადის მარაგიდან. ამ მარაგს კუნთი ღებულობს სისხლიდან თვითეულ მომენტში განსაზღვრული რაოდენობით. ცხადია, კუნთს შეუძლიან იმოქმედოს ხანგრძლივად და დაუსუსტებლად მხოლოდ იმ შემთხვევაში თუ რომ იგი მიმღებლობს რეგულიარულად იმდენ ცილოვან ნივთიერებას და ჟანგბადს, რამდენსაც ხარჯავს. წინააღმდეგ შემთხვევაში კუნთის აგზნება თანდათან შესუსტდება და ბოლოს მოისპობა კიდეც. ცნობილია, რომ ცოცხალ ორგანიზმში სისხლის მიმოქცეეის სრული დაცვისას კუნთის მოქმედება შეიძლება სრულიად დაუღლელად სწარმოებდეს მრავალი საათის განმავლობაში (Holliger[2]), Schmid[3]), ბერიტაშვილი[1]); სისხლის მიმოქცეევის სრულ მოსპობისას როდესაც ცილოვანი ნივთიერების და ჟანგბადის მარაგი განისაზღვრება მხოლოდ იმით, რაც ჩარჩა კუნთში სისხლის მიმოქცეევის შეწყვეტის შემდეგ, კუნთი შეიძლება დაიღალოს სულ რამდენიმე წუთის განმავლობაში, როგორც ამას მაგ. სურ. 46 იძლევა. ამნაირად კუნთის **აგზნებადის ნივთიერების მოქმედების დასუსტება შედეგად ჟანგბადის და ცილოვანი ნივთიერების გამოლევისა ეკუთვნის კუნთის დაღალვის მთავარ პირობას.**

დაღალვის მეორე მთავარ პირობას ეკუთვნის უჯრედში სხვადასხვა ნივთიერებათა ცვლის და დაწვის ნაყოფთა დაგროვება. აგზნებადი ნივთიერების დაშლა-აღორძინებას მოსდევს სხვადასხვა ცილოვანი ნივთიერების დაშლის პროდუქტების აღმოცენება, როგორც კრეატინი, ჰიპოქსანტინი, შარდმანი, ნუკლეინის მჟავა, ფოსფორის მჟავა, ნახშირმჟავა და სხვა. გლიკოგენის ჰიდროლიტიურ დაშლას და დაწვას მოსდევს რძის მჟავის და ნახშირმჟავის გამოყოფა. ამ დაშლა-დაწვის ნაყოფთაგან ბევრი ისე მოქმედებს აგზნებად ნივთიერებაზე, რომ მის მოქმედებას ასუსტებს, რადგან ამ ნაყოფთა გავლენით აგზნებადი ნივთიერების აღორძინება აგზნების შემდეგ ძნელდება. ეს იწვევს როგორც აგზნებადი ნივთიერების შემცირებას, ისე მისი აგზნებულების დაწვევას. ასეთ მომშხამველ ნაყოფთ ეკუთვნის უპირველესად რძის მჟავა. ამის შესახებ არსებობს პირდაპირი დაკვირვებაც. სახელდობრ იყო ნაჩვენი, რომ უჟანგბადო ატმოსფერაში კუნთის მოქმედების უნარი უფრო ნაკლებია, ვიდრე უჟანგბადო რინგერის ხსნარში, როდესაც რძის მჟავას შეძლება აქვს დიფუზიიის საშუალებით კუნთიდან გარეთ გამოვიდეს. ბიკარბონატის მომატება ხსნარში იწვევს მეტი რძის მჟავის გამო სელას კუნთიდან რინგერში და ამავე დროს იზრდება კუნთის მუშაობის უნარიც. (K. Matsuoka[5])

ფოსფორ მჟავას და მის მარილებს აქვს აგრეთვე უნარი კუნთის დაღალვის გამოწვევისა. დაუღლელ კუნთს რომ შეუშხაპუნოთ ამ მჟავის სუსტი ხსნარი, იგი იჩენს დაღლილი კუნთის ყველა გარეგნულ ნიშნებს (Ranke[6])

კრეატინს, შარდის მჟავას და პურინებს აქვს თუ არა არსებითი მნიშვნელობა კუნთის დაღალვის გამოწვევაში ეს ჯერ არ არის საბოლოოთ გარდაწყვეტილი.



სურ. 46

ნივთიერებათა ცვლის ნაყოფთა დაგროვება კუნთის უჯრედებში და მათი მომშხამველი მოქმედება კუნთის აგზნებად ნივთიერებაზე აგრეთვე წარმოადგენს დაღალვის ერთერთ მთავარ პირობას.

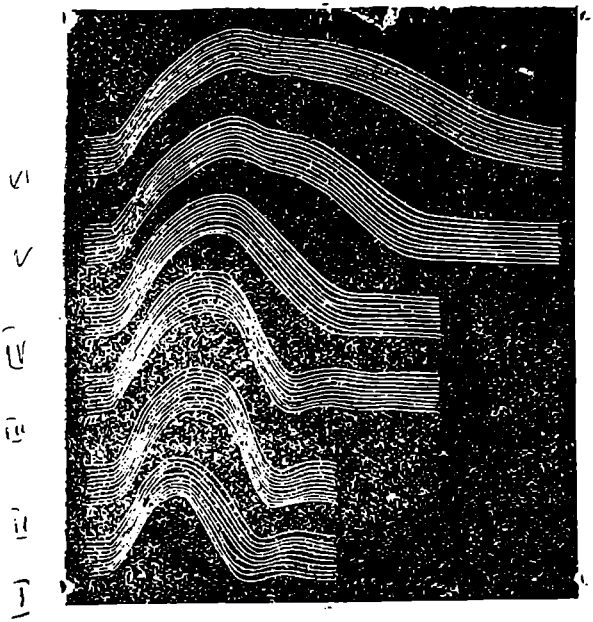
დიდ მნიშვნელობას მიაწერენ ამ მსრივ კალიუმს. ასლად აღმოცენებული რძის მჟავა იერთებს მას კოლოიდალურ შენაერთებიდან. მერე მისი მარილები კუნთის უჯრედიდან გადადიან სისხლში (Burridge [7]). ცნობილია, რომ ეს მარილები დიდი კონცენტრაციით (KCl 1.5 — 5.0%) შეკუმშვას იწვევენ, მცირე კონცენტრაციით კი დამღალველ მოქმედებას აწარმოებენ (Burridge [7]).

ნახშირ-მჟავას დამღალველი მნიშვნელობა არ უნდა ჰქონდეს. ნახშირმჟავა კუნთის უჯრედში იმდენი რაოდენობით არასდროს არ დაგროვდება ნორმულ პირობებში სისხლის მიმოქცევის არსებობისას, რომ მომშხაპველი მოქმედება გამოიჩინოს და ამით კუნთის დაღალვას ხელი შეუწყოს (Durig).

იყო ასრი გამოთქმული, ვითომ კუნთში მოქმედების დროს ერთგვარი დაღალვის გამომწვევი ტოქსინი მუშავდებოდეს. იყო სპეციალური ცდებიც გაკეთებული ამის დასაბუთებლად (Weichhardt [8]). მაგრამ ეს ასრი ალ გამართლდა. მართალია, დაღალული კუნთის ექსტრაქტი რომ საღ ცხოველს შეუშხაპნოთ, იგი დაღალვის ნიშნებს იჩენს: მაგ. ტემპერატურა აიწევს. მაგრამ სწორეთ ასეთივე თვისება აქვს სრულიად დაუღლელი კუნთის ექსტრაქტს (Aronovitch და Fz. S. Lee [9]).

რომ საერთოდ ნივთიერებათა ცვლის და დაწვის ნაყოფთა მომშხამველი მოქმედება კუნთის დაღალვის ერთერთ პირობას წარმოადგენს. ეს ასეთი შარტივი ცდით შეიძლება დამტკიცდეს. ჯერ რომ ორგანიზმიდან ამოკრილი კუნთი დავღალოთ უმოქმედობამდის და მერე სისხლის მილის საშუალებით გავატაროთ კუნთში ფიზიოლოგიური ხსნარი და მით გაეწმიდოთ ნივთიერებათა ცვლის ნაყოფთაგან, ეს დაღალვას მნიშვნელოვნად შეამცირებს: კუნთი იბრუნებს მოქმედების უნარს. თუმცა საკვებაი ნივთიერება და ჟანგბადი სრულიადაც არ იყო მოპატებული (Ranke [6]). ამნაირად, სრულიად გარკვეულად სჩანს, რომ

აგზნების ცვალებადობა დაღალვის დროს. აგზნების პროცესი დაღალვის დროს შემდეგნაირად იცვლება: მისი ინტენსიობა კლებულობს, ხანგრძლივობა კი მატულობს (ბერიტაშვილი [11]). ამას ჩვენ ვტყობულობთ მოქმედების ელექტროდენის ცვალებადობიდან (სურ. 46). ასეთი ცვალებადობა აგზნების პროცესს მუდამ გაღიზიანების დასაწყისიდანვე არ ემჩნევა. ხშირად თავდაპირველად აგზნების ინტენსიობა მატულობს, როგორც შედეგი აგზნებულების მომატებისა. (Schoenlein [10], ბერიტაშვილი [11]). დაღლილობისას სანგრძლივდება აგზნებადი ნივთიერების აღორძინების პროცესი. ამიტომ დაღალვის შემდეგ ოპტიმალური ეფექტის მისაღებად მეტი უფრო მეტი დასვენების პაუზა არის საჭირო, რაც უფრო დაღლილია კუნთი.



სურ. 47.

კუნთის მექანიკურ ეფექტის ცვლილება დაღლილობის [illegible] I-ელი ვეარეენებს კუნთის ნორმალურ შეკუმშვებს. II, III და სხვანი კი დაღლილობის თანდათან გაზრდილ ბასებს. მოყვანილ ჯგუფებში შეკუმშვის ინტენსივობა თითქმის ერთი და იგივეა, მაგრამ გაღიზიანება რომ კვლავ გაგრძელებულიყო, ინტენსივობა შემცირებას იწყებდა (Rollet).

ტემპერატურას დიდი გავლენა აქვს დაღალვის იმ ნიშანზე, რომელიც აგზნების ხანგრძლივობაში გამოიხატება. რაც უფრო ნაკლებია ტემპერატურა, მით უფრო მეტად გრძელდება აგზნების პროცესი.

მარტივი შეკუმშვის ცვალებადობა დაღალვის დროს. მარტივი შეკუმშვა დაღალვის დროს განიცდის ისეთსავე ცვლილებას როგორც აგზნება: მისი ხანგრძლივობა მატულობს, ინტენსივობა კიდევ კლებულობს. მარტივი შეკუმშვის ცვალებადობას შეისწავლიან შემდეგ ნაირად: აღიზიანებენ კუნთს ზედიზედ თითოჯერ 1—5 წუთში და სწერენ შეკუმშვის მრუდეს სწრაფ მოტრიალე კიმოგრაფზე. (Rollett [12]). (იხ. სურ. 47).

მარტივი შეკუმშვის გაგრძელება დაღალვის დროს არსებითად არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე. რაც უფრო მაღალია იგი, მით უფრო ნაკლებად ცვალებადობს შეკუმშვის ხანგრძლივობა. არის ცნობა, რომ 32° C-მდე გათბობისას მარტივი შეკუმშვა სრულიად არ ხანგრძლივდება დაღალვის დროს (Lohmann [13]). თვით დაღალვის ტემპზედაც ტემპერატურა დიდ გავლენას ახდენს. დაბალი ტემპერატურისას 4 წუთიანი ინტერვალიც საკმარისია, რომ მარტივმა შეკუმშვამ ჩვეულებრივი ცვლილება გ ნიცადოს. 28-30°c ტემპერატურისას კი 1 წუთის ინტერვალიც არაა საკმარისი, რომ აღნიშნული ცვლილება მოხდეს, მიუხედავად ორი საათის გაღიზიანებისა (Ackermann[14]). ტეტანური გაღიზიანებისას კუნთის დაღალვა შეკუმშვაზე შემდეგნაირად მოქმედებს. ტეტანური შეკუმშვა ჯერ თან-დათანობით მცირდება, ბოლოს სრულიად ისპობა; ზოგჯერ იგი მერყეობას იწყებს, მეტადრე სუსტი ინტენსივობით გაღიზიანებისას: დრო და დრო ხან სუსტდება, ხან ძლიერდება. ასეთ შეკუმშვას **კლონურს** უწოდებენ. გაღიზიანება რომ განგებ შევწყვიტოთ რამდენიმე ხნით, შეკუმშვა არ ისპობა გაღიზიანების შეწყვეტისთანავე. შეკუმშვა გრძელდება კიდევ რამდენიმე ხანს, ეს კონტრაქტურული შეკუმშვა მით უფრო ინტენსიური და ხანგრძლივია, რაც უფრო დაღლილია კუნთი და რაც უფრო დაბალი ტემპერატურაა ცდის დროს. ასეთი ცვალებადობა ტეტანური შეკუმშვისა დამოკიდებული უნდა იყოს რძის მჟავის დაგროვებაზე კუნთის უჯრედში. რძის მჟავა ვერ ასწრობს განეიტრალდეს ან იმ დედანივთიერებად გარდიქცეს, რომლიდანაც იგი წარმოიშვა. ამიტომ მისი მოქმედება გრძელდება გაღიზიანების შეწყვეტისას კიდევ რამოდენიმე ხანს. (ბერიტა—შვილი[15]).

მარტივი შეკუმშვის ნიშანდობლივი ცვალებადობის წარმოშობა. როგორც განვიხილეთ, შეკუმშვა არ გამოხატავს პირდაპირ აგზნების პროცესს. ამიტომ არ შეიძლება შეკუმშვის ცვალებადობა პირდაპირ აგზნების ცვალებადობას მიეწეროს. ამიტომ ეს საკითხი სპეციალურ გარკვევას საჭიროებს. მარტივი შეკუმშვის სიმაღლის შემცირება უეჭველია პირობადებული უნდა იყოს სხვათა შორის აგზნების ინტენიობის შემცირებით. ეს პირდაპირი ცდებიდან სჩანს. შეკუმშვა და მოქმედების დენი რომ ერთად შეისწავლოთ, ნათლად დავინახავთ, რომ მოქმედების დენის შემცირებასთან ერთად მცირდება შეკუმშვაც. მაგრამ ამავე ცდებიდან სჩანს რომ, აღნიშნული ცვალებადობა შეკუმშვისა და მოქმედების დენისა ბოლომდის ასე პარალელურად არ მიმდინარეობს. დაღალვის გაღრმავებისას შეკუმშვა უფრო მეტად კლებულობს, ვიდრე მოქმედების დენი. ბოლოს პირველი ისპობა სავსებით მაშინ, როდესაც მოქმედების ელექტროდენი ჯერ ისევ გაძლიერებულად სწარმოებს [Brücke [16])].

ხანმოკლე დასვენება სრულიად საკმარისია. რომ მოქმედების ელექტროდენის ინტენსიობა თავდაპირველ ოდნობას დაუბრუნდეს, მაშინ როდესაც შეკუმშვა სულ მცირედ მატულობს. (ბ ერ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [1]). ეს ფაქტი პირდაპირ გვეუბნება, **რომ განსაზღვრულ შემთხვევებში შეკუმშვის შესუსტება და ბოლოს მოსპობა ხანგრძლივი გალიზიანებისას არაა დამოკიდებული მარტო აგზნების დასუსტებაზე. მისი მთავარი პირობა უნდა მდგომარეობდეს გლიკოგენის ე. ი. იმ ნივთიერების გამოლევაში რომელიც იძლევა აგზნების ზეგავლენით შეკუმშვის გამოწვევ რძის მეავას.**

აღნიშნული დამოკიდებულება შეკუმშვის დასუსტებისა გლიკოგენის გამოლევაზე გამოყვანილი იყო ამოკრილ კუნთებზე ნივთიერებათა პროცესის შესწავლიდან ან და ისეთ ცდებიდან, სადაც არ იყო მთლიანად დაცული ნივთიერებათა ცვლის ნორმული მსვლელობა. სულ უკანასკნელი გამოკვლევებით სრულიად ნორმულ პირობებში კუნთის დაღალვა ისე ხდება, რომ გლიკოგენის რაოდენობა კუნთში არსებითად არ იცვლება (Mogobei Kobayashi [18]), და არც რძის მეავის ჩვეულებრივი შემადგენლობა (Bürgi [19]). მაშ. **სრულიად საღ ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლის ნორმულ მსვლელობისას დაღალვის დროს შეკუმშვის უნარის შემცირება არ უნდა იყოს დამოკიდებული რძის მეავის დაგროვებაზე ან და გლიკოგენის გამოლევაზე.** ამის მთავარი მიზეზი სულ სხვა რამ გარემოება უნდა იყოს.

ადვილად გასაგებია მარტივი შეკუმშვის გახანგრძლივება დაღალვის დროს. იგი რასაკვირველია არაა დამოკიდებული აგზნების გახანგრძლივებაზე. უკანასკნელი მატულობს მხოლოდ რამდენიმე სიგმით, როდესაც შეკუმშვა გრძელდება წუთის ერთი მეათედიდან რამდენიმე წუთამდე. ასეთი გაგრძელება პირობადებულია ნივთიერებათა ცვლისა და დაწვის ნაყოფთა მოქმედებით შემკუშველ ნივთიერებაზე. ცნობილია, რომ ამ ნაყოფთაგან ორგანიული მეავები, როგორც რძის და ფოსფორის მეავა, აწარმოებს მექანიკური ეფექტის აღნიშნულ გაგრძელებას. კუნთი რომ ცენტი-ან მილლინორმულ მეავის ხსნარში ჩავდოთ და ამან თავის თავად შეკუმშვა არ გამოიწვიოს, კუნთი მაინც ერთგვარ ფუნქციურ ცვლილებას განიცდის. ეს ცვლილება მასში გამოიხატება, რომ იგი გაღიზიანებას თითო ინდუქციის კვეთებით ფრიად გახანგრძლივებული ეფექტით უპასუხებს. (Schwenker [20]). ანალოგიურ მოვლენას უნდა ჰქონდეს ალაგი დაღლილ კუნთში აქ დაგროვებული რძის მეავის ნიადაგზე. **როდესაც რძის მეავა არ არსებობს ისეთი დიდი რაოდენობით, რომ პირდაპირ შეკუმშვა გამოიწვიოს, პირობადებს გაღიზიანების საპასუხოთ გამოწვეული შეკუმშვის გაგრძელებას.**

კ უ ნ თ ი ს დ ა ღ ა ლ ვ ა მ ამ ო ძ რ ა ვ ე ბ ე ლ ი ნ ე რ ვ ი ს ს ა შ უ ა ლ ე ბ ი თ. ხანგრძლივი ტეტანური გაღიზიანება მამოძრავებელი ნერვისა აგრეთვე იწვევს კუნთის მოქმედების დასუსტებას და მერე შეწყვეტას. ეს მოვლენა არაა დამოკიდებული ნერვის დაღალვაზე. როგორც ამას ნერვის ფიზიოლოგიაში გავეცნობით, ნერვის დაღალვა გაცილებით ხანგრძლივი მოქმედებისას ხდება ვიდრე კუნთისა. ამოკრილი ნერვი ჰაერის ატმოსფერაში არ დაიღლება რვა საათიც რომ ღიზიანდებოდეს განუწყვეტლივ (ვედენსკი [21]).

ამოჭრილი კუნთი კი იმავე პირობაში აბსოლუტურად იღლება რამდენიმე წამში. მაგრამ კუნთის აბსოლუტური დაღალვა ნერვის საშუალებით არაა გამოწვეული კუნთის აგზნებადი ნივთიერების აბსოლუტური დაღალვითაც. მიუხედავად კუნთის აბსოლუტური დაღალვისა ნერვის საშუალებით, კუნთს მაინც აქვს შენარჩუნებული აგზნებისა და შეკუმშვის უნარი: პირდაპირ გაღაზიანებას იგი შეკუმშვით უპასუხებს. მაგრამ ეს ეფექტი არის სუსტი და კუნთის დაღალვის ყველა ნიშნებით, მაშ., კუნთი განიცდის შეფარდებით დაღალვას. ეს სხვათა შორის იქიდანაც სჩანს, რომ ნერვული დაღალვის დროს კუნთის აგზნებულება კლებულობს. აი სწორეთ ამ გარემოებით უნდა აიხსნას ზემოაღნიშნული მოვლენა, რომ ნერვული მოქმედება ისპობა, თუმცა კუნთს შეკუმშვის უნარი კიდევ აქვს. საბედნიერო, აგზნებულება კუნთში იმდენათ ეცემა, რომ ნერვის იმპულსებს არ ძალუძთ კუნთი აგზნებაში მოიყვანონ, თუმცა შენარჩუნებული აგზნებულება სრულიად საკმარისია, რომ კუნთი ამოქმედდეს პირდაპირი გაღიზიანებით. რომ მართლაც ნერვული აბსოლუტური დაღალვა აგზნებულების შემცირებაზეა დამოკიდებული, პირდაპირი ცდებითაც იყო დამტკიცებული. ნერვული დაღალვის შემდეგ რომ კუნთი გაეათბოდ და მით აგზნებულება მოუმატოთ, ნერვს უბრუნდება უნარი კუნთში აგზნების გამოწვევისა ბერიტაშვილი და იაშვილი[22]). **ამნაირად, ნერვის გაღიზიანებით კუნთის აბსოლუტური დაღალვა არ სწარმოებს. თუ კუნთის შეკუმშვა ისპობა ხანგრძლივი გაღიზიანების შემდეგ, ეს უნდა იყოს დამოკიდებული კუნთში აგზნებულების შემცირებაზე, რის გამოც კუნთი აღარ იგზნება ნერვული იმპულსების გავლენით.**

კუნთის დაუღალავად მოქმედება. ნორმალურ პირობებში, როდესაც კუნთი სისხლიდან განუწყვეტლივ მიმღებლობს საკვებ-საწვავ მასალას, დაღალვა ვითარდება უფრო ხანგრძლივი მოქმედებისას, ვიდრე სისხლის მიმოქცევიდან გამოყოფილ კუნთში. უკანასკნელ შემთხვევაში დაღალვა გაცილებით მალე ვითარდება. ასე ხდება არა მარტო იმიტომ, რომ კუნთს–არ მოეპოვება საკმარისი მასალა ხანგრძლივი მოქმედებისათვის და არც შეუძლიან გარედან მიიღოს, აგრეთვე იმიტომ რომ ცვლის და დაწვის პროცესთა ნაყოფნი კუნთში გროვდებიან. ნორმულ პირობებში ეს ნაყოფნი ან გადამუშავდებიან უვნებელ ნივთიერებად ან და იწმინდებიან კუნთიდან განუწყვეტელი სისხლის დენით. სწორეთ ამ მიზეზით, რომ კუნთი ღებულობს სისხლიდან განუწყვეტლივ საკვებ-საწვავ მასალას და აძლევს მას ნივთიერებათა ცვლის და წვის ზედმეტ ნაყოფთ, შეიძლება კუნთს წამოუყენოთ ისეთი მოქმედების წარმოება, რომელსაც იგი შესძლებს განუწყვეტლივ და დაუღლელად აწარმოოს. ფიქრობდენ, რომ კუნთი ყველა პირობებში დაიღლება, რომ ამ მხრივ იგი არსებითად ირჩევა ნერვისაგან. მაგრამ დღეს დამტკიცებულად უნდა ჩაითვალოს, რომ კუნთსაც შეუძლიან იმოქმედოს მუდმივად და დაუღალავად. ასეთი დაუღლელი მუშაობა კუნთს შეუძლიან როგორც მარტივი შეკუმშვის სახით (Holliger [2]), Schmid [3]), ისე ტეტანუსით, როგორც მცირე დასასვენებელი პაუზის დაშვებით, ისე უპაუზოთ დაუსვენებლად (ბერიტაშვილი [1]). რომ კუნთის მუშაობა განუწყვეტლივ სწარმოებდეს ორ გარემოებას უნდა მიექცეს მთავარი ყურადღება. 1. კუნთი არ უნდა

იკუმშებოდეს მაქსიმალურად; ე. ი. მისი შეკუმშვა უნდა იყოს სუბმაქსიმალური; შეკუმშვის ოდნობა ერთი მეოთხედით ან ერთი მეხუთედით მაქსიმალურზე ნაკლები უნდა იყოს. 2. კუნთი არ უნდა იყოს ზედმეტად დატვირთული. რაც უფრო ნაკლებია კუნთის აბსოლუტური ძალა, ე. ი. ის რაოდენობა ტვირთისა, რომელიც კუნთს შეუძლიან ასწიოს, მით უფრო მცირე უნდა იყოს ის ტვირთი, რომლითაც კუნთს შეუძლიან იმოქმედოს დაუღლელად. ამნაირად თუ კუნთი სუბმაქსიმალურად იკუმშება და არაა ზედმეტად დატვირთული, მას შეუძლიან დაუღლელად ხანგრძლივი მოქმედება აწარმოოს. ერთ ცდაში მაგ. კატის. semitendinosus იკუმშებოდა ტეტანურად სუბმაქსიმალური ინტენსიობით რვა საათის განმავლობაში და არ მოიცა დაღალვის ნიშნები. შეკუმშვა იწვეოდა შეფარდებულ მამოძრავებელ ფესეთა გაღიზიანებით. (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი)

საგულისხმოა შემდეგი დაკვირვებანი ა შ ერ ი ს ლაბორატორიიდან. ამ ლაბორატორიაში შეისწავლიან კუნთის დაღლილობას სრულიად დაუზიანებელ ორგანიზმში. ზურგის ტვინში შეჰყავდა კოკაინი და მით უკანა კიდურები სიდამბლეში მოჰყავდათ, ე. ი. ნებითი მოძრაობის უნარს უკარგავდენ. აღიზიანებდენ მამოძრავებელ ნერვს ბარძაყის ფარგალში პირდაპირ ბარძაყში ელექტრული დენის გატარებით. გაღიზიანების შედეგს კიდურის საერთო მოძრაობის დაკვირვებით ითვალისწინებდენ. გაღიზიანებას ისე აწარმოებდენ, რომ შეკუმშვა მუდმივი არ ყოფილიყო: კუნთი რეგულიარულად იკუმშებოდა 1—4 წუთი და მერე ისვენებდა 1—4 წუთს. ასე იქცეოდენ ტეტანური გაღიზიანების ხმარებისას. როდესაც ცალკე ინდუქციის კვეთებს ხმარობდენ, მაშინ იცვლებოდა მხოლოდ დასვენების პაუზა ნახევარ წუთიდან რამდენიმე წუთამდე. ამ გამოკვლევის საშუალებით იყო აღმოჩენილი, რომ ყველა პირობებში თავდაპირველი შეკუმშვა არ ინახებოდა ბოლომდის. თავდაპირველი მაქსიმალური შეკუმშვა მცირდებოდა რამდენიმე წამის განმავლობაში ერთ ოდნობამდე და მერე ამ ოდნობაზე ჩერდებოდა საბოლოოდ: 3—5 საათის განმავლობაში სრულიად უცვლელად რჩებოდა. რაც უფრო ხანმოკლე იყო დასვენების პაუზა, მით უფრო მალე ხდებოდა თავდაპირველი შემცირება. (Holliger [2]). თუ ტეტანური შეკუმშვა იზომეტრიული იყო, კუნთის დაღალვა უფრო ძნელად სწარმოებდა, ვიდრე იზოტონიურ შეკუმშვისას. (E. Schmid [3]). ტემპერატურას ჰქონებია დიდი გავლენა დაღალვაზე. მაღალი ტემპერატურისას დაუღლელი მოქმედება უფრო ნაკლები დასვენების პაუზით სწარმოებდა, ვიდრე დაბალი ტემპერატურისას. (Ackermann [14]).

პ რ ა ქ ტ ი კ უ მ ი.

დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა მ ა რ ტ ი ვ ი შ ე კ უ მ შ ვ ი ს ც ვ ლ ი ლ ებ ი ს ა დ ა ღ ა ლ ვ ი ს გ ა-შ ო. უნდა ავიღოთ საზურგტვინო ბაყაყის პრეპარატი და გამოვნახოთ m. gastrocnemius და n. ischiadicus. როგორც ეს უკვე იყო ნაჩვენი. ნერვი ავტომატიურად ღიზიანდება თითო ინდუქციური კვეთებით 1—5" წუთის ინტერვალით. კუნთის შეკუმშვა სისტემატიურად იწერება ან ყოველ გაღიზიანების მიმართ, ან არა და მეტი წილის გამოშვებით. შეიძლება ვისარგებლოთ გაღიზიანების იმ ხერხით, რომელიც მე-36 სურათზეა ნაჩვენები.

დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა დ ა ღ ა ლ ვ ი ს დ ა მ ო კ ი დ ებ უ ლ ებ ი ს ა ტ ვ ი რ თ ი ს ო დ ნ ო ბ ა ზ ე. ცდა იმავე პრეპარატზე. gastrocnemius-ს იღებენ მეორე მხარეზე. ოპერაცია ისე უნდა

იყოს გაკეთებული, რომ სისხლი ბევრი არ გამოვიდეს. ჯერ სწერაევენ ტეტანურ შეკუმშვას მინიმალური დატვირთვისას—10—20 გრამით. გაღიზიანებას აწარმოებენ, ვიდრე კუნთის შეკუმშვა ნახევრამდის არ შემცირდება. ამის შემდეგ ასვენებენ კუნთს 5—10 წამით და ჰკიდებენ 100—200 გრამს და ხელახლად აღიზიანებენ ხანგრძლივად, ვიდრე კუნთის შეკუმშვა ნახევრამდის არ დაეცემა. კიდევ ასვენებენ 5—10 წამს და ისევ იმ მცირე ტვირთს ჰკიდებენ და სწერავენ, როგორც პირველ შემთხვევაში. პირველ და მესამე ცდაში კუნთის შეკუმშვის ხანგრძლივობა უფრო მეტი იქნება, ვიდრე მეორე ცდაში. უკეთესი იქნებოდა, რომ მცირე ტვირთით ცდა ერთ მხარეზე გაკეთებულიყო, დიდი ტვირთით კი მეორეზე, რომ თავიდან იყოს აცდილი დაღალვის გავლენა ერთი ცდიდან მეორეზე.

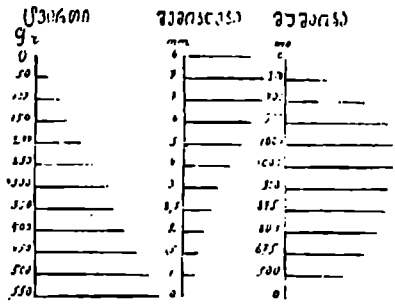
დაკვირვება აგზნებულების ცვლილებისა სრულინერვული დაღალვის დროს. ცდა საზურგტვინო პრეპარატზე. ღიზიანდება ტეტანური გაღიზიანებით plexus lumbal's; იწერება m sart. rius. ამავე დროს დრო და დრო ღიზიანდება თვითონ კუნთი ზღურბლის გამოსარკვევად. კუნთის გასაღიზიანებლად ცალკე წრე არის მოწყობილი. კუნთი ღიზიანდება ისეთ ალაგას, სადაც ნერვი არ მოიპოვება ე. ი. დისტალურ ან პროქსიმალურ მეხუთედში. კუნთის დაღალვისას აგზნებულება შემცირდება, ზღურბლი მოიმატებს.

ლიტერატურა.

1. J. Beritoff, Z. Biol., 1924. 82, 119.
2. M. Holllger, Z. Biol., 1922, 77, 261.
3. E. Schmid, „ „ 1922, 77, 271.
4. J. Beritoff, Erg. Physiol., 1924. 23. 33.
5. Kennosuke Matsuoka, Pfl. Ar., 1924 202, 573.
6. J. Ranke, Ar. An. Physiol., 1863. გვ. 472; 1864. გვ. 320.
7. W. Burridge, J. Physiol., 1910. 41. 285; 1911. 42. 359.
8. W. Weichardt, Münch. med. Wochenschr. ხუთი წერილი. 1904——1906; Ueber Ermüdungsstolfe, 1912 Suttgart.
9. Fr. S. Lee და B. Aronovitch, Am. J. Physiol., 1924. 60. 92 და 101.
10. K. Schoenlein, Pfl. Ar., 1889. 45. 134.
11. J. Beritoff, Z. Biol., 1913. 62. 125.
12. A. Rollett, Pfl. Ar., 1898. 71. 209; Centr. f. Physiol., 1900. 13. 721; 1900. 14. 435.
13. A. Lohmann, Pfl. Ar. 1902. 91. 338; 1902. 92. 387.
14. M. Ackermann, Z. Biol., 1923. 78. 331.
15. J. Beritoff, Pfl. Ar. 1923. 108. 590.
16. Er. Th. v. Brücke, Pfl. Ar. 1908 124. 215.
17. O. Meyerhoff, Pfl. Ar. 1920. 182. 232; 1920. 182. 284; 1921. 188. 114.
18. Mag. Kobayashi, Z. Biol., 1924. 81. 263.
19. Fr. Bürgi, Z. Biol., 1924. 81. 253.
20. G. Schwenker, Pfl. Ar. 1914. 157. 371.
21. Н. Е. Введенский, Телеф. изслед. над электр. явл. в мышц. и нервном аппарате, 1884, Петербург.
22. ივ. ბერიტაშვილი და დ. იაშვილი, ჩვენი მეცნიერება, 1923, № 3.

8. კუნთის მუშაობა.

ზოგადი ცნება. კუნთის მექანიკური მუშაობა განიზომება მის მიეყ აწეულ ტვირთის ოდნობის განამრაელით მისივე შემოკლების ოდნობაზე, ე. ი. ზაზომი ისეთივეა, როგორც ჩვეულებრივ ფიზიკაში. ამ მექანიკურ მუშაობის მიშართ კუნთს ერთი შესანიშნავი თვისება აქვს: **ტვირთის თანდათანობითი გადიდებით შემოკლება ჯერ მატულობს ცოტაოდნად, მერე მცირდება. მაგრამ შემცირება უსასრულო პროპორციით არ ზდება, კუნთის შეკუმშვის შემცირება უფრო ნაკლებ მნიშვნელოვანია, ვინემ ტვირთის გადიდება** (Fick). თანახმად ამისა ტვირთის მომატებისას მუშაობა ჯერ მატულობს, ხოლო მერმე თანდათან კლებულობს. რომელიმე დიდი ტვირთის დროს მისი მუშაობა ნულს უდრის. (Weber [2]). სურ. 48 იძლევა უოლერის დიაგრამას, რომელიც მას უჩვენებს, თუ რა დამოკიდებულება აქვს ბაყაყის კუნთის მუშაობას ტვირთის ოდნობასთან.



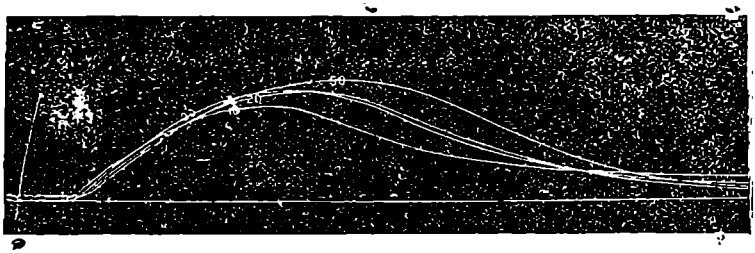
სურ. 48.
Waller'-ის დიაგრამა.

ამ სურათის პირველი სვეტის ხაზები გვიჩვენებს ტვირთის რაოდენობას გრამებით, მეორე სვეტის ხაზები—კუნთის შემოკლებას მილიმეტრებით, მესამეს ხაზები—მუშაობას გრამმილიმეტრებით. ამას გარდა მოყვანილია სურათი 49, საიდანაც კარგად სჩანს შეკუმშვის სიმაღლის მომატება ტვირთის მომატებით, მანამ დატვირთვა მცირე ფარგლებში ცვალებადობს. ზემო აღნიშნულ კუნთის თვისებაში გამოიხატება საკუთარი მუშაობის თვითმოწესრიგების უნარი. გამორკვეული არ არის, თუ რაზედ არის ეს დამოკიდებული. ფიქრობენ, რომ დატვირთვა იმავ გაღიზიანებას წარმოადგენს; რომ მისი მოქმედება უერთდება გარეგანი გაღიზიანების მოქმედებას, რომელიც შეკუმშვას იწვევს. ამის გამო მუშაობა ჯერ იზრდება, ვიდრე ტვირთის რაოდენობა იმდენად გადიდდებოდეს, რომ შესამჩნევად შეაფერხოს კუნთის შემოკლება.

რომ დატვირთვა როგორც გაღიზიანება მოქმედობს, ეს პირდაპირი ცდებიდანაც სჩანს. სახელდობრ, ცნობილია, რომ გაჭიმული კუნთი მეტ აგზნებულებას იჩენს. შემდეგ იყო ნაჩვენები, რომ gastrocnemius-ი ტვირთის მომატებით 50 გრამამდე მომატებულ მოქმედების ელექტროდენს იძლევა (Forbes, Ray Hopkins [3]).

მაგრამ ამ გარემოებებით შეიძლება აიხსნას მხოლოდ შეკუმშვის მომატება ტვირთის მომატებით მცირე ფარგლებში 50 გრამამდე. მუშაობის მომატება ამ გარემოებაზე სრულებითაც არ უნდა იყოს დამოკიდებული. კუნთის შემოკლების ხარისხი ერთის მხრივ დამოკიდებულია თვით კუნთის ბოჭკოთა ფუნქციურ თავისებურობაზე და მეორე მხრივ კიდევ შეკუმშვის გამომწვევ ერთგვარ პროდუქტთა

დამზადებაზე აგზნების გაელენის ქვეშ. შეკუმშვის ხარისხი, როგორც ჩვენ უკვე ვიცით, არაა პირობადებული ტვირთის ოდნობის მიერ. შემკუმშველ პროდუქტთა რაოდენობა კი ერთი და იგივე უნდა იყოს, თუ რომ ტვირთის ოდნობამ 50 გრ. გადაამეტა, ვინაიდან აგზნების ინტენსიეობა არ იცვლება, თუ რომ ტვირთის ოდნობა ამაზე ზევით მოიმატებს, თუ რომ ამისდა მიუხედავად მუშაობა მატულობს ტვირთის მომატებით, ეს შემდეგ გარემოებაზე უნდა იყოს დამოკიდებული. აგზნების გაელენით თითქმის ერთი და იგივე შემკუმშველ პროდუქტია მაქსიმალური რაოდენობა წარმოიშვება. თუ კუნთის დატვირთვა შედარებით მცირეა, თანახმად უოლერის სქემისა არა ნაკლებ 100 გრამისა, მაშინ კუნთი შეკუმშვისას დასძლევს ამ ტვირთს და ასწევს მას მაქსიმალურ სიმაღლემდე. თუ



სურ. 49.

M. gastrocnemius-ის მარტივი შეკუმშვანი, რომელნიც შეკუმშვის სიმაღლის მომატებას გვიჩვენებენ, როდესაც ტვირთი მატულობს. (Pembrey)

იგი უფრო მეტია, მაშინ მას ასწევს ნაკლებ სიმაღლემდე, მით უფრო ნაკლებსე. რაც უფრო მეტი იქნება ტვირთი. ვინაიდან კუნთი ელასტიურ ნივთიერებას წარმოადგენს, ცხადია, მისი სიგრძე, როგორც მოსვენებისას, ისე შეკუმშვისას ტვირთის ოდნობაზეა დამოკიდებული. თუ ტვირთის ოდნობა საზღვარს არ გადასცდა, უოლერის სქემიდან 250 გრ., კუნთის შემოკლება იმდენად კიდევ მოხდება, რომ მუშაობა, ე. ი. ტვირთის განამრავლი შემოკლებაზე, მატებას განაგრძობდეს. მაგრამ თუ ტვირთი ამ საზღვარზე მეტია, მაშინ პირიქით, მუშაობა კლებულობს შემოკლების მეტად შემცირებისა გამო.

კუნთის მანქანა. კუნთი წარმოადგენს საუკეთესო და შეუდარებელ მამოძრავებელ მანქანას, რადგან ჯერ ერთი იგი ხშირის მუშაობით უფრო ღონიერი და გამძლე ხდება და მერე საწვავ მასალას მუშაობისთვის უფრო საესებით იყენებს. არც ერთ მანქანაში ქიმიური ძალა მუშაობაში მთლიანად არ გადადის, რადგანაც მისი ერთი ნაწილი სითბოს სახით მანქანისთვის გამოუსადეგრად იკარგება. რაც უფრო მეტი წილი ქიმიური ძალისა გადადის მუშაობაში, იმდენად მეტია მანქანის „სასარგებლო ეფექტი". ყველაზედ უკეთესი ორთქლის მამოძრავებელი მანქანა საწვავ მასალიდან სამუშაოდ მხოლოდ 15%-ს იღებს. ბენზინიანი მანქანები 25%-ს, დიზელის მოტორები 37—41%-ს (Reach [3]). მრავალი გამოკვლევები ცუნცის ლაბორატორიიდან იძლევა ასეთ შედეგებს

ადამიანის შესახებ. ადამიანის კუნთები მთავარ ასელისას სარგებლობენ მუშაობისათვის საკვებავი მასალის ქიმიურ ენერგიიდან ზოგჯერ 37%-ს, საშუალოდ 31%-ს. [illegible]). მაგრამ განსაზღვრულ პირობებში სახელდობრ, სწორი ადგილიდან აღმართზე გადასვლისას, მუშაობის სასარგებლო ეფექტი გაცილებით მეტი გამოდიოდა: იგი 50%-ს აღწევდა. სულ უკანასკნელად ეს საკითხი ინგლისელმა მეცნიერმა ჰ ი ლ მ ა (Hill) [7]) გამოიკვლია. მან აღმოაჩინა უფრო დიდი სასარგებლო ეფექტი. თუ რომ დატვირთვა იყო მცირე და გაღიზიანება კიდევ სუსტი, სასარგებლო ეფექტი 50%-ს უდრიდა; ტვირთვის ზრდასა და გაღიზიანების გაძლიერებისას იგი მცირდებოდა 35—30%-მდე. მაგრამ თუ ბუნებრივ ფეხოსნობაში მიეიღებთ იმ სითბოს, რომელიც ვითარდება [illegible] შემდეგ, და იგი გამოვაკელით საერთო სითბოს ეფექტს, მაშინ სასარგებლო ეფექტის რაოდენობა უფრო მეტი გამოდის. დიდი ტვირთისას და [illegible] გაღიზიანებისას იგი 50—60% -ს აღწევს; მცირე ტვირთისას და მცირე გაღიზიანებისას კიდევ თოქმის 100%-მდე ადის. მაშ., ითოქმის მთელი ქიმიური ენერგია მექანიკურ ენერგიად ქცეულობს. ამ ნაირად კუნთის სასარგებლო ეფექტი უფრო დიდია. ვიდრე საუკეთესო ხელოვნური მანქანისა. ეს გასაკვირველი არ უნდა იყოს, ვინაიდგან კუნთში სითბო არ თამაშობს ისეთ როლს, როგორც ხელოვნურ მ ა ნ ქ ა ნ ა შ ი, სადაც ქიმიური ენერგია ჯერ სითბოთ უნდა გადაიქცეს, და მერე მხოლოდ სითბო აწარმოებს მუშაობას. ასეთ პირობაში მანქანა იდეალურ შემთხვევაშიაც კი 60%-ზე მეტ საწვავ მასალას ვერ გამოიყენებს. კუნთი ქემოდინამიურ მანქანას წარმოადგენს, აქ ქიმიური ენერგია პირდაპირ მუშაობაში გადადის.

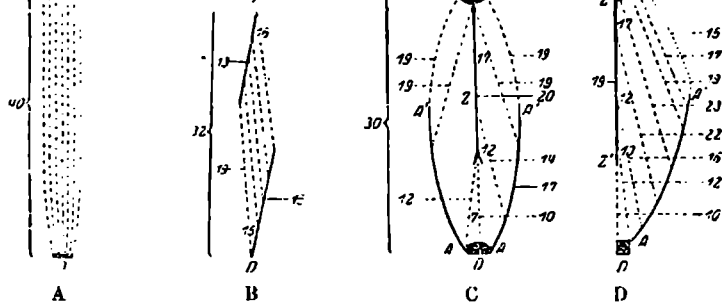
კუნთი მუშაობს მაშინ, თუ იგი ტვირთს ზემოთ სწევს. ხოლო თუ მას ტეტანური შეკუმშვის დროს ტვირთი ერთს დონეზე უპირავს, იგი მუშაობას არ ეწევა. ამ შემთხვევაში მთელი ქიმიური ძალა სითბოთ გარდიქცევა.

კ უ ნ თ ი ს მ უ შ ა ო ბ ი ს რ ა ო დ ე ნ ო ბ ა. 1. რაც უფრო სქელია კუნთი, მით უფრო მეტ ტვირთს ასწევს, ე. ი. რაც უფრო მეტია კუნთის სიგრძეზე დაწყობილი კუნთის ბოჭკოთა რიცხვი (E. Weber [8]). თუ დანარჩენი პირობები ერთნაირია კუნთის ძალა გარდიგარდმო ნაკვეთის პროპორციულად იზრდება.

მაგრამ მეტ წილად უმაღლეს ხერხემლიან ცხოველთა კუნთებში კუნთის ბოჭკოები არ განეწყობიან კუნთის გასწვრივ კუნთის ერთი ბოლოდან მეორემდე. მეტ წილად კუნთის აგებულება ფრთისებრია, როგორც ამას სურ. 50 B—D იძლევა. ამ კუნთებში დისტალური და პროქსიმალური მყესები შეეკრებიან შიგნით კუნთში კარგა დიდ მანძილზე და კუნთის ბოჭკოები განეწყობიან მათ შუა ირიბათ ერთი მყესიდან მეორემდე. ასეთ კუნთებში კუნთის ბოჭკოების სიგძე მთელი კუნთის სიგძეზე ნაკლებია: ზოგჯერ იგი კუნთის სიგძის ერთ მესამედს ან მეოთხედს უდრის, მაგრამ სამაგიეროთ ბოჭკოთა საერთო რიცხვი დიდია, ამ შემთხვევაში კუნთის საერთო შემოკლება შედარებით მცირეა, ხოლო მის მიერ ტვირთის აწევის უნარი და მაშ., მუშაობის უნარი უფრო მეტია შედარებით იმავე სისქის პარალელურ ბოჭკოებიან კუნთთან. მაშ., ფრთისებრ კუნთებში გარდიგარდმო ნაკვეთის ოდნობა არ გამოხატავს მუშაობის

უნარს. აღნიშნული განსხვავება მუშაობის მხრივ უფრო მაშინ ემჩნევა, როდესაც ტვირთი შედარებით დიდია. (Сеченов [8]), ცხაკაია [9]).

2. კუნთის მიერ ტვირთის აწევის სიმაღლე დამოკიდებულია კუნთის ბოჭკოთა სიგრძეზე ერთის მხრივ, და ამ ბოჭკოთა შეკუმშვის უნარის თავისებურებაზე მეორე მხრივ. რაც უფრო გრძელია ეს ბოჭკოები და რაც უფო მეტია მათი შეკუმშვის უნარი, მით უფრო მაღლა აიწევა ტვირთი. ფრთისებრ კუნთებში, რომელთა ბოჭკოთ სხვადასხვა სიგრძე აქვთ, კუნთის მიერ ტვირთის აწევის სი-



სურ. 50.

ბაყაყის კუნთების არხიტექტურა. A=sartorius, B=ileofibular's, C=vastus internus ქვემო მუცლის მარის ზედაპირიდან, D=vast. interuus-ის გასწვრივი განაკვერი. კუნთების ბოჭკოთა მიმართულება მოცემულია შტრიხებიანი-ხაზებით, მყესებისა კიდევ განუწყვეტელი ხაზებით. ციფრები აღნიშნავენ ბოჭკოთა და მყესთა სამაგალითო სიგძეს mm-ით. P—პროქსიმალური ბოლო, D—დისტალური ბოლო. როგორც ციფრებიდან სჩანს, ზოგ კუნთში ყველა ბოჭკოთა სიგრძე ერთი და იგივეა: ასეა Sartorius-ში და ileofibular's-ში; მეტ-წილად კი მათი სიგრძე სხვადასხვაა. მაგ. vastus internus-ში ბოჭკოთა სიგრძე იცვლება 10 მ.—იდან 23 მილიმეტრამდე. (ბერიტაშვილი).

მაღლე დამოკიდებულია უგრძეს ბოჭკოთა მოქმედებაზე (ბერიტაშვილი [27]). (იხ. სურ. 50.). მაგრამ ცხადია დატვირთული კუნთის შეკუმშვის სიმაღლე დამოკიდებულია ტვირთის ოდნობაზე. ტვირთი უნდა იყოს ძალიან მცირე რომ გავლენა არ იქონიოს შეკუმშვის ოდნობაზე მისი შემცირებით.

3. ყველაზედ მეტი ტვირთის აწევა კუნთს შეუძლიან შეკუმშვის დაწყებისას, მერმე იგი სულ მცირე და მცირე ტვირთს ასწევს. როდესაც შეკუმშვა მაქსიმუმს უახლოვდება, იგი უმცირეს ტვირთს ასწევს. (Th. Schwann[10]).

4. თვითეულ კუნთს აქვს სრულიად განსაზღვრული უნარი ტვირთის ადგილიდან დაძვრისა. იმ ტვირთს, რომელიც გაღიზიანებულ კუნთს არ შეუძლიან დასძრას ადგილიდან და მასთან კუნთის გაჭიმვას არ იწვევს გაღიზიანების დროს, უწოდებენ აბსოლუტურ ძალას. (E. Weber [2]). აბსოლუტური ძალა პარალელურ ბოჭკოიან კუნთებში მით უფრო დიდია, რაც უფრო მეტია კუნთის დიამეტრის ოდნობა. ხოლო ფრთისებრი აგებულების კუნთების მიმართ ეს შეთანასწორება

არ გამოდგება. აბსოლუტური ძალა ბოლოს და ბოლოს დამოკიდებულია კუნთის ბოჭკოთა საერთო რაოდენობაზე. ეს რაოდენობა კი მით უფრო მეტია, რაც უფრო მოკლეა თვითეული კუნთის ბოჭკო საერთო კუნთის სიგრძესთან შედარებით (Weiss [13]), ცხაკაია [3]). ბაყაყის კუნთის gastrocnemius-ის აბსოლუტური ძალა ერთ კვადრატულ სანტიმეტრზე 2,8—3 კილოგრამს უდრის, ადამიანის იმავე კუნთისა კი 6—8 კილოგრამს.

5. თითო ინდუქციის კვეთება თუ გინდ იგი უაღრესი ინტენსივობისა იყოს, მაინც ისეთ გამაღიზიანებელ ძალას არ გამოიჩენს, რომ ასწიოს იმოდენა ტვირთი, როგორც ტეტანიზაციის დროს. ტეტანური გაღიზიანების დროს კუნთი მით უფრო მეტს ძალას იჩენს, რაც უფრო მეტი იქნება გაღიზიანების სიხშირე. ეს რასაკვირველია ერთგვარ საზღვრებში: თუ გაღიზიანების სიხშირემ და მასთან ერთად ინტენსივობამ გადააბიჯა ერთგვარ საზღვარს, მაშინ პირიქით მუშაობის ოდნობა შემცირდება შეკუმშვის შემცირებისა გამო რეფრაქტორული ფაზის გავლენით. (იხ. ამის შესახებ დაწერილებით ქვემოთ პერიფერიული ნერვული სისტემის ფიზიოლოგიაში).

თუ კუნთზე მოქმედობს სუბმაქსიმალური გაღიზიანება (რომელიც მაქსიმალურ შეკუმშვას არ იძლევა), მაშინ შეიძლება ორ შემთხვევასთან გვქონდეს საქმე: ან გაღიზიანების ძალა უცვლელად რჩება, ხოლო დატვირთვა იცვლება,—ამ შემთხვევაში მუშაობის რაოდენობა მატულობს იმ კანონის მიხედვით, როგორც უაღრეს გაღიზიანების დროს, ე. ი. თანახმად დიაგრამისა მე-48 სურათზე. თუ კიდე დატვირთვა ერთია, ხოლო გაღიზიანების ძალა იცვლება,—ამ შემთხვევაში აწევის სიმაღლე იზრდება პირდაპირ პროპორციულად გაღიზიანების ძალისა (Fick [4]).

ადამიანის მუშაობის უნარის დასაფასებლად უნდა მივიღოთ მხედველობაში არა მარტო ის, თუ რამოდენა მუშაობას აწარმოვებს იგი დასახელებულ მოკლე დროს, აგრეთვე ისიც თუ რამდენჯერ შეუძლიან მას მუშაობის გამეორება დანიშნულ დროს. მამაკაცის დღიური მუშაობის საშუალო ოდენობა, თუ სამუშაო დრო 8 საათია, უდრის 6,3--10 (მაქსიმუმი 10,5 ან 11,0) კილოგრამმეტრს ერთს წუთში. მაშასადამე, დღიური სასარგებლო ეფექტი შეადგენს 288000 კილოგრამმეტრს. ცხენის მუშაობა უდრის 75 კილოგრამმეტრს წუთში („ცხენის ძალა").

ეს საშუალო მუშაობის უნარის ოდნობა შეიძლება დროებით უფრო მეტი იყოს, მაგრამ მაშინ ორგანიზმი უფრო ხანგრძლივ დასვენებას მოითხოვს; წინააღმდეგ შემთხვევაში მისი ჯანსაღობა დაავადდება ზედმეტი ჯაფისგან.

მუშაობის უნარი, სხვათა შორის, თვით კუნთთა მოქმედების ოდნობაზეცაა დამოკიდებული. როდესაც კუნთი უაღრეს შეკუმშვას განიცდის, იგი უფრო მალე იღლება, ვიდრე იმ შემთხვევაში, როდესაც მისი შეკუმშვა უაღრესზე ცოტად ნაკლებია. შეიძლება კუნთი იმისთანა ოდნობის შეკუმშვას განიცდიდეს, რომ იგი დაუღლელად განუწყვეტლივ მოქმედობდეს. მაშასადამე მუშაობის უნარის ოდნობა უფრო მეტი იქნება, თუ კუნთების შეკუმშვა სუბმაქსიმალური ოდნობისა არის.

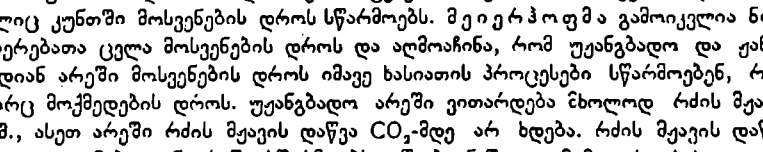
კუნთის მექანიკური ენერგიის წარმოშობა. კუნთის მუშაობის დროს ხდება ნახშირწყლების დაწვა CO_2 წარმოშობით. მაგრამ ეს კიდევ

თავის თავად იმას არ ნიშნავს, რომ კუნთის მექანიკური ენერგია დაწვის პროცესის შედეგია. პირიქით პირდაპირი ცდებიდან ვიცით, რომ **კუნთის მუშაობა სწარმოებს უჟანგბადო ატმოსფერაშიაც, როდესაც დაწვა არ ხდება ე. ი. როდესაც მუშაობა ანოქსიბიოზურია.** ასეთ პირობაში ნახშირ მჟავა სულ მცირედ გამოიყოფა და ამასაც დაწვის შედეგს კი არ მიაწერენ, არამედ მას სთელიან როგორც გამოდევნილს კარბონატებიიდან კუნთში ახლად აღმოცენებული რძის მჟავის მიერ. ამნაირად სრულიად უარყოფილია ნახშირ მჟავის აღმოცენება ანოქსიბიოზური მუშაობის დროს (Fletcher [15]).

მაგრამ გაჟანგების პროცესსაც მნიშვნელობა აქვს კუნთის მუშაობაში. კუნთის უჟანგბადოთ დაღლა გაცილებით მალე ხდება, ვიდრე ჟანგბადის არსებობისას. აზოტის ატმოსფერაში აბსოლუტურად დაღლილი კუნთი სრულიად იბრუნებს მუშაობის უნარს, თუ რომ მას ამის შემდეგ ჟანგბადს მივაწვდით. ამასთან ერთად ისპობა რძის მჟავა და გამოიყოფა ისეთი რაოდენობა ნახშირ მჟავისა, რომელიც მოხმარებულ ჟანგბადს შეუფარდდება (Fletcher და Hopkins[16]). ამის გარდა ვერცზარმა[17]) ნათლად დაგვანახა, რომ ნორმალურ ორგანიზმშიაც თვითონ მუშაობის დროს ჟანგბადი იხარჯება, ხოლო მეტ წილად შეკუმშვის დროს კი არა, არამედ შეკუმშვის შემდეგ. ამნაირად კუნთის მოქმედებისას ქიმიური პროცესები ორ ფაზად იყოფა: **მუშაობის ანუ შეკუმშვის ფაზა, როდესაც რძის მჟავა წარმოიშვის ნახშირწყლებიდან უჟანგბადოთ, და აღდგენის ფაზა, როდესაც რძის მჟავა ჟანგბადის საშუალებით ისპობა.** (Hill [18], Meyerhof [19]).

ქიმიური პროცესები როგორც პირველ, ისე მეორე ფაზაში რთული სახით სწარმოებს. ეს პროცესი პირველად კუნთიდან გამოწურულ წვენზე შეისწავლეს. ასეთი წვენი თავის თავად დროს განმავლობაში რძის მჟავას იძლევა, ისე როგორც კუნთი მოსვენების პერიოდში. მაგრამ კუნთის წვენის რძის მჟავასთან ერთად წარმოშობს ფოსფორმჟავის შეთანაბრებულ ანუ ეკვივალენტურ რაოდენობას. ასეთ წვენს რომ მიუმატოთ გლიკოგენი ან ლერწმის შაქარი, ეს რძის მჟავის წარმოებაზე არ იმოქმედებს. პირიქით ჰექსოზოფოსფორმჟავის მომატება რძის მჟავის წარმოშობას აძლიერებს (Embden [20]). აქედან ის დასკვნა იყო გამოყვანილი, რომ გლიკოგენი პირდაპირ რძის მჟავას არ წარმოშობს, რომ ამისათვის საჭიროა ერთგვარი წინა საფეხური, რომელიც შეიცავს ნახშირწყალთან ერთად ფოსფორმჟავას. ემბდენის აზრით ეს ისეთივე ნახშირ-წყალ-ფოსფორმჟავა უნდა იყოს, როგორიც ივანოვმა და ჰარდენმა პირველად შაქრის სპირტოვანი დუღილის დროს აღმოაჩინეს, როგორც სპირტის წინა საფეხური. ემბდენმა მართლაც მიიღო კუნთის წვენიდან ეს შენაერთი და მას **ლაქტაციდოგენი** უწოდა. შემდეგ მომუშავე კუნთშიაც აღმოაჩინეს იგი. რაც უფრო სწრაფად მუშაობდა კუნთი, მით უფრო მეტი ლაქტაციდოგენი მზადდებოდა; თეთრი კუნთები იძლეოდენ უფრო მეტს, ვიდრე წითელი. დიდი მუშაობისას პირიქით ლაქტაციდოგენის რაოდენობა კუნთში შესამჩნევად კლებულობდა და ამასთან ერთად ფოსფორმჟავის გამოყოფა შარდით მატულობდა.

ამნაირად **მუშაობის ქიმიური ფაზა მდგომარეობს ნახშირწყლის დაშლაში რძის მჟავამდე ჰექსოზოფოსფორმჟავას საშუალებით.** ეს ანაერობული ე. ი. უჟანგბადო ქიმიური პროცესი მ ე ი ე რ ჰ ო ფ ს ამნაირად აქვს წარმოდგენილი: [28]).



$$5/n\ (C_6H_{10}O_5)n + 5H_2O + 8H_3PO_4 \rightarrow 4C_6H_{11}O_3(H_2PO_4)_3 + C_6H_{12}O_6 + 8H_2O \rightarrow$$

$$\rightarrow 8C_3H_6O_3 + 8H_3PO_4 + C_6H_{12}O_6.$$

გლიკოგენი ჰექსოზოდიფოსფორმჟავა გლიუკოზა

რძის მჟავა

მეორე აღორძინების ფაზა უფრო რთული ხასიათისაა. როგორც აღვნიშნეთ უჟანგბადო არეში ამოკრილი კუნთის დაღალვა ძალიან სწრაფად სწარმოებს. მუშაობა გრძელდება მხოლოდ იმ დროს, ვიდრე არ დაიშლება გლიკოგენის მთელი მარაგი და რძის მჟავად არ გარდიქცევა. სწორედ იმდენი რძის მჟავა წარმოიშვება, რამდენიც დახარჯული გლიკოგენის რაოდენობას შეუფარდდება. შეკუმშვის დროს წარმოშობილი რძის მჟავა რჩება კუნთში უცვლელად. იგი ისპობა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ რომ კუნთს ჟანგბადიან არეში გადავიტანთ. მაგრამ მ ე ი ე რ ჰ ო ფ ი ს [21]) გამოკვლევით მთელი რძის მჟაეის მოსპობა მარტო დაწვის პროცესზე არაა დამოკიდებული. იწვება მხოლოდ მთელი რაოდენობის ერთი მეექვსიდან ერთ მეოთხემდე. გამოყოფილი CO_2 და დახარჯული O-ს რაოდენობა შეუფარდდება დაახლოებით არსებული რძის მჟავის ერთ მეექვსიდან ერთ მეოთხემდის დაწვას. დანარჩენი რძის მჟავა ხელახლად გლიკოგენს წარმოშობს. ამნაირად **აღდგენის პერიოდში მუშაობისათვის ძვირფასი რძის მჟავა მთლიანად არ იწვება. იწვება იმდენი, რამდენიც საჭიროა იმ ენერგიის წარმოსაშვებად, რომელიც დანარჩენ რძის მჟავას სჭირდება ნახშირწყლად გარდასაქცევად, რომ იგი ხელახლად იყოს მომხმარებელი მუშაობის საწარმოებლად.** ეს აღდგენის ქიმიური პროცესი მ ე ი ე რ ჰ ო ფ ი ს აზრით აგრეთვე ჰექსოზოფოსფორმჟაეის საშუალებით უნდა სწარმოებდეს:

$$8C_3H_6O_3 + 8H_3PO_4 + C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 4/n(C_6H_{10}O_5)n + 8H_3PO_4 + 6CO_2 + 10H_2O.$$

მუშაობის დროს მიმდინარე პროცესები არსებით არ ირჩევა იმიდან, რომელიც კუნთში მოსვენების დროს სწარმოებს. მ ე ი ე რ ჰ ო ფ მ ა გამოიკვლია ნიეთიერებათა ცვლა მოსვენების დროს და აღმოაჩინა, რომ უჟანგბადო და ჟანგბადიან არეში მოსვენების დროს იმავე ხასიათის პროცესები სწარმოებენ, როგორც მოქმედების დროს. უჟანგბადო არეში ვითარდება ~~ხ~~ხოლოდ რძის მჟავა, მაშ., ასეთ არეში რძის მჟაეის დაწვა CO_2-მდე არ ხდება. რძის მჟაეის დაწვა მხოლოდ ჟანგბადიან არეში სწარმოებს. იწვება ნაწილი ამ მჟაეისა, სახელდობრ ერთი მეოთხედი, დანარჩენი კიდეე უკან გლიკოგენში გადადის, როგორც ეს შეკუმშვის შემდეგ ხდება.

გაჟანგებული ე. ი. დამწვარი რძის მჟაეის რაოდენობა დამოკიდებულია ნიეთიერებათა ცვლის პირობებზე. რაც უფრო საუკეთესოა ეს პირობები, მით უფრო რძის მჟავის მცირე ნაწილი იწვება, მაშ., მით უფრო მეტი გარდიქცევა გლიკოგენად. ~~როცა კუნთი ძალიან ცოცხალია,~~ მაშინ იწვება ერთ მეოთხედზე უფრო მეტი რძის მჟავა. მრავალი შხამები და ტრავმატიული დაზიანება

აგრეთვე ძალიან ადიდებს ამ რაოდენობას. ცხადია კუნთის მუშაობა მით უფრო ეკონომიურია, რაც უფრო ნაკლები რძის მჟავა იწვება. როდესაც ერთი მეოთხედი იწვება, მაშინ მ ე ი ე რ ჰ ო ფ ი ს გამოანგარიშებით სამუშაო ნივთიერების--
---გლიკოგენის სასარგებლო ეფექტი 40% შეადგენს. საუკეთესო პირობებში კი დასვენებულ და დაუზიანებელ კუნთში ამის პროცენტი 50—60-ს უდრის.[2b])

მეორე აღდგენის ფაზა გრძელდება რამდენიმე საათს. სულ ხანმოკლე ტეტანური შეკუმშვის შემდეგაც კი უნდა გაიაროს სულ ცოტა 5 წუთმა, რომ რძის მჟავამ აღდგენა დაიწყოს. მაქსიმუმს ამ შემთხვევაში 40 წუთის შემდეგ აღწევს. ასეთი იყო ჰ ი ლ ი ს დაკვირვება[1b]). ამაზე უფრო მოკლე აღდგენის პერიოდი თითო მარტივი შეკუმშვის შემდეგ უნდა ხდებოდეს. სახელდობრ 28°—30C°-ისას ბაყაყის კუნთი რომ ღიზიანდებოდეს 2 წუთში ერთხელ, დაღალა არ მოხდება. მაშ., მთელი აღდგენის ფაზა ორ წუთში მთავრდება (Ackermann[22]). აქედან თავის თავად გამომდინარეობს, რომ რძის მჟავის აღდგენის ფაზა და შემკუმშველი მოქმედების მოსპობა ანუ კუნთის მოდუნება გაღიზიანების შემდეგ ერთი და იგივე მოვლენა არ არის. ცხადია კუნთის მოდუნება რძის მჟავის გაქრობაზე დამოუკიდებლად ხდება. იმის შესახებ თუ რა იწვევს რძის მჟავის შემკუმშველი მოქმედების მოსპობას ერთი აზრი არ არსებობს. მ ე ი ე რ ჰ ო ფ ი ს აზრით ამის მიზეზი უნდა იყოს რძის მჟავის განეიტრალება ტუტიანი ცილოვანი ნივთიერებით. სხვათა აზრით ეს განეიტრალება ბიკარბონატების საშუალებით უნდა სწარმოებდეს (Wocker[23]). მაშ. რძისმჟავა იერთებს ნატრიუმის ან კალიუმის თითო იონს ბიკარბონატის თითო მოლეკულიდან ან და ტუტიან ცილებიდან. რძის მჟავა მოქმედებს კუნთის მიოფიბრილზე და იწვევს მის შეკუმშვას თავის სიმჟავეობით. თუ რომ იგი განეიტრალდა, ცხადია მას ეს უნარი მაშინვე უნდა დაეკარგოს. ამნაირად, **კუნთის მოდუნება ანუ შეკუმშვის შეწყვეტა სწარმოებს სრულიად დამოუკიდებლად მეორე აღდგენის ფაზისგან იგი უნდა იყოს შედეგი რძის მჟავის განეიტრალებისა და ამ საშუალებით მისი შემკუმშველი მოქმედების მოსპობისა.**

ს ი თ ბ ო ს პ რ ო დ უ ქ ც ი ა და მ ი ს ი მ ნ ი შ ვ ნ ე ლ ო ბ ა კ უ ნ თ ი ს მ უ შ ა ო ბ ა შ ი. კარგა ხანია ცნობილია, რომ კუნთი შეკუმშვის დროს სითბოს წარმოშობს (Helmholtz[24]), (Heidenhain[25]). აქედან ისეთი დასკვნა გამოიყვანეს, რომ კუნთის მუშაობა, როგორათაც ორთქლის მანქანისა, სითბოზეა დამოკიდებული, რომ ჯერ ქიმიური ენერგია სითბოდ იქცევა და მერე უკვე აქედან ნაწილი მექანიკურ ენერგიად გადადის (Engelmann[26]). დღეს უკვე ყველას მიერ მიჩნეულია, რომ შეკუმშვის დროს წარმოებული სითბო არავითარ როლს არ ღებულობს კუნთის შეკუმშვაში. სითბო წარმოიშვება როგორც შეკუმშვის, ისე შეკუმშვის შემდეგ, უკანასკნელ ფაზაში უფრო მეტიც, ვიდრე პირველში. სითბოს განვითარების წყაროები და მსვლელობა საფუძვლიანად იყო შესწავლილი ჰ ი ლ ი ს მიერ[18]). მის მიერ იყო დაკვირვებული, რომ სითბო ჯერ სწრაფად წარმოიშვება შეკუმშვის დროს და მერე იგი გრძელდება შეკუმშვის შეწყვეტის შემდეგ რამდენიმე წამს და საათსაც. საგულისხმოა აქ შემდეგი ფაქტი: თუ რომ კუნთი აზოტის ე. ი. უჟანგბადო არეში იკუმშება, მაშინ კუნთში სითბოს პრო-

დუქცია ისევე მიმდინარეობს, როგორც კუნთის ხელოვნურად გათბობისას: ე. ი. იგი გაცილებით მალე ისპობა შეკუმშვის შემდეგ, ვიდრე ჟანგბადის არეში. ამნაირად დამტკიცებული იყო აღდგენის ფაზაშიაც სითბოს წარმოშობა.

ტემპერატურის გასაზომად კუნთში ხმარობენ ფრიად მგრძნობიარე თერმოელემენტს. იგი წარმოადგენს 30—40-ჯერ ზედიზედ შედუღებულ მავთულის ნაპრებს. ამ ნადუღებზე მოაქცევენ კუნთს. ამ თერმოელემენტის წრეში შეტანილია გალვანომეტრი. კუნთის მოქმედებისასა გალვანომეტრის ისარი გადიხრება ერთ მხარეზე. ამ გზით სითბოს რაოდენობის გამოკვლევა ძალიან რთული საქმეა, რადგან საჭიროა მზედველობაში იქონიონ სისწრაფე, რომლითაც გადახრა ხდება, გადახრის მაქსიმუმი, გადახრის მოყვანილობა, კუნთის და ელექტროდების თბიერების ტევა, გალვანომეტრის ინერცია და სხვა (H.II [20]).

მეიერჰოფის მიერ შემდეგნაირად აყო გამოანგარიშებული სითბოს რაოდენობა შეკუმშვის დროს. გლიკოგენიდან ერთ გრამ რძის მჟავის წარმოშობისას ვითარდება 375 კალორი. აქედან პირდაპირ გლიკოგენის დაშლა იძლევა მხოლოდ 170 კალ. (ერთი გრამი გლიკოგენის დაწვისას ვითარდება 3772 კალ.. რძის მჟავისას 3601 კალ. განსხვავება უდრის 170 კალ.). შემდეგ, ახლად აღმოცენებული რძის მჟავა მოქმედებს ტუტიან ცილაზე და ანთავისუფლებს ტუტას (ნატრიუმის იონს). ეს ცილის დისოციაციური პროცესი იძლევა დამატებით 140 კალ. ამას გარდა რძის მჟავის განზავებას კუნთის პლაზმაში მიაკუთნებენ 14 კალ. წარმოებას, შემდეგ მის ნეიტრალიზაციას ფოსფატების და კარბონატების მიერ მიაწერენ 20 კალ. ამნაირად სულ გამოდის: 170+140+14+20=344 კალ. ეს ოდნობა ცოტა ნაკლებია, ვიდრე ფაქტიურად წარმოიშვის.

შეკუმშვის შემდეგ აღდგენის დროს ოთხი მოლეკულა რძის მჟავიდან ერთი იწვება. სამი გლიკოგენამდე აღსდგება. საბოლოოდ იწვება შეკუმშვის დროს დაშლილი გლიკოგენის ერთი მეოთხედი, რაც უნდა იძლეოდეს 3772:4=943 კალ. აქედან უნდა გამოვაკლოთ ის სითბო, რომელიც გლიკოგენის აღდგენას მოუნდა, ე. ი. იმდენი კალორი, რამდენიც მის დაშლისას წარმოიშვა შეკუმშვის დროს, ე. ი. 375 კალ.; აღდგენის ფაზაზე მოდის 568 კალ. ამნაირად შეკუმშვის ფაზაში ვითარდება საერთო რაოდენობის 40%, აღდგენისაში კიდევ 60%. ეს დასკვნა პირდაპირი ცდებითაც იყო დამტკიცებული ჰილის და მეიერჰოფის მიერ. ამნაირად, **ნორმულ პირობებში მუშაობის დროს ნახშირწყლების უჟანგბადო ჰიდროლიტიური დაშლის პროდუქტი რძის მჟავა იწვევს შეკუმშვას და მით მუშაობას აწარმოებს. ამ დროს სითბო თუმცა აგრეთვე ვითარდება, მაგრამ ეს მხოლოდ გვერდითი მოვლენაა და შეკუმშვის წარმოებაში არავითარ როლს არ თამაშობს.** რძის მჟავა იწვევს შეკუმშვას, ვიდრე იგი ასე თუ ისე არ განეიტრალდება და მით შემკუმშველ უნარს არ დაჰკარგავს. ამის შემდეგ რძის მჟავა ხელახლად გლიკოგენად იქცევა. ეს ენდოთერმიული რეაქცია საჭირო ენერგიას რძის მჟავის ერთი მეოთხედის დაწვის საშუალებით ღებულობს. ამ რეაქციის დროს ცხადია იმდენი სითბოს ენერგია იკარგება, რამდენიც რძის მჟავის გამოყოფისას შეკუმშვის პერიოდში განვითარდა. რადგან გლიკოგენის ერთი წილი ბოლომდის იწვება, ცხადია გლიკოგენის მთელი ქიმიური ენერგია მთლიანად არ ხმარდება მექანიკური ენერგიის წარმოებას.

პრაქტიკუმი.

ცდა შეკუმშვის სიმაღლის და მუშაობის ცვალებადობისა ტვირთზე დამოკიდებულებით. საზურგტვინო პრეპარატი გაკრულია საცობის ფირფიტაზედ. gastronemius-ის მყესს მაგარი ძაფის საშუალებით პირდაპირ მიოგრაფს შეუერთებენ. ელექტროდები (ქინძისთავების სახით) კუნთს თავსა და ბოლოში გაუკეთდება. შეკუმშვა უმოძრაო კიმოგრაფზედ იწერება. კუნთის შეკუმშვა მაქსიმალური ტეტანური გაღიზიანებით გამოიწვევა. თვითეული გაღიზიანება გაგრძელდება მხოლოდ მოკლე ხანს, რაც საჭირო იქნება შემოკლების სიმაღლის გათვალისწინებისთვის. თვითეული გაღიზიანების შემდგომ კუნთს დასასვენებლად ორ-ორ წამი უნდა მიეცეს. ჯერ დასწერენ კუნთის შემოკლებას დაუტვირთველად. მერე მიოგრაფზედ ჩამოკიდებენ მცირე ტვირთს—10 გრამს. და ხელახლად ახალ ალაგს დასწერენ. მერმე მიოგრაფს ისევ ალაგს უცვლიან, ტვირთს უმატებენ და დასწერენ. საკმარისია გამოიცადოს ამის შემდეგ 20, 50, 100, 500 და 1000 გრამი.

დაკვირვება კუნთის მუშაობის რაოდენობის დამოკიდებულებისა ტვირთის რაოდენობაზე. ბაყაყის საზურგტვინო პრეპარატი. ჯერ სწერენ ერთი მხარის gastrocnemius-ს. აღიზიანებენ საჯდომ ნერვს ტეტანურად ინდუქციური დენით: ერთი წუთი მაქსიმალური გაღიზიანება, ერთი წუთი დასვენება. ამას მეტრონომის საშუალებით აკეთებენ. კუნთს დატვირთვენ 50 გრამით, გაღიზიანება გრძელდება ვიდრე შეკუმშვის სიმაღლე ნახევრამდის არ შემცირდება. მერე მეორე მხარის gastrocnemius-ს ილებენ. დატვირთვენ 200 გრამით და აღიზიანებენ მეორე მხარის ნერვს იმავე წესით. შემდეგ გამოარკვევენ მუშაობის საერთო რაოდენობას პირველ და მეორე შემთხვევაში. აღმოჩნდება, რომ პირველ შემთხვევაში კუნთმა უფრო მეტი იმუშავა, ვიდრე მეორეში.

ლიტერატურა.

1. A. Fick, Beitr. z. vgl. Physiol., 1863, Braunschweig, გვ. 53.
2. E. Weber, Wagners Handwörterb. d. Physiol., 1846, 3, II, გვ. 81.
3. A. Forbes, L. H. Ray, და A. Hopkins, Am. J. Physiol, 1923, 63, 300.
4. F. Reach, Fortschr. d. naturw. Forschung. 1914, 10, 97.
5. N. Zunz, Pfl. Ar. 1897, 68, 191.
6. N. Zunz, O. Hagemann, C. Lehmann, J. Frentzel, Landwirtsch. Jahresber., 1889, 18; 1898, 27, Ergänzungsband III.
7. A. W. Hill, J. Physiol., 1914, 46, 435.
8. И. Сеченов, Очерки рабочих движений. 1903.
9. მ. ცხაკაია, თბილ. სახელმწ. უნივერ. ფიზიოლ. ლაბორატორია. არ არის გამოქვეყნებული.
10. Schwann, Müllers Handb. d. Physiol., 1840, ტ. 2, გვ. 59.
11. Rosenthal, Cpt. rend., 1867, 64, გვ. 1143.
12. F. Knorz, Dissert. 1865, Marburg.
13. G. Weiss, Traite de physique Biologique, 1903, 1, 90—99.
14. A. Fick, Unters. üb. elektr. Nervenreizننg. 1864, Braunschweig.
15. W. M. Fletcher, J. Physiol., 1898, 23, 410; 1902, 28, № 5.
16. Fletcher d F. G. Hopkins, J. Physiol, 1907, 35, 247.
17. F. Verzár, J. Physiol., 1912, 44, 243; Erg. Physiol., 1916, 15, 1.

18. A. V. Hill, Erg. Physiol., 1923, 22, 299.
19. O. Meyerhoff, Erg. Physiol., 1923, 22, 299.
20. G. Embden, და F. Laquer, Z. Physiol. Chem., 1915, 93, 60; ibid. 1915, 93, 94; 1916, 98, 681.
21. O. Meyerhoff, Pfl. Ar., 1920, 182, 232; 1920, 182, 284; 1921, 188, 114,
22. M. Ackermann, Z. Biol., 1923, 78, 331.
23. L. Wacker, Pfl. Ar. 1919, 174, 425.
24. H. Helmholtz, Ar. An. Physiol., 1848, გვ. 144·
25. R. Heidenhain, Mechan. Leistung., Wärmesntwickl. u. Stoffumsatz bei d. Muskeltätigkeit, 1864, Leipzig.
26. Th. W. Engelmann, Ueber d. Ursprung d. Muskelkraft, 1893, Leipzig.
27. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1925, 209, 763.
28. O. Meyerhof, Die Energieumwandlungen im Muskel, 1924, Stockholm. (სანობელო პრემიის მოხსენება).
29. A. V. Hill, Erg· Physiol., 1915, 16, 340.

9. ტეტანუსის წარმოშობა.

ტეტანური შეკუმშვის დახასიათება. კუნთის ყოველი რეფლექსური და ნებითი შეკუმშვა ტეტანურია, ე. ი. კუნთი ღებულობს ცენტრალური ნერვული სისტემიდან აგზნების იმპულსთა მთელ რიგს. მხოლოდ ზყესის რეფლექსში კუნთის შეკუმშვა ერთი აგზნების იმპულსის მიერ იწვევა. ამას იქიდან დავსკვნით, რომ თვითეულ ასეთ შეკუმშვას თანსდევს ელექტრული დენის ერთი რხევა, ე. ი. ერთი მოქმედების დენი, როგორც ეს მარტივი შეკუმშვის დროს ხდება (Hollmann [1]), Dittler და Günter [8]). რადგანაც ბუნებრივი შეკუმშვა უმეტეს ნაწილად ტეტანუსებურია, საჭიროა საკვლევით გარკვეულად გვქონდეს წარმოდგენილი თვითონ ტეტანუსის ბუნება.

ტეტანუსი ნიშანდობლივ განირჩევა მარტივ შეკუმშვისაგან. სახელდობრ, **კუნთის ერთსა და იმავე ფუნქციურ მდგომარეობაში პირველი მუდამ უფრო მეტი ამპლიტუდისაა, ვიდრე მეორე,** ე. ი. კუნთის შემოკლება მარტივ შეკუმშვის დროს, მაქსიმალური გაღიზიანებაც რომ იყოს, გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე უმცირეს გაღიზიანებისგან გამოწვეული ტეტანური შეკუმშვის დროს. თეთრი კუნთების შემოკლება ტეტანუსის დროს 2-3-ჯერ მეტია მარტივ შეკუმშვაზედ. წითელი კუნთის შემოკლება კი 8-9-ჯერ მეტია. შეუძლებელია ვიფიქროთ, ვითომც ეს განსხვავება კუნთის შეკუმშულ ბოჭკოთა რიცხვის სხვადასხვაობაზე იყოს დამოკიდებული, რადგანაც გამაღიზიანებელი ძალის ფიზიკური გავლენა დაახლოებით ერთი და იგივე უნდა იყოს, მისდა მიუხედავად ერთხელ თუ განმეორებით მოქმედობს იგი. არც იმისი დაშვება შეიძლება, ვითომც ტეტანური ეფექტი მხოლოდ მარტივ შეკუმშვათა სუმაციას წარმოადგენს, რადგანაც მაშინ სრულიად

გამოურკვეველი დაგვრჩებოდა უმთავრესი საკითხი: ისე რად ხდება, რომ ერთ-ჯერი გაღიზიანება გაცილებით ნაკლებ შემოკლებას იწვევს, ვიდრე განმეორებითი.

ტეტანუსის წარმოშობა მთელი მისი თავისებურებით კუნთის ძირითად თვისებებზეა დამოკიდებული: a) აგზნებადი ნივთიერებაში აგზნება მიმდინარეობს „ან სულ, ან არაფრის" კანონით; შემკუმშველი ნივთიერება კი ამ კანონით არ მოქმედობს. მაშ., როდესაც კუნთი ერთხლობრივი ინდუქციური კვეთებით ღიზიანდება, მხოლოდ აგზნებად ნივთიერებას შეუძლიან მაქსიმალური მოქმედებით უპასუხოს, შემკუმშველ ნივთიერებას კი—არა. ამ ნივთიერების მაქსიმალურ მოქმედებისათვის საკმარისი არ არის ერთი აგზნების იმპულსი. ამიტომ რაც გინდა ძლიერი გაღიზიანება იყოს, იგი ერთ რომელიმე განსაზღვრულ შეკუმშვაზედ მეტს არ გამოიწვევს. სულ სხვა საქმეა, როდესაც ტეტანური გაღიზიანება სწარმოებს. ამ შემთხვევაში აგზნებადი ნივთიერება აგზნების იმპულსთა მთელ წყებას მოიცემა, რომლისთა გავლენით შემკუმშველი ნივთიერების ინტენსიობა უთუოდ უფრო დიდი უნდა იყოს, ვიდრე ერთი იმპულსის გამო. ეს იმიტომ, რომ შემკუმშველი ნივთიერება არ ექვემდებარება „ან სულ, ან არაფრის" კანონს და ამიტომ მისი მოქმედება აგზნების იმპულსთა სიხშირეზე უნდა იყოს დამოკიდებული. მაშასადამე, მისი შეკუმშვა მით უფრო ძლიერ უნდა მოხდეს, რაც უფრო ხშირი იქნება გაღიზიანება, მანამ შეკუმშვის ოდნობა უაღრესობამდე არ ავა. ამის შემდეგ მომდევნო აგზნების იმპულსები შეკუმშვის ინტენსიობას არას შემატებენ. ისინი მხოლოდ გააგრძელებენ არსებულ შეკუმშვას. რასაკვირველია, რაც უფრო ხშირი იქნება აგზნებათა იმპულსები, მით უფრო მალე მიიღწევა შეკუმშვის მაქსიმუმი (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი. [2]a). ტეტანუსის ოდნობაზე დიდი გავლენა აქვს რეფრაქტორულ ფაზას, აგზნებულების მომატებას და დაღალვას. თუ ამას მივიღებთ მხედველობაში ტეტანური ეფექტის მეტ-ნაკლებობისათვის საერთო ახსნას ვერ ვიპოვით. საჭიროა თვითეულ შემთხვევაში ვიცოდეთ, როგორც გაღიზიანების თვისება, აგრეთვე კუნთის ფუნქციური მდგომარეობა. თუ, მაგ., ტეტანუსი მამოძრავებელი ნერვის სუსტი გაღიზიანებით გამოწვეულია, რომლის სიხშირე წუთში 100 არ აღემატებოდა, მაშინ ტეტანუსის წარმოებაში დიდ როლს უნდა თამაშობდეს აგზნებულების მომატება. ამ შემთხვევაში კუნთი თანდათანობით მოკლდება. თუ ამავე სიხშირის დროს გაღიზიანება ძლიერია, და კუნთი სრულიად დასვენებულია, მაშინ პირველივე გაღიზიანებანი გამოიწვევენ ყველა კუნთის ბოჭკოთა აგზნებას. ამიტომ ტეტანუსი მიიღწევს მაქსიმუმს ძალიან სწრაფად. აქ არც რეფრაქტორულ ფაზას და არც აგზნებულების მომატებას მნიშვნელობა არ ექნება. თუ გაღიზიანების სიხშირე წუთში 100 აღემატება, მაშინ ტეტანუსის ოდნობა რეფრაქტორულ ფაზაზედაც იქნება დამოკიდებული. რაც უფრო ხშირია გაღიზიანება, მით უფრო დიდი იქნება აგზნების იმპულსთა სიხშირე და ამიტომ იმდენად უფრო ძლიერ უნდა დაკნინდეს თვითეული იმპულსი რეფრაქტორული ფაზის გავლენით. ამ იმპულსთა ოდნობა თავის მხრით გავლენას იქონიებს შეკუმშვაზედ, რადგანაც რაც უფრო მცირე იქნება აგზნების პროცესის ინტენსიობა, იმდენად ნაკლები უნდა იყოს კუნთის

შეკუმშვა. როდესაც გაღიზიანების სიხშირე და აგრეთვე მისი ძალა მეტად დიდია. მაშინ თვითეული აგზნების იმპულსი შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დასაწყისში აღმოცენდება; ამის გამო აგზნების პროცესის ინტენსივობა ძალიან შემცირდება და ეს თავის მხრივ ძალიან სუსტ შეკუმშვას გამოიწვევს. ამ შეკუმშვის ამპლიტუდა მაქსიმალური მარტივი შეკუმშვის ამპლიტუდას შეიძლება არც კი აღემატებოდეს. პირიქით უკანასკნელი შეიძლება ამ ტეტანუსზედ ბევრად უფრო მაღალი იყოს (Wedensky [2]), ბერიტა შვილი [1]). ამნაირად **ფარადიული გაღიზიანება და საზოგადოთ ტეტანური განსაზღვრულ შემთხვევებში, სახელდობრ როდესაც თვითეული ინდუქციური კვეთება ანუ გაღიზიანება მოდის რეფრაქტორული ფაზების შემდეგ, იძლევა უფრო მეტ შემოკლებას, ვიდრე ერთი ინდუქციური კვეთები და საერთოდ ერთხელობრივი გაღიზიანება.**

გრიუტნერის დაბოტაციის თეორია. ტეტანუსის წარმოშობის საკითხს აქვს გრძელი ისტორია. იყო წამოყენებული რამდენიმე თეორია. უფრო ადრინდელი გრიუტნერის [3]) თეორიით ტეტანუსის განსხვავება მარტივ შეკუმშვისაგან იმ გარემოებას მიეწერება. რომ კუნთში არსებობს წითელი კუნთის ბოკკოები, რომელთა შეკუმშვა მეტად ნელა სწარმოებს, და რომელნიც მხოლოდ ტეტანურ გაღიზიანებით იგზნებიან. შაშასადამე. მარტივი შეკუმშვის სიმცირე მისი აზრით იმას უნდა მიეწეროს, რომ მასში წითელი კუნთის ბოკკოები მონაწილეობას არ ღებულობს. მაგრამ ჩვენ ვიცით, რომ ის კუნთიც, რომელიც მხოლოდ თეთრი ბოკკოებისგან შესდგება, ტეტანურ შეკუმშვის დროს უფრო ძლიერ მოკლდება, ვიდრე მარტივი შეკუმშვის დროს.

მეორე თეორია, რომელიც ბოტაცის (Bottazzi [4]) ეკუთვნის, შემედეგში მდგომარეობს ამ თეორიით შემკუმშველი ფიბრილების გარდა არსებობს სხვა შემკუმშველი ნეიროერებაც, სახელდობრ, სარკოლაზმაში, რომლის მოქმედება ნელა სწარმოებს. ეს მოქმედება მხოლოდ ტეტანური გაღიზიანებისაგან გამოიწვევა. ეი ამ სარკოპლაზმის შემკუმშველ ნეიროერებას მიაწერენ ყველანაირი კონტრაქტურული შეკუმშვის წარმოებას. ამ შეკუმშვის ფონზედ შემკუმშველი ფიბრილების მოქმედება დაუბრკოლებლივ სწარმოებს, თითქოს ეს ფონური სარკოპლაზმიური შეკუმშვა არც კი არსებობდეს. ამის გამო კუნთის შემოკლება საერთოდ უფრო დიდია ტეტანური შეკუმშვის დროს, ვიდრე მარტივი შეკუმშვისას, როდესაც ფონურ შეკუმშვას ალაგი არა აქვს. ბოტაციმ თავის აზრის დასამტკიცებლად მოიყვანა ვერატრინით მოწამლული კუნთის რეაქცია. როგორც ცნობილია, თუ კუნთზედ ამ საწამლავით ვიმოქმედეთ, იგი შემდეგ თვისებას იჩენს. თუ კუნთი ერთჯერ გაღიზიანდა, მაგ.. ერთი ინდუქციური კვეთებით. იგი ორფაზიანი შეკუმშვით უპასუხებს: ჯერ ჩვეულებრივი ჩქარი შეკუმშვით და მერმე ნელით, რომელიც რამდენიმე წუთს და ხან წამსაც გრძელდება. თუ ამ ნელი შეკუმშვის დროს გაეაღიზიანეთ ხელასლად. მაშინ მისგან გამოწვეული ჩქარი შეკუმშვა თითქმის იმავე სიმაღლისა იქნება, როგორიც იყო პირველი ჩქარი შეკუმშვა. ბოტაციმ აზრით ნორმალური ტეტანუსის დროს საქმე გვაქვს სწორედ ისეთ ფონურ შეკუმშვასთან, როგორც ამას დაეერატრინებული კუნთი იძლევა. ამ თეორიას დღესაც ჰყავს მიმდეერები (მაგ. Neuschlosz [4]). მაგრამ ბევრი მოსაზრებით იგი არაა მისაღები. ეს თეორია საესაო ანალოგიებით და დაშვებებით. მართალია, ყოველი კუნთი იჩენს ერთნაირ ხანგრძლივ ფონურ შეკუმშვას, რომელიც ჩქარი შეკუმშვის დამოუკიდებლად მიმდინარეობს. მაგრამ ამის ძირითად პირობას შეადგენს ერთი მხრივ ტემპერატურა და მეორე მხრივ—დაღლილობა. ფონური შეკუმშვა მაშინ ჩნდება, როდესაც კუნთი დაღლილია. ეს მით უფრო მალე და მით უფრო მეტი ამპლიტუდით ხდება, რაც უფრო დაბალი ტემპერატურაა. მეტად ძლიერ გაცივებულ ბაყაყის კუნთზედ ეს ფონური შეკუმშვა უკვე დასვენებისას გამოჩნდება და ამავე დროს თითქმის ყოველ-ჯერ გაღიზიანების გამო. როგორც ტეტანური გაღიზიანება, ისე ეროჯერი ინდუქციური კვეთება მას დიდი ინტენსიობით გამოიწვევს. სამაგალითოდ მოვიყვან სურ. 51, სადაც ცალკე ინდუქციის კვეთებისაგან გამოწვეული მარტივი შეკუმშვა სავსებით ისეთივეა, როგორც ვერატრინით მოწამვლის დროს. ყველა აღნიშნულ შემთხვევაში ფონური შეკუმშვა ფარული რამ არ

[illegible]ის. [illegible] გამოჩნდეს. მეტ-ნაკლები ინტენსივობით [illegible] ყველანაირ [illegible] ალიზიანებლისა. გალიზიანების შემდგომ ჩქარი შეკუმშვა ისპობა, ფონური კი რაღაცნაირ ხნით გაგრძელდება. დასვენებული დ[illegible]თბილი კუნთი ამ ფონურ შეკუმშვას ცოტა [illegible] ალიზიანების შემდგომ შეკუმშვა სწრაფად ისპობა. [illegible] [illegible] [illegible]

აღვანიშნავთ ისიც, რომ თუ გაცოცხლებული კუნთი ნაწილობრივ ლიხიანდება პის სრულ დაღლამდე, ჯერ ფონური შეკუმშვა ისპობა და მერე თვითონ ჩქარი შეკუმშვაც. ამ დროს ერთ ჯერი გაღიზიანება მხოლოდ სულ მცირე სწრაფად მიმდინარე შეკუმშვას იწვევს, მაგრამ ტეტანური გაღიზიანება მაინც მნიშვნელოვან ტეტანურ ეფექტს იძლევა (ბერიტაშვილი). ეს მოვლენა ცხადად გვიჩვენებს, რომ ტეტანუსის ჭარბი ინტენსიურობის შიზეზი ფონური შეკუმშვა არ ყოფილა.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

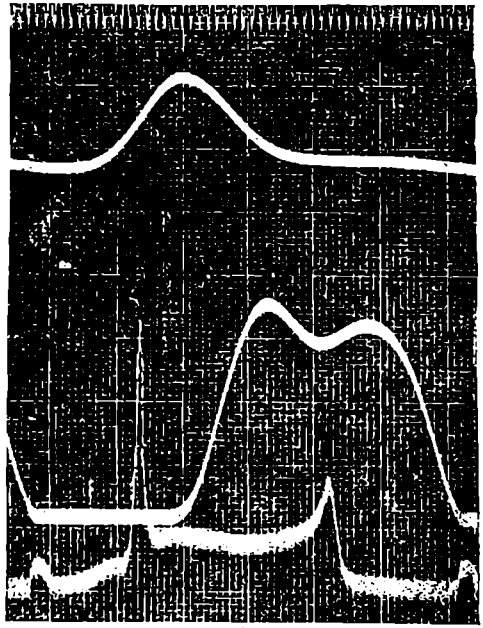
1. P Hoffman, Unters. üb. d. Eigenreflexe (Sehnereflexe) menschlicher Muskeln, 1922, Berlin.
2. J. Beritoff, Pfl. Ar. 1923. 198. 590.
3. Н. Введенский. О соотн. между раздражением и возбуждением тетанусе., 1884. Петербург.
4. И. Беритов. Русский физиол. журнал., 1917. 1.
5. Grützner, Bresl. ärztl. Zeitschr., 188, № 18; 188, № 1.
6. P. Bottazzi, Ar. An. Physiol., 1901, გვ. 377.
7. S. M. Neuschlosz, Pfl. Ar 1922. 196, 503.
8. R. Dittler და Günter, Pfl. Ar., 1914 155, 251.

10. გულის კუნთის ზოგადი ფიზიოლოგია.

გულის კუნთის ანატომიური და ფიზიოლოგიური თავისებურება. გულის კუნთოვანი უჯრედები, როგორც ჩონჩხისა, გარდი-გარდმო ზოლიანია, თუმცა მას ერთნაირი ჰისტოლოგიური თავისებურება აქვს. სახელდობრ. მისი თვითეული უჯრედი წვრილი და მოკლე ბოგირით გადაებმის ყველა მეზობელ უჯრედებს (სურ. 23,ᵣ). ამ ანატომიურ თავისებურებაზე დამოკიდებულია შემდეგი განსაკუთრებული ფიზიოლოგიური თვისება: მთელი გული უპასუხებს გარეგან გაღიზიანებას, როგორც ერთი კუნთის უჯრედი. მაშასადამე, ყოველი გაღიზიანება გამოიწვევს ან მაქსიმალურ ეფექტს. ან და არავითარ ეფექტს არ იწვევს. ასე იმიტომ ხდება. რომ თუ ვინიცობაა ერთ რომელიმე უჯრედში აღმოცენდა აგზნება. იგი ბოგირების საშუალებით გადავა მეზობელ უჯრედებზე და ასე მთელ გულს შემოიელის.

გულის კუნთი თავისი ფიზიოლოგიური თვისებებით ნიშანდობლივ განსხვავდება ჩონჩხის კუნთისგან. სახელდობრ ყველა მისი ფიზიოლოგიური პროცესები ძალიან დაყოვნებით მიმდინარეობენ. **აგზნების პროცესი გულის თვითეულ წერტილში იმდენხანს გრძელდება, რომ თითქმის უთანასწორდება იმავე წერტილის შეკუმშვას.** ამიტომ მოქმედების ელექტროდენი და შეკუმშვა ერთდროულად რომ შეეისწავლოთ. მივიღებთ შემდეგ სურათს. ჯერ აღმოცენდება მოქმედების ელექტროდენი, მერე შეკუმშვა. შემდეგ ორივე ეფექტი ერთდროულად მიმდინარეობს. მხოლოდ მოქმედების ელექტროდენი არ გრძელდება შეკუმშვის

გათავებამდის. იგი ცოტა მის წინ თავდება. ელექტრული და მექანიკური ეფექტის ასეთი მიმდინარეობა ადვილად გასაგებია. მოქმედების ელექტროდენი გაჰხატავს აგზნების პროცესს, ამიტომ იგი უნდა შეკუმშვას წინ უძღოდეს, ვინაიდან უკანასკნელი აგზნების გავლენით იწყება. ამავე მიზეზით მოქმედების



სურ. 53.

ბაყაყის გულის მოგრაამა და ელექტროგრამა (ეინთოვენის გალვანომეტრი). სულ ზევითი რხევიანი ხაზი დროს გვიჩვენებს: თითო რხევა 0,05''. მეორე ზევიდან წინა-გულის შეკუმშვის მრუდეა (წ. გ.), მესამე პარკუჭის შეკუმშვის მრუდეა (პ.). მეოთხე ელექტროგრამა: p—p' წინაგულისა, R-T პარკუჭისა. ცხადად სჩანს, რომ თვითეული ელექტროგრამა თითქმის იმავე ხანგრძლივობისა არის, როგორც მისი შესაფერი ნაწილის შეკუმშვა. (ბერიტ).

ელექტროდენი შეკუმშვის ადრე უნდა თავდებოდეს, რადგან შეკუმშვის გათავება აგზნების დამთავრებაზე არის დამოკიდებული. მე-53 სურათზე მოყვანილია მშვენიერი ილიუსტრაცია აღნიშნული ელექტრული და მექანიკური ეფექტისა ბაყაყის წინაგულის და პარკუჭის მიმართ. ბაყაყის გულის კუნთში ერთი აგზნების

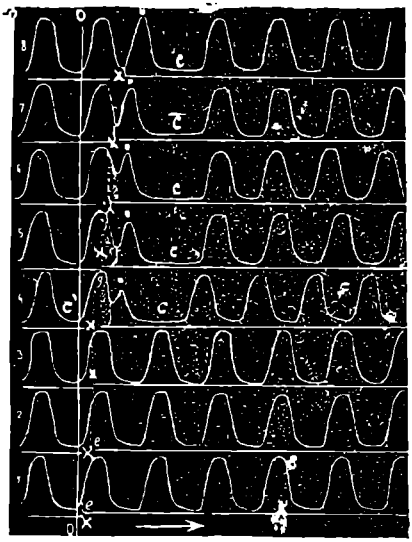
პროცესი მის ერთ რომელიმე ადგილს წუთის მეათედობით. და ხან წუთობითაც განიზომება. ეს დამოკიდებულია სხვათა შორის ტემპერატურაზე. ტემპერატურის აწევისას აგზნების ხანგრძლივობა ერთი ორად შეიძლება შემოკლდეს. ფართოდ ცვალებადობს იგი საერთოდ გულის კუნთში აგზნებულების ცვალებადობისას, როგორც ეს მაგალითად ნარკოტიულ ნივთიერებათა გაელენით ხდება. ისეთი ნარკოტიული ნივთიერება, როგორც ეთერი, ქლოროფორმი, თუ იგი მცირე კონცენტრაციით და მასთან ძალიან მცირე ხანს მოქმედობს. გულში აგზნებულებას ჰმატებს და მასთან ერთად აგზნების პროცესს და მასზე დამოკიდებულებით შეკუმშვის ხანგრძლივობას ამცირებს. მაგ. სამთრის ბაყაყის გულში ნორმული პარკუჭის აგზნების ხანგრძლივობა წუთნახევარ და ან ორ წუთს უდრის; ეთერი და ქლოროფორმით სუსტი მოწამელისას კი იგი წუთის რვა მეათედზე მცირდება. ე. ი. ერთი ორად მოკლდება. პირიქით ტემპერატურის დაწევისას და ნარკოტიულ ნივთიერებათა მძლაერი გაელენით აგზნების და მასთან შეკუმშვის ხანგრძლივობა მატულობს (ბერიტაშვილი და ცქიმანაური[1]).

გულის კუნთში აგზნების გამტარებლობაც აგრეთვე დიდი დაყოვნებით სწარმოებს. ენგელმანის[2] დაკვირვებით ბაყაყის გულის ამონაჭერში აგზნების გამტარებლობის სისწრაფე 10 50 მილიმეტრს უდრის. მეტადრე დიდის დაყოვნებით აგზნება ვრცელდება ჰისის და ტავარას შემაერთებელ კონებში. ეს კონები აერთებენ სინუსის კუნთოვან კვანძს წინაგულის და პარკუჭის მუსკულატურასთან. ვორონცოვის დაკვირვებით ამ შემაერთებელ კონებში აგზნების გამტარებლობის სისწრაფე მხოლოდ 20 მილიმეტრს უდრის[3]).

„ან სულ. ან არაფრის“ კანონი გულის კუნთის მიმართ. გულის კუნთის აღნიშნულმა ფიზიოლოგიურმა თავისებურებამ: აგზნების გატარება ერთი უჯრედიდან მეორეში, აგზნების პროცესის დიდი ხანგრძლივობა, გამტარებლობის სისწრაფის სიმცირე, გასადა გული „ან სულ. ან არაფრის“ კანონის შესწავლის საუკეთესო ობიექტად. იმის გამო, რომ გულში აგზნება და შეკუმშვა დაახლოებით ერთ დროს სწარმოებს, ძალიან ადვილია რეფრაქტორული ფაზების შესწავლა მიოგრაფიული წესით. ეს იყო მიზეზი რომ რეფრაქტორული ფაზა პირველად გულის კუნთზე იყო აღმოჩენილი და შესწავლილი (Marey[1], Kronecker[2]).

აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზა, რომელიც აგზნების დროს არის, იწყება ცოტა შეკუმშვის წინ და გრძელდება ვიდრე შეკუმშვა ვითარდება ე. ი. ვიდრე სისტოლა არსებობს. რასაკვირველია, აბსოლუტური ფაზა მთელ გულში ერთსა და იმავე დროს არ არის. ჯერ ერთი, წინაგული პარკუჭზე ადრე იკუმშება, მაშასადამე პარკუჭში იგი იწყება მაშინ, როდესაც წინაგულში თავდება. მერე, თვითონ წინაგულში თუ პარკუჭში აბსოლუტური ფაზა ყველა ნაწილებში ერთსა და იმავე დროს არ სწარმოებს. პარკუჭის აგზნება თანდათანობით ერთი ნაწილიდან მეორეში გადადის. იქ სადაც აგზნება ადრე იწყობა. ადრევე თავდება. ამასთან შეფარდებით აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზა გულის თვითეულ ნაწილში ზოგ ადგილს ადრე იწყება და თავდება, ვიდრე სხვებში. ამიტომ პარკუჭში აბსოლუტური ფაზა ყველგან არ გრძელდება შეკუმშვის დაბოლო-

ეპაამდის. როდესაც შეკუმშვა განელებას იწყებს, ე. ი. როდესაც დიასტოლა იწყება. მაშინ აბსოლუტური ფაზა გულის ზოგ ალაგას შეფარდებითი ფაზაში გადადის. ეს სწორედ პარკუტის იმ ნაწილებში ხდება, რომელიც ადადაპიოველად აიგზნა და აგზისდა შეფარდებითი. ...ბათი აგზნებადი ნივთიერება სხვა ნაწილებსე ადრე აღორძინების ხანას განიცდის.



...ერდ... ...ულის ...ტრა-სისტოლა და ...ეფრაქტორული ...ფაზ... ...ქვემოდან ზევით იწყება (1.2.3...8). ხაზი 00 ...ს სისტოლების დასაწყის უჩვენებს. როდესაც გული ინდუქციის კვეთებით ღიზიანდება. გაღიზიანების მომენტი ყველგან X-ით ალინიშნება. პირველ რიგში იგი მოდის სისტოლის დაწყებისას, მეორე და მესამეში სისტოლის დროს, მეოთხეში დიასტოლის დასაწყისში. აქ გაღიზიანებამ ექსტრა-სისტოლა გამოიწვია (წერტილით აღინიშნება). მეოთხე რიგში ექსტრა-სისტოლა უდიდესია. ...ამ... კომპენსაციური ფაზები ექსტრა-სისტოლის შემდგომ. 1, 2 და 3 რიგში გაღიზიანება აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზის დროს ხდებოდა. ხოლო 4, 5, 6 და 7 რიგში კი შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს (Marey).

გულის რეფრაქტორულ ფასებს ...ვნაირად მეისწავლიან. კიმოგრაფიე სწავლენ სპონტანურად ცემულ პარკუტს. პარკუტი შეკუმავი ინდუქციური კვეთების ოკალში და აღიზიანებენ მას ...ითო ინდუქციური კვეთები... ...ალიზიანება ხდება სისტოლის დროს ან ცოტა ...ის წინ. ...ალიზიანება ...ეფექტს ... იწვევს. ...ალიზიანება იწვევს დამატები... ...ვნებას და შეკუმშვას. როდესაც დიასტოლა იწყება. ...ამ დამატებით ...ეფექტს **ექსტრა-სისტოლას** უწოდებენ. იგი მუდამ უფრო სანმოკლეა და მასთან მცირე ინტენსიობისა. ეს იმიტომ ხდება, რომ ექსტრა-სისტოლის დროს იგზნება და იკუმშება მთელი პარკუტი კი არა, არამედ მხოლოდ მისი ერთი ნაწილი, რომელიც ამ მომენტამდე განთავისუფლდა წინასწარი აგზნებისგან. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე იმ გარემოებას, რომ ექსტრაგაღიზიანება შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს ხდება. როდესაც აგზნებადი ნივთიერების აღორძინება არაა დამთავრებული და ამიტომ ეფექტი არ შეიძლება რომ სრული იყოს. რაც მალე სისტოლის შემდეგ მოხდება გაღიზიანება, მით უფრო ნაკლები იქნება ექსტრა-სისტოლა და ამასთან ერთად მით უფრო დიდი ინტენსიობის გაღიზიანება იქნება საჭირო ექსტრა-სისტოლის გამოსაწვევად. ამნაირად, ძალიან ადვილია მიოგრაფიული წესით გულის კუნთზე რეფრაქტორული ფაზების ყველა და-

მახასიათებელი ნიშნების შესწავლა (სურ. 54). პარკუჭის ექსტრა-სისტოლის შემდეგ პაუზა მომდევნო ნორმულ სისტოლამდე შედარებით ნორმულ პაუზასთან გაგრძელებულია (სურ. 54). ეს იმიტომ ხდება, რომ ექსტრასისტოლა თავის მხრივ რეფრაქტორულ მდგომარეობას იწვევს და მასთან სწორედ პარკუჭის იმ ნაწილში, რომელიც ყველაზე უფრო ადრე განთავისუფლდა სისტოლურ აგზნებიდან. სწორედ ამიტომ ექსტრა-სისტოლის დროს და აგრეთვე მალე მის შემდეგ წინაგულის სპონტანური აგზნება პარკუჭზე არ გადადის. ამისდა შეფარდებით პარკუჭში ერთი ნორმული სისტოლა არ იწვევა. უკანასკნელი იწვევა მხოლოდ მეორე მომდევნო სპონტანური იმპულსის მიერ. ამნაირად პაუზა გრძელდება ექსტრასისტოლის შემდეგ ერთი ნორმალური იმპულსის გამოტოვების გამო. ამ ეგრ. წოდ. **კომპენსაციური** პაუზის ხანგრძლივობა არაა დამოკიდებული იმ გარემოებაზე, რომ ექსტრა-სისტოლის გამო გულს სედმეტი მუშაობა მოუხდა. ვინდაც რომ ექსტრა-სისტოლა სედიზედ მრავალჯერ დაუსვენებლივ გავიმეოროთ. ამის შემდგომაც პაუზის ხანგრძლივობა ისეთივე იქნება. როგორც ერთხელადი ექსტრა-სისტოლის შემდეგ.

აგზნებულების მომატება გულის კუნთში გაღიზიანების საპასუხოთ. გულის კუნთი მსგავსად ჩონჩხის კუნთისა გაღიზიანებას უპასუხებს არა მარტო აგზნებით. არამედ აგრეთვე აგზნებულების მომატებით. აღმატებული აგზნებულება მომქმედი გაღიზიანების შემდეგ რამდენიმე წუთს გრძელდება (Wastl[illegible]). ამის დაკვირვება შეჩერებულ გულზე უნდა სწარმოებდეს. ბაყაყის გულის სპონტანურ ცემას შეაყენებენ პარკუჭსა და წინა გულებს შუა ძაფის მაგრად გადაკერით. ამის შემდეგ გული შესდგება. იმიტომ რომ გადაკერილ ადგილს ჰის-ტ ა ვ ა რ ა ს შემაერთებელი კონების კუნთის ბოჭკოები გადაიჭრება და მის გამო წინაგულებიდან აგზნება ვეღარ გადავა პარკუჭში. ამნაირად შეყენებული პარკუჭი რომ გაღიზიანდეს ერთი ინდუქციური კვეთებით, გამოიწვევა სისტოლა და ამასთან ერთად აგზნებულების ნორმაზე ხვეთ აწევა რეფრაქტორული ფაზების შემდეგ. ამ აღმატებული აგზნებულების ფაზაში ახალი გაღიზიანება წინაზე უფრო მძლავრ ეფექტს გამოიწვევს. ამასაც მოჰყვება კიდევ უფრო მეტი ხარისხით აგზნებულების მომატება. რის გამოც შემდეგი გაღიზიანება კიდევ უფრო მეტ ეფექტს მოიცემა. ამ აგზნებულების და ეფექტის მომატებას რასაკვირველია თავის საზღვარი აქვს. ამ მოვლენას ბ ო ვ ე დ ი ჩ ი ს კიბეს უწოდებენ, ე. ი. იგი ატარებს მისი მკვლევარის სახელს.

აგზნებულება მატულობს გულის კუნთში აგრეთვე ისეთი გაღიზიანებით. რომელიც თავის თავად ერთხელობრივ ხმარებისას აგზნებას არ იწვევს. მაგრამ თუ ასეთი გაღიზიანება საზღურბლე გაღიზიანებასთან ახლოს არის. იგი განმეორებისას ეფექტს იძლევა (სუმაციის მოვლენა) (v. Basch[illegible]).

აგზნებულების მომატება რეფრაქტორული ფაზების შემდეგ სპონტანურად ცემულ გულზედაც შეიძლება შევამჩნიოთ. სახელდობრ კომპენსაციური პაუზის შემდეგ პირველი სისტოლა ხშირად ჩვეულებრივ სისტოლაზე უფრო ძლიერია. ეს ალბად იმით აიხსნება, რომ ნორმული სისტოლა იწყება მაშინვე შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის გათავებისას. როდესაც აღმატებული აგზნებულე-

ბა ჯერ არაა განვითარებული. პაუზის გაგრძელება ცხადია ხელს უწყობს ამ აღმატებული აგზნებულების გამოწვევას.

ტეტანური შეკუმშვა გულის კუნთში. სრულიად ნორმული გულის კუნთი ტეტანურ გაღიზიანებას არ უპასუხებს ტეტანური შეკუმშვით. თუ გული ღიზიანდება ხშირი ინდუქციური კვეთებებით, მაშინ იგი კლონურ ეფექტს იძლევა, რომლის დროსაც თვითეული წვეტი ნორმულ სისტოლას არ აღემატება. ეს რასაკვირველია იმაზეა დამოკიდებული, რომ გულის თვითეულ ნაწილში აგზნების პროცესი და მაშ., აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზა იმდენხანს გრძელდება, როგორც შეკუმშვა. ამიტომ მეორე ეფექტის გამოწვევა მხოლოდ პირველის წინასწარი ეფექტის განელებისას მოხდება. ახალი ეფექტი წარმოადგენს სრულიად დამოუკიდებელ შეკუმშვას იმ ელემენტებისას, რომელშიაც წინასწარი აგზნება და შეკუმშვა დამთავრდა. მაგრამ თუ რაიმე მიზეზით აგზნების და შეკუმშვის პარალელური მსვლელობა დაირღვა, მაგალითად დაღალვისა ან ქლოროფორმით მძლავრად მოწამვლის გამო, მაშინ შეკუმშვა აგზნებასთან შედარებით უფრო ხანგრძლივი ხდება. ასეთ პირობაში ხშირ გაღიზიანებას გულის კუნთი სრული ტეტანუსით უპასუხებს, ვინაიდგან თვითეული მომდევნო გაღიზიანება აგზნებას იწვევს წინასწარი აგზნების მიერ გამოწვეული შეკუმშვის დროს. ამიტომ მექანიკური ეფექტი არა მარტო სრული ტეტანუსის სახეს ღებულობს, იგი ამასთან უფრო მაღალი ამპლიტუდისაა, ვიდრე სისტოლა ერთხელადბრივი გაღიზიანების მიერ გამოწვეული (Walther [8]).

გულის კუნთის ავტომატიური მოქმედება. გულის კუნთს აქვს უნარი ავტომატიური მოქმედებისა ე. ი. უნარი მოქმედებისა დამოუკიდებლად ნერვებისა და გარეგანი გაღიზიანებისა. აგზნების იმპულსი ავტომატიური მოქმედებისათვის აღმოცენდება ნორმალურ პირობებში სინუსის კუნთოვან კვანძში. თუ გულს აქვს სინუსები (თვეზები, ამფიბიები), წინაიღმდეგ შემთხვევაში წინაგულის იმ ადგილს, სადაც ღრუ ვენები გულს ერთვიან (ძუძუმწოვარი ცხოველები). აქედან აგზნება ტავარას კუნთოვან კვანძებზე გადადის და მერე ჰისის შემაერთებელ კონებით პარკუჭში შედის. სინუსის კუნთოვანი კვანძები ისეთივე აგებულებისა არის, როგორც ჰის-ტავარას კუნთოვანი ელემენტები. მათი უჯრედები ძლიერ მდიდარია სარკოპლაზმიური ნივთიერებით და ძლიერ ღარიბია მიოფიბრილებით. მეტ წილად მიოფიბრილები განეწყობა თხელი ფენით უჯრედის პერიფერიაზე.

გულში აგზნების იმპულსები აღმოცენდება შინაგანი გაღიზიანების გავლენით. ამ გაღიზიანების ბუნება ჯერაც სავსებით არაა გამორკვეული. ცნობილია, რომ სისხლი თავისთავად არ წარმოადგენს აუცილებელ რამეს გულის ავტომატიურ მოქმედებისათვის. ამოკრილი და უსისხლო გული სცემს სრულიად ნორმულად: ცივსისხლიანთა გული გაჩერდება რამდენიმე საათის შემდეგ: თბილსისხლიან ცხოველთა გული კიდე რამდენიმე წამის ან წუთის შემდეგ. გაცილებით დიდხანს იმოქმედებს ამოკრილი გული, თუ რომ მასში განუწყვეტლივ ტარდება მინერალურ მარილთა იზოტონიური ხსნარი. ასეთ პირობაში ბაყაყის გულს შეუძლიან იმოქმედოს ავტომატიურად ორ დღემდის. თბილსისხლიან ცხოველთა

გულსაც შეუძლიან ასეთ პირობაში იმოქმედოს დიდხანს რამდენიმე საათს, თუ რომ აღებული იზოტონიური ხსნარი 37° C-მდე იქნება გამთბარი. ლ ი ო ბ ი ს (Loeb [9]) აზრით ნატრიუმის და კალციუმის მარილთა ურთიერთი მოქმედება უნდა იყოს მიზეზი სინუსის კუნთოვანი კვანძის - ავტომატიური გაღიზიანებისა. ცნობილია, რომ ჩოხჩხის კუნთი კალიუმის და ნატრიუმის კონცენტრაციულ ხსნარში რითმულ შეკუმშვას განიცდის, კალციუმის და მაგნიუმის იონები კი პირიქით შეკუმშვის უნარს ამცირებენ. გულზე ეს მარილები გაცილებით ნაკლები კონცენტრაციით მოქმედებენ. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ გულისათვის საკმარისია ამ იონების ის კონცენტრაცია, რომელიც სისხლში არსებობს. ლ ი ო ბ ი ს აზრით გულის ავტომატიური აგზნება პირობადებულია ორგანიულ შენაერთებში ერთი ლითონის იონების შეცვლით მეორეზე, მაგ., ნატრიუმის და კალიუმის შეცვლით კალციუმის და შეიძლება მაგნიუმის იონებზე. ნორმულ პირობებში ეს შეცვლა ენზიმური პროცესების შედეგი უნდა იყოსო, ამბობს ლ ი ო ბ ი. ამ უკანასკნელ ხანს მ ა ნ ს ფ ე ლ დ მ ა [10]) აღიარა ნახშირმჟავის დიდი მნიშვნელობა გულის ავტომატიური მოქმედებისათვის. სახელდობრ მან დაამტკიცა ავტომატიურად მომქმედი გულის გაჩერება, თუ რომ მასში გატარდება რ ი ნ გ ე რ ი ს ხსნარი, რომელიც ტუტას შეიცავს და მით გულს გამოეცლება CO_2-ს მარაგი. ამის შემდეგ, რომ CO_2 მიუმატოთ რ ი ნ გ ე რ ი ს ხსნარს, გული მაშინვე დაიბრუნებს ავტომატიური მოქმედების უნარს. ამნაირად მ ა ნ ს ფ ე ლ დ ი ს აზრით ნახშირმჟავა, ეს დისიმილიაციური პროცესის უკანასკნელი ნაყოფი, ცოცხალი ქსოვილის ბუნებრივ გამაღიზიანებლად უნდა ჩაითვალოს.

რომ გულის ავტომატიური მოქმედება პირველად სინუსის კუნთოვან კვანძში აღმოცენდება, ეს ბევრნაირად შეიძლება იყოს დამტკიცებული. მაგალითად, სინუსის გათბობა იწვევს გულის ცემის გახშირებას; მისი გამოცალკევება ძაფის წინაგულების ფარგალში გადაჭერით აჩერებს პარკუჭის ცემას (ს ტ ა ნ ი უ ს ი ს პირველი ლიგატურა) (Stannius [11]). რამდენიმე ხნის შემდეგ პარკუჭი ხელახლად იწყებს ცემას, მეტადრე თუ გული რამენაირად გაავიზიანეთ. ამას უკავშირებენ საგვირგვინო ვენების სინუსების ავტომატიურ მოქმედებას (Esyter [12])

ავტომატიური მოქმედება. მარტო სინუსებს ფუნქციას არ შეადგენს. ასეთივე უნარს იჩენს ჰ ი ს ი ს ატრიო-ვენტრიკულიარული ღარის სისტემა. პარკუჭი რომ ამ სისტემასთან ერთად მოვაჭრათ, იგი რამდენიმე ხნის შემდეგ დაიწყებს პულსაციას, მაშ. სინუსებიდან სრულიად დამოუკიდებლად. ამისათვის საჭიროა მხოლოდ რომ ელექტრო-დენით ან მექანიკურად (ნემსის ჩხვლეტა) გაღიზიანდეს გული წინაგულის და პარკუჭის საზღვარზე, სადაც ატრიო-ვენტრიკულიარული სისტემა არსებობს. ასეთ დროებით პულსაციას იწვევს bulbus arteriosus-ის გაღიზიანებაც (Skramlick [13]). შეყენებულ გულს რომ ხელახლად გადაუჭიროთ ძაფი წინაგულისა და პარკუჭის საზღვარზე (მეორე ს ტ ა ნ ი უ ს ი ს ლიგატურა), პარკუჭი მაშინვე დაიწყებს ცემას რამდენიმე ხნით. ამას სწორეთ ატრიოვენტრიკულიარული სისტემის გაღიზიანება იწვევს. ამგვარი გაღიზიანება ჩონჩხის კუნთისა მხოლოდ ერთხელობრივ შეკუმშვას გამოიწვევდა. ამნაირად, **სინუსები, ატრიოვენტრიკულიარული სისტემა და ბულბუსის დასაწყისი წარმოად-**

გენენ გულის ავტომატიური მოქმედების ცენტრებს. ხოლო ნორმულ პირობებში სინუსების ავტომატიური მოქმედება უფრო გაცხოველებულად სწარმოებს. სინუსებიდან პატარა ამონაკერი და აგრეთვე ატრიო-ვენტრიკულიარული და ბულბუსისა- ყველა იჩენს ავტომატიური მოქმედების უნარს. სულ ათი კუნთის ბოჭკოსაგან შემდგარი ნაკერიც კი ასეთ მოქმედებას იძლევა. ხოლო ხანგრძლივობა ამ მოქმედებისა უფრო დიდია და პულსაციის რითმი უფრო მეტია სინუსის ნაკერებში, ვიდრე დანარჩენებისაში. ამიტომ უნდა ითქვას რომ **ნორმულ პირობებში სინუსი თამაშობს ხელმძღვანელ როლს საერთოდ გულის მოქმედებაში.**

ცოტაოდენი ავტომატიური მოქმედების უნარი გულის ყველა დანარჩენ ნაწილებსაც აქვს. პარკუჭის წვერი (ორი მესამედი) გაულიზიანებლად უმოძრაოა. მაგრამ თუ მასში გავატარებთ გალვანურ ოლექტროდენს ან მის შიგნით წოლას აიწევთ სისხლის შრატის სეეტთან შეერთებით. მაშინ აღნიშნული ნაწილიც რითმულად ამოქმედდება. ეს ნაწილი გულისა არ შეიცავს ნერვულ კვანძებს. ამიტომ არ შეიძლება აღნიშნული მოქმედება ამ კვანძების გაელენას მივაწეროთ. ამიტომ შეიძლება დავსკვნათ, **რომ ავტომატიური მოქმედების უნარი არის გულის კუნთის ზოგადი თვისება. იგი მხოლოდ მეტი ხარისხით აქვს სინისუსს, ანტრიო-ვენტრიკულიალურ სისტემას და ბულბუსს, ვიდრეს გულის სხვა ნაწილებს.**

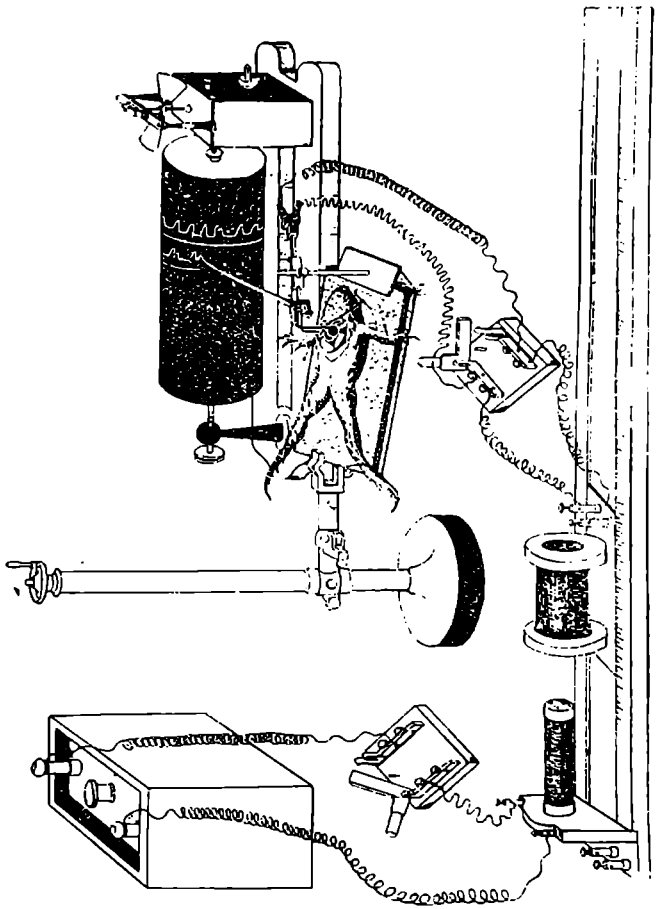
პ რ ა ქ ტ ი კ უ მ ი.

დაკვირვება გულის აბსოლუტური და შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზისა და კომპენსაციური პაუზისა. ამ ცდისთვის დიდი ბაყაყის გულს ხმარობენ. საზურგტვინო ბაყაყს გაკაკვავენ საცობის ფიცარზედ გულაღმა. გაუკრიან კანს გულზე და მკერდის ძვალს ამოაკრიან. გამოჩნდება გული, რომელსაც ანთავისუფლებენ პარკისებურ pericardium-ისაგან. გულის ძგერის რეგისტრაცია ერთნაირი იარაღით სწარმოებს, რომელსაც ეწოდება გულის პინცენტი. მისი ხმარება ისე უნდა, როგორც სურ. 18-ხეა ნაჩვენი. მას ორი პატარა ჯამი აქვს, რომელთა შორის გული უნდა მოექცეს. ერთი მათგანი ისეა გამაგრებული, რომ არ ძვრის. მეორე კი თავისუფლად მოძრავ ტარზეა მიბმული. ამ ტარს ზემოდან მიოგრაფი აქვს მიბმული. რის გამოც ჯამის ყოველი განძრევა კიმოგრაფზედ იწერება: თუ ამ ჯამებს შუა მხოლოდ პარკუჭი მოექცა, მაშინ მხოლოდ მისი მოძრაობა დაიწერება. ხოლო თუ მათ შუა წინა გულიც მოჰყვა, მაშინ ორივეს მოქმედება იწერება, ჯერ მცირე—წინაგულისა და შემდგომ დიდი—პარკუჭისა. ამავე პინცეტის საშუალებით სწარმოებს მისი ელექტრული გაღიზიანებაც. პინცეტის ხელის ბოლოს დატანებული აქვს ორი მავთულის საპერი. აქედან ელექტროდენი ერთი საპერიდან გულის ერთ ჯამამდე მიდის, მეორიდან კი მეორე ჯამამდე. ამნაირ ცდაში ექსტრასისტოლის გამომწვევი ინდუქციის კვეთება მთელ გულში გაიელის. მთელი ცდის მოწყობილება მოცემულია მე-55 სურ.

გულის ცემა სხვა წესითაც შეიძლება დაიწეროს. პარკუჭის წვერს ძალიან პატარა და სუმბუქ წვრილი მავთულისაგან გაკეთებულ პინცეტს დაადებენ და მერე ძაფის საშუალებით ჩვეულებრივ მიოგრაფს დაუკავშირებენ. ამ წესს ენგელმანისას უწოდებენ. გასაღიზიანებლად ინდუქტორიუმის ერთი ბოლო აღნიშნულ პინცეტს უერთდება, მეორე ბოლოს იმნაირივე პინცეტით პარკუჭის ფუძეს მიადებენ.

თუ რომ ცდის პირობები მეთოდიკის მხრივ მართებულია, მაშინ პარკუჭის გაღიზიანება სისტოლის დროს, ე. ი. მრუდის ამავალ მუხლში, ეფექტს არ მოიცემა. ეს იმას უჩვენებს, რომ გაღიზიანება აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზის დროს ხდება. თუ კიდე გაღიზიანება დიას-

ტოლის დროს მიდის. ჰიმაველი მეცნიერის დროს, მაწინ[illegible]ი ეფექტს იწვევს ეს ეფექტი ეკო. წინ ექსტრა-სისტოლა ნორმალურ სისტოლაზე ხანგრძლივ იქნებ, ხოლო ამით ეფერო ნაკლებია. რაც ეფერო ნაკლე მოხდება გაღიზიანება დიასტოლის დროს, მ[illegible] ეს[illegible]ეფ გვაძლევს შეფარდებით რიცხვ[illegible]



სურ. 55.

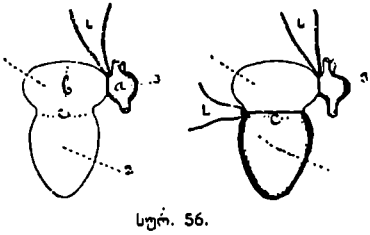
ცდის მოწყობილება გულის ცემის დაწერისა
გაღიზიანებისა გულის პინცეტის საშუალებით.
საპირო ახსნა იხ. ტექსტში. (ბერიტაშვილი).

ერთ ფაზასთან. ექსტრა-სისტოლის შემდეგ პაუზა ნორმალურ პაუზაზე გაგრძელებულია. ეს იქნება კომპენსაციური პაუზა. იგი მით უფრო გრძელი გამოვა, რაც უფრო ადრე მოხდება გაღიზიანება.

ამ პაუზის შემდეგ პირველი სისტოლა შეიძლება უფრო მაღალი იყოს, ვიდრე დანარჩენი. ეს იქნება შედეგი აგზნების მომატებისა პაუზის გაგრძელებისა გამო.

აუცილებლად საჭიროა, რომ ელექტროდებს შუა მარტო პარკუტი იყოს მოქცეული, რომ წინაგული არ ღიზიანდებოდეს. ამავე მიზეზით საჭიროა, რომ პარკუტის გაღიზიანების ძალა მეტად დიდი არ იყოს, თორემ წინა-გულიც გაღიზიანდება ელექტროდენის ფართოდ გატოტვისა გამო. თუ წინა-გულიც გაღიზიანდა, მაშინ პირკუტის ექსტრა-სისტოლას მისი სისტოლის დროს გაღიზიანების გამოც მივიღებთ. ეს იმიტომ მოხდება, რომ გაღიზიანება წინა-გულში გამოიწვევს ექსტრა-სისტოლას, რადგან პარკუტის სისტოლის დროს წინა-გული დიასტოლას განიცდის. და მერე აქედან პარკუტზე გადავა, რადგან ამ დროს აქ უკვე დიასტოლა იწყება. ამნაირად მიიღებთ პარკუტის ექსტრა-სისტოლასაც, თუმცა თვითონ პარკუტი გაღიზიანების მიერ არ იყო აგზნებული. მძლავრი ელექტროდენით გაღიზიანებას კიდეე იმიტომ უნდა ვერიდოთ,რომ ამას შეუძლიან გააღიზიანოს n. vagus და მით შეაკავოს გულის ცემა რამდენიმე ხნით. გარდა ამისა მძლავრ გაღიზიანებას შეიძლება მოჰყვეს ეგ. წოდ. გულის თრთოლვა, რომელიც გამოიხატება სწრაფად ზედი ზედ მომდევნო ექსტრა-სისტოლის გამოწვევაში. ეს არის შედეგი ჰ ი ს ი ს ატრიო-ვენტრიკულური სისტემის მძლავრი გაღიზიანებისა (Haberlandt [11]).

ს ტ ა ნ ი უ ს ი ს ც დ ე ბ ი გ უ ლ ი ს გ ა ნ ყ ო ფ ი ლ ებ ა თ ა ა ვ ტ ო მ ა ტ ი უ რ ი მ ო ქ მ ე დ ე ბ ი ს ს ა ჩ ვ ე ნ ებ ლ ა დ. გამოაჩენენ ბაყაყის გულს. მაგრად გადუკერენ ძაფს სინუსებისა და წინა-გულების საზღვარზე (სურ. 56). ამის შემდეგ სინუსები სცემენ. წინა-გულები და პარკუტი კი სდგანან. ასეთი პრეპარატით სარგებლობენ პარკუტის ფარული პერიოდის, აღმატებული აგზნებულების, სუმაციის მოვლენის შესასწავლად. ამავე პრეპარატზე შეისწავლიან ატრიო-ვენტრიკულური სისტემის და ბულბუსის ავტომატიური მოქმედების უნარს: ნემსით ჩხვლეტა წინაგულებისა და პარკუტის საზღვარზე გამოიწვევს ექსტრა-სისტოლათა მთელ რიგს. ბულბუსის ჩხვლეტაც ამგვარ ეფექტს მოიცემა. პარკუტის წვერის ჩხვლეტა კი მხოლოდ ერთ სისტოლას გამოიწვევს.



სურ. 56.

ს ტ ა ნ ი უ ს ი ს ც დ ა ბ ა ყ ა ყ ი ს გ უ ლ ზ ე დ. პირველი და მეორე ლიგატურა (2). 1—წინაგულები, 2—პარკუტი და 3—სინუსები ← წინაგულებს და პარკუტს შუა საზღვარი. (Heim).

გ უ ლ ი ს კ უ ნ თ შ ი ა გ ზ ნ ებ ი ს გ ა ვ რ ც ე ლ ებ ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ებ ა. პარკუტისა და წინაგულების ზიგზაგური გადაკვრით მოამზადებენ გრძელ კუნთოვან ლენტას. თუ ამ ლენტას შეუნარჩუნეს კავშირი სინუსებთან, მაშინ სინუსების თვითეული შეკუმშვის შემდეგ მთელი ლენტაც შეიკუმშება. ჩვენ თვალს წინ შეკუმშვის ტალღა მთელ ლენტას გაირბენს. თუ გული სდგას, მაშინ ლენტის ერთი ბოლოს გაღიზიანება გამოიწვევს მთელი ლენტის შეკუმშვას. შეკუმშვა დაიწყება გაღიზიანებულ ადგილს და მერე ჩვენ თვალს წინ მეორე ბოლომდე გავრცელდება. ამით მტკიცდება, რომ აგზნება გულის კუნთში ერთი კუნთის ბოჭკოდან მეორეზე გადის.

დ ა კ ვ ი რ ვ ე ებ ა ი მ ი ს ა, რ ო მ ; გ უ ლ ი ს ნ ო რ მ უ ლ ი ც ე მ ი ს ა გ ზ ნ ებ ი ს ი მ პ ა ლ ს ი ნ ი ს ს ი ნ უ ს ებ შ ი ა ღ მ ო ც ე ნ დ ე ბ ა. 35°C-მდე გამთბარ ფიზიოლოგიურ ხსნარში ასველებენ ბამბას და მიადებენ სინუსებს. მაშინათვე გულის მოქმედება გაცხოველდება: რითმი ერთი ორად მოიმატებს. პარკუტის ამნაირივე გათბობით, ისე რომ ამავე დროს წინაგულების გათბობა არ მოხდეს, გულის ცემის რითმი არ მოიმატებს. მხოლოდ პარკუტის სისტოლის სიმაღლე ჭიმატებს. მისი ხანგრძლივობა კი დაიკლებს, შედეგად აგზნებულების მომატებისა გათბობის გამო.

ლიტერატურა.

1. J. Beritoff, და G. Zkimanauri, Z. Biol., 1924, 82, 21[illegible]; —აგრეთვე „თბილის. უნივერს. მოამბე", 1925, V, 169.
2. Engelmann, Pfl. Ar., 1878, 17,68.
3. Д. С. Воронцов, Электрограмма сердца лягушки, 1917, Одесса.
4. Marey. Compt. rend., 1876, 82, 408; 1879, 89, 203; Journ. d. l'anat et d. physiol., 1877, 13, 60 და 520.
5. H. Kronecker, Beiträge z. Anat. u. Physiol. Leipzig, 1874, გვ. 173.
6. H. Wastl, Z. Biol., 1922, 75, 289.
7. v. Basch, Wiener Sitzungsber., 1879, 79 (3), 37;—Ar. An. Physiol 1880, გვ. 283.
8. A. Walther, Pfl. Ar., 1899, 78, 597.
9. J. Loeb. Festschr. für Fick, 1899. გვ. 99.
10. Mansfeld და v. Szent-Györgyi, Pfl. Ar., 1920, 184, 236.
11. Stannius, Ar. An. Physiol., 1852, გვ. 85.
12. J. A. E. Eyster, და W. J. Meek, Am. J. Physiol., 1922, 61., 117.
13. E. v. Skramlik. Pfl. Ar. 1920, 100.
14. L. Haberlandt, Das Herzflimmern. Samml. anat. u. physiol. Vorträge u. Aufsätze, 1914, Jena; Z. Biol., 1916, 66, 407.

II. წყლტუ კუნთის ზოგადი ფიზიოლოგია.

წყლტუ კუნთის აგზნებულება და აგზნება. წყლტუ კუნთის აგზნებულება გარდიგარდმო ზოლიან კუნთზედ გაცილებით ნაკლებია. ამიტომ ჩაკეტვის ინდუქციის კვეთება, რომელიც უფრო ხანგრძლივია, უფრო ადვილათ იწვევს ეფექტს, ვიდრე სწრაფად მიმდინარე გაღების კვეთება.

წყლტუ კუნთები მეტად დიდ მგრძნობიარებას იჩენენ მექანიკური გაღიზიანების მიმართ. ფრთხილი შეხებაც კი ბაყაყის კუჭში მოძრაობას იწვევს. მაგრამ ეს აგზნებულება ნერვებზეა დამოკიდებული. თუ კუჭის კედელზე ატროპინით ვიმოქმედებთ და მით მოვსპეთ ნერვის მოქმედება, იგივე შეხება ეფექტს არ გამოიწვევს; მხოლოდ ძლიერი გაღიზიანება თუ გამოიწვევს ეფექტს. როგორც მაგალითად ჩხვლეტა (R. du Bois Reymond [1]).

წყლტუ კუნთზედ თერმიული და ქიმიური გამაღიზიანებელნიც მოქმედებენ. აღსანიშნავია სინათლის მოქმედება. Sphincter iridis-ის ანუ გუგის სრულიად უნერვო ნაჭერი შესამჩნევად შეიკუმშება, თუ სიბნელის დროს ფიზიოლოგიურ ხსნარში ჩაედეთ და შემდეგ პირდაპირ მზის სხივებს მიუშვერ (R. du Bois Reymond [2]).

წყლტუ კუნთში ყველა ფიზიოლოგიური პროცესები ძალიან ნელა მიმდინარეობენ, უფრო ხანგრძლივად, ვიდრე

გ ულ შ ი. ერთი აგზნების პროცესი რამდენიმე წუთს გრძელდება. ბაყაყის კუჭის კუნთში, მაგ., ერთი აგზნების ხანგრძლივობა 4—10 წუთს უდრის (Tschermak [2]).

აგზნების გამტარებლობაც მეტად ნელა სწარმოებს. ზოგჯერ საჭიროა რამდენიმე წამით ლოდნა, რომ შევამცნიოთ აგზნების გადასვლა ერთი ადგილიდან მეორეზე. ზოგჯერ იგი შედარებით უფრო სწრაფად გატარდება. მაგ. ადამიანის წვრილ ნაწლავის კუნთში გამტარებლობის სისწრაფე ერთ სანტიმეტრს უდრის (Ganter [3]). რადგან გულის მსგავსად წყლტუ კუნთის უჯრედები ერთიერთმანეთს ბოგირებით უერთდებიან, ამიტომ აგზნება ვრცელდება მთელ აღებულ ორგანოში. აგზნებასთან ერთად შეკუმშვაც ვრცელდება ერთი ადგილიდან მეორეზე. ვიდრე მთელ ორგანოს არ მოიელის. შეკუმშვის ასეთ გავრცელებას **პერისტალტიკურ მოძრაობას** უწოდებენ. აგზნების გამტარებლობა აღებულ ორგანოში ორივე მიმართულებით ერთი და იგივე არ არის. ბაყაყის კუჭის კუნთში აგზნება უფრო მეტი სისწრაფით ვრცელდება კარდიიდან პილორუსის მიმართულებით, ვიდრე უკუღმა. ამასთან ზოგჯერ ამ უკუ მიმართულებით აგზნების ინტენსივობა იმდენად მცირდება, რომ კარდია სრულიად უმოქმედო რჩება. ამ მოვლენას იმ გარემოებას მიაწერენ, რომ კარდიის აგზნებულება პილორუსზე გაცილებით ნაკლებია, ამიტომ პილორუსიდან მოსული აგზნების გამტარებლობა განიცდის კარდიის ფარგალში შეკავების მსგავს მოვლენას (Budde და Gellhorn [4]).

წ რ ლ ტ უ კ უ ნ თ ი ს მ ე ქ ა ნ ი კ უ რ ი ე ფ ე ქ ტ ი. წყლტუ კუნთის შეკუმშვას მისი ხანგრძლივობა ახასიათებს, მეტადრე მისი ქვემავალი მუხლისა. მთელი შეკუმშვა 80—100 წუთი გრძელდება. აქედან ზემავალ მუხლზე 15—20 წუთი მოდის (Schultz [5]). მაშასადამე, შეკუმშვის დასუსტების ხანი დაახლოვებით ხუთჯერ მეტია შეკუმშვის ამავალ მუხლზე. შეიძლება წყლტუ კუნთის შეკუმშვა გაცილებით ჩქარა სწარმოებდეს, მაგ., შინაური კურდღლის membrana nictitans-ში მთელი შეკუმშვა 5 წუთს გრძელდება (Lewandowsky).

შეკუმშვის ფარული პერიოდი ბაყაყის კუჭის კუნთისა 0,25—1 წუთს უდრის (Alvarez [6]). მაშ., ესეც ბევრად მეტია, ვიდრე ჩონჩხის კუნთში. მაგრამ შეიძლება ფარული პერიოდი რამდენიმე წუთსაც უდრიდეს. იგი დამოკიდებულია სხვათა შორის გაღიზიანების ძალაზე: რაც უფრო მეტია უკანასკნელი, მით უფრო მოკლეა ფარული პერიოდი (Budde და Gellhorn [4]). აგზნებულების ხარისხსაც რასაკვირველია დიდი მნიშვნელობა აქვს ფარული პერიოდის ხანგრძლივობაზე. სელოვნურად რომ აგზნებულება მოემატოს წყლტუ კუნთს, მაგ., პილოკარპინით ან ადრენალინით სუსტი მოწამელით, ფარული პერიოდი კლებულობს, პირიქით აგზნებულების დაწევისას იმავე შხამებით მძლავრი მოწამელით ფარული პერიოდი მატულობს (Budde და Gellhorn [4]).

მოქმედების ელექტროდენის და შეკუმშვის ერთდროულად შესწავლის საშუალებით აღმოჩენილი იყო, რომ მოქმედების ელექტროდენის დასაწყისი და მაქსიმუმი შეკუმშვაზე ადრე სწარმოებს, ისე როგორც ჩონჩხის კუნთში ხდება (Tschermark [2]).

წყლტუ კუნთში შემოკლების პროცესი იმდენად ნელა სწარმოებს, რომ შეიძლება შეკუმშვის მთელი ტალღა შევამჩნიოთ ერთ კუნთის ბოჭკოში, თუ რომ

ბას მიკროსკოპის ქვეშ ინდიფერენტულ სითხეში მოვაქცევთ და ელექტროდენით გავაღიზიანებთ. ამასთან თითისტარისებური კუნთის ბოჭკო მოკლდება და სქელდება, რაც თავის მხრივ გვიჩვენებს, რომ იგი დამოკიდებულია ფიბრილების აქტიურ შემოკლებაზე და გასქელებაზე. იშვიათი მოვლენა არაა, რომ გამაგრებული (გ ა ფ ი ქ ს ა ც ი ე ბ უ ლ ი) პრეპარატის წყლტუ კუნთის უჯრედში რამდენიმე შეკუმშვის მოკლე ტალღა მოსჩანს (იხ. სურ. 57). წყლტუ კუნთები საშუალოთ 45 პროცენტით მოკლდება (Schultz [6]). მაქსიმალური ტეტანუსის დროს კი ზოგიერთი ორგანოს წყლტუ კუნთი 60-75%-ით მოკლდება (Schüller [7]).

როდესაც ტვირთი დიდია, შეკუმშვის ხანგრძლივობა მოკლდება, ფარული პერიოდი კი გრძელდება. ტემპერატურის მომატება კუნთის შემოკლებას აძლიერებს, შეკუმშვის ხანგრძლივობას კი ამოკლებს. ეს ცვლილებანი მაქსიმუმს 39°C-ზედ გათბობისას აღწევენ.

სურ. 57.

ბეღურა ჩიტის კუჭის წყლტუ კუნთის უჯრედი, რომელშიაც მოსჩანს შეკუმშვის ექვსი მოკლე ტალღა (Suli-სა).

„ან ხულ, არაფრის" კანონი წყლტუ კუნთის მიმართ. პირველად ამტკიცებდენ, რომ წყლტუ კუნთი არ ექვემდებარება ამ კანონს. ასეთი დასკვნა გამოიყვანა შ უ ლ ც მ ა იმ დაკვირვების საფუძველზედ, რომ მეორე მომდევნო გაღიზიანება აძლიერებს მექანიკურ ეფექტს, როგორიც უნდა იყოს ინტერვალი პირველი გაღიზიანების შემდეგ. მაგრამ უკანასკნელ დროს პირდაპირი ცდებით იყო დამტკიცებული როგორც აბსოლუტური, ისე შეფარდებითი ფაზის არსებობა. შ ი უ ლ ერ მ ა [1]) გამოიკვლია ამ მხრივ ბაყაყის სწორი ნაწლეი. მან დაადასტურა, რომ სწორი ნაწლევის კუნთი იმნაირადვე უპასუხებს გაღიზიანებას, როგორც გული: ჯერ აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზით, რომელიც შეკუმშვის ფარულ პერიოდში და შეკუმშვის დასაწყისში მოდიოდა და მერე შეფარდებითი ფაზით შეკუმშვის დროს და ცოტა მის შემდეგ. ამნაირად დამტკიცებული იყო „ან სულ, ან არაფრის" კანონი წყლტუ კუნთის მიმართ. გარდა ამისა იყო ნაჩვენები მ ა გ ნ უ ს ი ს მიერ, რომ სრულიად ნორმული ნაწლეი, როგორც გული, ტეტანურ გაღიზიანებას კლონური ეფექტით უპასუხებს. მართალია გაღიზიანების გაძლიერებისას შეიძლება ნამდვილი სრული ტეტანუსის მიღება, მაგრამ ეს თავის თავად არ გულისხმობს აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზის უარსებობას. როგორც ჩ ე რ მ ა კ მ ა [2]), სიმის გალვანომეტრის საშუალებით გამოარკვია, აგზნების გამომხატველი მოქმედების დენი ბაყაყის კუჭში შეკუმშვამდე აღწევს მაქსიმუმს და თავდება შეკუმშვის ამავალ მუხლის დასაწყისში. აქედან გამომდინარეობს, რომ აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზაც ამ დროს უნდა იყოს. მაშ., შეკუმშვის ამავალი მუხლის ბოლოში რომ ახალი გაღიზიანება მოხდეს, იგი უსათუოდ ეფექტს გამოიწვევს, თუ რომ გაღიზიანების ინტენსიობა იმდენად ძლიერი იქნება, რომ იგი გადალახავს ამ დროს არ-

სებულ შეფარდებით რეფრაქტორულ ფაზას. რასაკვირველია, თუ რამე ზეგავლენით შემოკლდა რეფრაქტორული ფაზა, როგორც ეს მაგ., ადრენალინით მოწამვლისას ხდება, მაშინ უფრო ადვილად შესაძლებელი უნდა იყოს სრული ტეტანუსის მიღება. იგივე უნდა მოხდეს თუ შეკუმშვა რამე მიზეზით შედარებით ნორმასთან უფრო დაყოვნებით იწარმოებს, როგორც ეს დაღალვის დროს ხდება. ასეთ პირობაში ტეტანუსი სწორ ნაწლევზედაც მიიღება, რაც ფაქტიურადაც იყო დამტკიცებული (Schüller [7]). ბაყაყის სწორ ნაწლევში რომ ექსტრა-გალიზიანება მოხდეს სპონტანური შეკუმშვის ჩამავალ მუხლში, იგი ექსტრა-ეფექტს გამოიწვევს. ეს ეფექტი სპონტანურ ეფექტზე ნაკლებია, როგორც გულში ხდება. ამ ექსტრა-ეფექტის შემდეგ პაუზა ნორმულზე გრძელი არ გამოდის. ეს ამტკიცებს, რომ ნაწლევში აგზნება არ აღმოცენდება განსაზღვრულ ალაგას, როგორც გულში (Schüller [7]). მაგრამ კუჭში აგზნების იმპულსი და შეკუმშვა ნორმულ პირობებში აღმოცენდება კარდიას ფარგალში. აქედან ორივე ვრცელდება განსაკუთრებული სიადვილით პილორუსის მიმართულებით (Budde და Gellhorn [8]). მაშ., კუჭში შესაძლებელი უნდა იყოს კომპენსაციური პაუზის მიღება.

ამნაირად, **წყლტუ კუნთი ექვემდებარება „ან სულ, ან არაფრის" კანონს, ისე როგორც გულის და ჩონჩხის გარდიგარდმო ზოლიანი კუნთი.**

რადგან შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზა გრძელდება შეკუმშვის დროსაც, ამიტომ შედარებით სუსტი ფარადიული გაღიზიანებისას კლონურ ანუ კბილოვან ტეტანურ შეკუმშვას ვღებულობთ (Magnus). ხოლო მძლაერი გაღიზიანებისას მივიღებთ მუდამ ტეტანურ შეკუმშვას, ვინაიდგან აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზა მარტივი შეკუმშვის ამავალი მუხლის დროს თავდება.

წ ყ ლ ტ უ კ უ ნ თ ი ს ა ვ ტ ო მ ა ტ ი უ რ ი მ ო ქ მ ე დ ე ბ ა. წყლტუ კუნთს აქვს ავტომატიური ანუ სპონტანური მოქმედების უნარი. როგორც ნორმულ ორგანიზმში, ისე ორგანიზმიდან ამოკრის შემდეგ წყლტუ კუნთი პერიოდულად იკუმშება. თვითეული შეკუმშვა მარტივს შეკუმშვას წარმოადგენს, ვინაიდგან მას თანსდევს თითო მოქმედების ელექტროდენი (Tschermak [2]). ზოგიერთი მკვლევარის აზრით, ეს ავტომატიური მოქმედება იმ ნერვულ ბადეზეა დამოკიდებული. რომელიც თვით ნაწლევის კედელშია და რომელსაც ა უ ე რ ბ ა ხ ი ს წნულს უწოდებენ (Magnus [4]). მ ა გ ნ უ ს ი ს და მის მოწაფეთა აზრით ნაწლევის ავტომატიური მოქმედება დამოკიდებულია ხოლინზე, რომელიც თვითონ ნაწლევის კედელში წარმოიშვება (Le Heux [9]). ნაწლევის მარყუში რომ ჩავკიდოთ რ ი ნ გ ე რ ი ს ხსნარში, მარყუშის მოქმედება რამდენიმე ხნის შემდეგ შეჩერდება. ამის შემდეგ ამ რინგერის ხსნარში აღმოაჩინეს ხოლინი, რომელიც ნაწლევიდან გამოსული მაგარი ნივთიერების $^{3}/_{4}$-ს შეადგენდა. ხოლინი რომ ვამოქმედოთ რამე მიზეზით შეყენებულ ნაწლევზე, მაგ.: ქლოროფორმის გავლენით, მუცლის გახსნის ე. ი. ლაპარატომიის შემდეგ, პერიტონიტის დროს, იგი გამოიწვევს ავტომატიური მოძრაობის განახლებას (Arai. [10]). მ ა გ ნ უ ს ი ს და მის მოწაფეთა აზრით ხოლინი ნაწლევზე ნერვული სისტემის საშუალებით მოქმედებს.

სხვათა აზრით ავტომატიური რითმული მოქმედება არაა დამოკიდებული ნერვებზე და კერძოთ ა უ ე რ ბ ა ხ ი ს წნულზე. ეს დაასკვნეს მაგ. იქიდან, რომ

კუნთს ავტომატიური მოქმედების უნარი არ ეკარგება 42—71 საათის განმავლობაში ამოკრის შემდეგ. დაუჯერებლად სთვლიან, რომ ნერვულ უჯრედებმა ამდენხანს შეინარჩუნონ მოქმედების უნარი მიუხედავად სისტლის მომარაგების შეწყვეტისა. მაგრამ არსებობს ამაზე უფრო დასაბუთებული მტკიცება. ახალი გამოკვლევით კუჭის კუნთის პატარა ამონაჭერი, რომელიც აუერბახის წნულს სრულიად არ შეიცავს, აგრეთვე იჩენს ავტომატიური მოქმედების უნარს (Gunn და Underhill). ამნაირად შეიძლება ითქვას, რომ ნაწლავის ჰორმონი ეგ. წოდ. ხოლინი იწვევს ავტომატიურ მოქმედებას პირდაპირ კუნთზე მოქმედებით.

სულ ბოლო ხანს მიაქცეს ყურადღება კიდევ ერთ ნივთიერებას, რომელიც ნაწლავთა კუნთზე მოქმედებს, როგორც ავტომატიის ამგზნებელი. სახელდობრ მანსფელდმა[11]) დაამტკიცა, რომ ნახშირმჟავას აქვს დიდი მნიშვნელობა. ნაწლავი რომ რინგერის ხსნარში მოვათავსოთ და მერე მასში ნატრიუმბიკარბონატი ($NaHCO_3$) შევცვალოთ რომელიმე ტუტის ეკვიმოლეკულიარული რაოდენობით, რომელიც CO_2-ს დაიკავებს, მაშინვე ნაწლავის მოქმედება შეჩერდება. ამის შემდეგ რომ სუფთა რინგერის ხსნარში გადავიტანოთ, 4...5 წამის შემდეგ ავტომატიური მოქმედება აღსდგება. ხოლო თუ თავისუფალ CO_2-ს მიუმატებთ, ეს აღდგენა ძალიან სწრაფად მოხდება. დამტკიცებული იყო, რომ აქ მნიშვნელობა არა აქვს OH-ს, არამედ CO_2-ს.

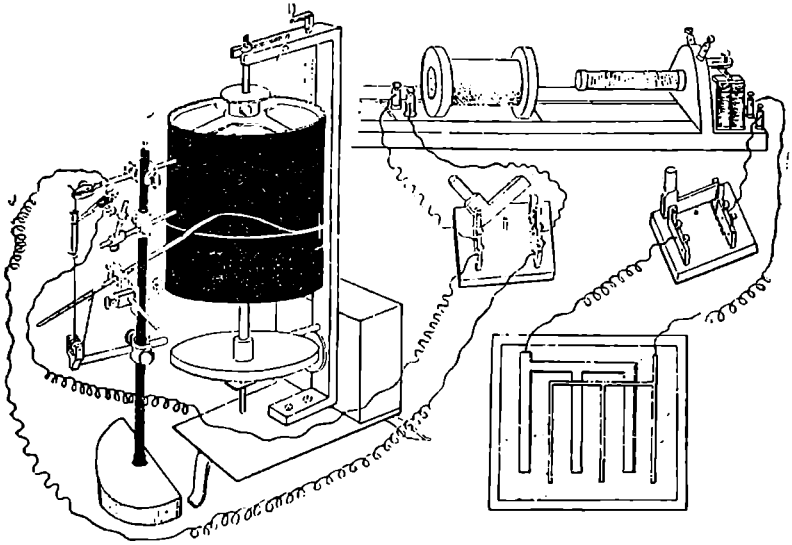
ამნაირად შეიძლება ითქვას, რომ **როგორც გულის ისე, წყლტუ კუნთის ავტომატიური მოქმედების ამგზნებელს ერთი რომელიმე ნივთიერება არ წარმოადგენს.** როგორც ჩვენ უკვე დავინახეთ, ასეთ ამგზნებელს ეკუთვნის წყლტუ კუნთისთვის ნაწლავთა ჰორმონი ხოლინი, საერთო ნივთიერებათა ცვლის ნაყოფი CO_2. შესაძლებელია კიდევაც აღმოჩნდეს ნივთიერებათა ცვლის ნაყოფთა შორის არა ერთი სხვა ნივთიერება, რომელიც დასახელებულებთან ერთად პირობადებს წყლტუ კუნთის ავტომატიურ მოქმედებას.

წყლტუ კუნთის ავტომატიური მოქმედების რითმი რასაკვირველია დამოკიდებულია რეფრაქტორული ფაზების საერთო ხანგრძლივობაზე, როგორათაც გულის კუნთისა. რაც უფრო მეტია ამის ოდნობა, მით უფრო ნაკლები უნდა იყოს რითმი. ვინაიდგან რეფრაქტორული მდგომარეობა შეკუმშვის დროს და ცოტა მის შემდეგაც გრძელდება, ცხადია თვითეული ახალი შეკუმშვა დაიწყობა წინასწარი შეკუმშვის ცოტა შემდგომ. ყველა იმ პირობებში, რომელნიც აძოკლებენ რეფრაქტორულ ფაზებს, ავტომატიის რითმი ცხადია უნდა მატულობდეს. ასე ხდება მაგ. ტემპერატურის გაელენით. თუ ტემპერატურამ აიწია, რითმი მატულობს, თუ კიდევ მან დაიწია, იგი კლებულობს (Magnus[6]).

საგულისხმოა, რომ ნაწლავის შეკუმშვა სპონტანური მოქმედებისას მაქსიმალური ინტენსივობისა არის. ბაყაყის სწორი ნაწლავი, მაგ. იკუმშება 60—75%-ით, რაც ამ ნაწლავის შეკუმშვის მაქსიმუმს შეადგენს (Schüller[7]). შემდეგ ადამიანის ნაწლავზე იყო დაკვირვებული, რომ ნაწლავის შიგნითა წოლით ვამოწვეული შეკუმშვა მუდამ ერთი და იმავე ოდნობისაა. მისი ამპლიტუდა არ ცვალებადობს წოლის ოდნობაზე დამოკიდებულებით (Ganter[3]). აქედან ნათლად ხჩანს, რომ **ნაწლავის კუნთი, ისე როგორც გულისა, ერთხელობრივ გაღიზიანებას მაქსიმალური შეკუმშვით უპასუხებს.** ამით ისინი არსებითად ირჩევიან ჩონჩხის კუნთისაგან, რომელზედაც ერთი გაღიზიანების მიერ გამოწვეული შეკუმშვა მაქსიმუმს არ მიაღწევს.

პრაქტიკუმი.

ცდა წყლტე კუნთზე. ცდის მოწყობილობა დახატულია მე-58 სურათზე. ილებენ პაყაყის კუჭს. ამოსპრიან ირგვლივ ან გასწვრივ ზოლს, რაც შეიძლება გრძელს. გადაცლიან ლორწოვან გარსს. მერე ზოლის ერთ ბოლოს ამაგრებენ შტატივზე საკერით, მეორე ბოლოს კიდევ ძაფით მიოკრაფს უერთებენ. პირველ ბოლოზე ადებენ ელექტროდებს. აღიზიანებენ ინდუქციური კვეთებით. გაღიზიანება უნდა იყოს მძლაერი, რომ ეფექტი მოიცეს, დაახლოვებით 3—5 სანტიმენტრი კოჭთა შუა მანძილისა. კიმოგრაფი ძალიან ნელა უნდა ტრიალებდეს— წუთში ერთი მილიმეტრი. აკვირდებიან ფარულ პერიოდს, შეკუმშვის ამპაელი და ჩამავალი მუხლის ხან-



სურ. 58.

ცდის მოწყობილება წყლტე კუნთის შესასწავლად. განმარტება იხ. ტექსტში. (ბერიტაშვილი).

გრძლივობას. სინჯავენ ტეტანურ გაღიზიანებასაც. ზამთრის ბაყაყზე ტეტანური გაღიზიანება ტეტანურ ეფექტს გამოიწვევს. კუნთის სისტემა ლორწოვანი გარსის გადაცლის დროს ძლიერ ზიანდება, ამიტომ ზოგჯერ ცდა ვერ გამოდის. ხშირად მძლაერი გაღიზიანების შემდეგ (0—3 სანტ.) კუნთი იმდენად ზიანდება, რომ განმეორებითი გაღიზიანება ეფექტს არ იძლევა. ამის შემდეგ ელექტროდები ცოტა ქვემოდ უნდა ჩამოიწიოს, ახალ ადგილს მიედოს, რომ ეფექტი ხელახლადიყოს გამოწვეული.

ლიტერატურა.

1. R. du Bois-Reymond. Nagel's Handbuch der Physiologie d. Menschen, 1909, 4, 544.
2. A. v. Tschermak, Pfl. Ar., 1919, 13, 264.
3. G. Ganter, Pfl. Ar., 1923, 201, 115.

4. W. Budde და E. Gellhorn, Pfl. Ar., 1924, 203, 170.
5. P. Schultz, Ar. An. Physiol., 1895, გვ. 517; 1897, გვ. 307, 322; 1903, Suppl., გვ. 1.
6. W. C. Alvarez, Am. J. Physiol., 1917, 42, 423.
7. J. Schüller, Ar. exp. Path. Pharm., 1921, 90, 196.
8. R. Magnus, Pfl. Ar., 1904, 102, 123 და 349; 1904, 103, 515 და 525; 1905, 108, 1; 1906, 111, 152.
9. Le Heux, Pfl. Ar., 1918, 173, 8.
10. K. Arai, Pfl. Ar., 1922, 193, 359.
11. G. Mansfeld, Pfl. Ar., 1921, 188, 241.

12. კუნთოვანი ქსოვილის სიკვდილი.

ზოგადი ცნება კუნთის სიკვდილის შესახებ. როდესაც კუნთის ქსოვილში ნივთიერებათა ცვლა შეუძლებელი ხდება სისხლის მიმოქცევის შეწყვეტის გამო, იგი ჰკარგავს აგზნებულებას და საერთოდ ცოცხალი ქსოვილის ფუნქციებს. ამასთან ერთად განსაზღვრულ პირობებში კუნთის ქსოვილი იკუმშება. იგი განიცდის სავსებით ისეთ ცვალებადობას, როგორც შეკუმშვის დროს: კუნთი მოკლდება და სქელდება. ამ უკანასკნელ შეკუმშვას **გათოშვას** უწოდებენ (ლათინურად rigor mortis). არა მარტო გარეგნულად წარმოადგენს გათოშვის მდგომარეობა შეკუმშვას. თვით შინაგანი ქიმიური პროცესებიც სწორეთ ისეთივეა, როგორც შეკუმშვის დროს. გათოშვილ კუნთში ვითარდება რძის მჟავა (Fletcher [1]) და Hopkins [2]) და ფოსფორმჟავა (Embden [3]) და თანამშრომელნი).

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ. რძის და ფოსფორმჟავა ვითარდებიან კუნთში სრულიად ნორმულ პირობებში მუდმივად როგორც მოქმედების დროს, ისე მოსვენებისას. ხოლო მოსვენების დროს ორივე მჟავა გამოიყოფა მცირე რაოდენობით. სისხლის მიმოქცევის შეწყვეტისას კუნთი აგრეთვე განაგრძობს ამ ნივთიერებათა წარმოშობას. ხოლო ამ პირობაში აღმოცენებული რძისმჟავა ვერ ახერხებს უკან დედანივთიერებად გარდიქცეს. ე. ი. გლიკოგენად. საიდანაც იგი წარმოიშვა. ამ აღდგენის პროცესისთვის, როგორც ვიცით, საჭიროა განსაზღვრული ენერგია, რომელსაც ნორმულ პირობებში რძის მჟავის ნაწილობრივი დაწვა იძლევა. სისხლის მიმოქცევის შეწყვეტის გამო კუნთში ჟანგბადის მარაგი ილევა. დაწვის პროცესი ამიტომ ჯერ ნელდება, მერე სრულებით არ სწარმოებს. რადგან რძის მჟავა არ იწვის და არც იქცევა გლიკოგენად. ამიტომ იგი თანდათან კუნთში ერთი ორად უფრო მეტი რაოდენობით გროვდება. ვიდრე მოქმედების დროს, სახელდობრ მაქსიმუმი 0,6 %-ს მიაღწევს (v. Fürth [4]). როდესაც იგი შესაფერ რაოდენობას აღწევს, კუნთი იკუმშება, რასაკვირველია მით უფრო მეტად, რაც უფრო მეტი რძის მჟავა გროვდება. ვიდრე შეკუმშვა მაქსიმალურ ოდნობას არ მიაღწევს. როგორც ცნობილია, რძის მჟავასთან ერთად წარმოიშვება ფოსფორმჟავის ეკვივალენტური რაოდენობა ლაქტაციდოგენის საშუალებით. ნორმულ პირობებში

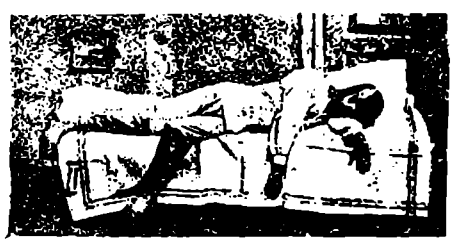
ეს ფოსფორ მჟავა მეტ წილად რძის მჟავას უერთდება და ამით უკანვე ლაქტა-ციდოგენს წარმოშობს. ამნაირად ერთი წილი ფოსფორმჟავისა დაკავებულია გლიკოგენის აღორძინების პროცესში. სისხლის მიმოქცევის შეწყვეტისას ეს აღორ-ძინების პროცესი აღარ სწარმოებს. ამიტომ არის რომ ფოსფორმჟავა ასეთ პი-რობაში უფრო მეტი რაოდენობით გროვდება, ვიდრე მოსვენების ან და მოქმე-დების დროს (Embden და Adler [5]).

გათოშვის დროს აგრეთვე ვითარდება CO_2. მაგრამ ეს არ არის დაწვის შედეგი. იგი წარმოიშვება იმავე მიზეზით, როგორც საზოგადოთ ანოქსიბიოტურ ე. ი. უჟანგბადო პირობებში: ახლად განვითარებული რძის მჟავა გამოდევნის ნახშირ მჟავას კარბონატებიდან (Wacker [6])

სურ. 59 I

პირობები, რომელნიც კუნთს გათოშვისაგან დაიცავენ. კუნთის გათოშვა ორ მთავარ პირობას გულისხმობს: 1. რძის მჟავის განვითარე-ბას და 2. მის დაგროვებას კუნთში. აქედან თავის თავად გამომდინარეობს, რომ თუ რამე მიზეზით რძის მჟავის განვითარება გაძნელდა, მაშინ გათოშვა არ უნ-და მოხდეს და ან მცირე ხარისხით. აგრეთვე გათოშვა არ უნდა მოხდეს თუ რომ განვითარებული რძის მჟავა კუნთიდან გარეთ გამოდის ან და იწვის ჟანგბადის ხელოვნურად მიწოდების გამო. ეს ასეც არის. ცნობილია, რომ თუ ბაყაყის კუნ-თის ტემპერატურა თანდათანობით 0°-ზე ქვემოთ დასწიეს, მაშინ გათოშვა ძა-ლიან გვიანდება: იგი მხოლოდ 4-7 დღის შემდეგ იწყება. გამხდარი, გლიკოგე-ნით ღარიბი კუნთი უფრო გვიან ითოშება, ვიდრე ხორციანი გლიკოგენით უფრო მდიდარი კუნთი. ცხადია ყველა ის პირობები, რომელნიც ხელს უწყობენ რძის წარმოშობას, ხელს უწყობს აგრეთვე გათოშვასაც. მომუშავე და ამის გამო უკვე რძის მჟავით მდიდარი კუნთი უფრო ადრე ითოშება, ვიდრე დასვენებული. ამავე მიზეზით ის კუნთი, რომლის მამოძრავებელი ნერვი რამდენიმე ხნის წინათ იყო გადაკრილი, დანარჩენ კუნთებზე გვიან ითოშება (v. Eiselberg [7]), Nagel [8]). თბილსისხლიანი ცხოველების კუნთები, რომელშიაც ნივთიერებათა დაშლა უფრო სწრაფად სწარმოებს და მაშ. რძის მჟავა უფრო სწრაფად გროვდება, გათოშვა-საც უფრო ადრე განიცდის. ვიდრე ცივსისხლიანთა კუნთები. უკანასკნელთა გათოშვა რამდენიმე დღის შემდეგ იწყება, თბილსისხლიანთა კი 15—30 წამის განელისას. ფრინველების კუნთები ძუძუმწოვართა კუნთებზე ადრე ითოშვება.

ხშირად ხდება, რომ სისხლის მიმოქცევის შეწყვეტის წინ სოგიერთი კუნთი უფრო მძლაერ მოქმედებას განიცდიდა. ამის გამო მასში უკვე იყო დაგროვებული რძის მჟავის დიდი რაოდენობა. ამტომაც ასეთი კუნთები უფრო ადრე ითოშვებიან, ვიდრე სხვები. ამის გამო გვამი გათოშვისას სწორედ ისეთ პოზას ღებულობს, როგორიც ცოცხალს ჰქონდა სიკვდილის წინ მოქმედების დროს. ასე მაგ. ბრძოლის ველზედ ხშირად პოულობენ მეომართა გვამებს პოზაში: მიზანში ამოღებული თოფით ხელში და მუხლზე მჯდარს. ხოლერიანი გვამები გათოშვის დროს ღებულობენ სრულიად არაჩვეულებრივ პოზას. როგორიც ხოლერიანთ კრუნჩხვის დროს ემართებათ. (იხ. სურ. 59).



სურ. 59- II.

სურ. 59. I. სწორედ თოშვილი გვამის მდებარეობა (სიკვდილი ხოლერისაგან). მეტწილად სასსრები მოხეთქილია, როგორც „ქატალეპსიური გაშეშების" დროს. II. იგივე გვამი რამდენიმე ინის შემდგომ. მისი მდებარეობა სპონტანურად შეიცვალა გათოშვის შეწყვეტისას კუნთების მოშვების გამო (ნედრიგიალოვის სურათები დანილევსკიდან)

გათოშვის თავიდან აცდენა ადვილად შეიძლება, თუ რძის მჟავის დაგროვებაზე რამენაირად გაელენა მოვახდინეთ. კუნთი რომ ჟანგბადის ატმოსფერაში შოვაქციოთ, იგი უფრო გვიან გაითოშება. ვიდრე უჟანგბადოთ, ან და შეიძლება სრულიადაც არ გაითოშოს (Fletcher [9]), Winterstein [10]). ეს დამოკიდებულია იმაზე, რომ როგორც ვიცით, ჟანგბადის მიერ რძის მჟავის ერთი ნაწილი იწვება და მეორე ნაწილი კიდევ აღდგება გლიკოგენამდე ამ დაწვის დროს წარმოებული ენერგიის შეწყობით. ამნაირად ჟანგბადი ხელს უშლის რძის მჟავის დაგროვებას. კუნთი რომ რინგერის ან ფიზიოლოგიურ ხსნარში ჩავიდოთ, იგი უფრო გვიან გაითოშება, ვიდრე ceteris paribus უამისოდ. ამის მიზეზი ის არის, რომ ერთი წილი რძის მჟავისა დიფუზიის საშუალებით გარეთ ხსნარში გამოდის, და ამით მისი დაგროვება კუნთში ძნელდება (Mangold [12]). ცნობილია აგრეთვე ბაყაყის კუნთში გათოშვა არ მოხდება, თუ რომ ტუტიან სითხეს გავატარებთ და ამით რძის მჟავის განეიტრალებას მოვახდენთ (Baumann [11]). რძის მჟავის შემკუმშველი მოქმედება დამოკიდებულია მის მჟავობაზე. თუ რომ იგი გამარილიანდა, ეს უნარი მას დაეკარგება და ამიტომ მის მიერ გათოშვის გამოწვევა შეუძლებელი გახდება.

აგზნებულება და გათოშვა. აგზნებულების დაკარგვა და გათოშვა უმეტესად ერთდროულად ხდება. მაგრამ ერთმანეთს შორის არაკითარი დამო-

კიდებულება არ არსებობს. გათოშვილ კუნთს დაკარგული არა აქვს აგზნებულების უნარი. როდესაც გათოშვა მაქსიმალური არაა, გაღიზიანება დამატებით შეკუმშვას იწვევს (Mangold [12]). თუ რომ გათოშვის დროს გაღიზიანება ეფექტს არ იძლევა, ეს კიდევ იმას არ ნიშნავს, რომ კუნთი მკვდარია. ამის მიზეზი ჯერ ერთი ის შეიძლება იყოს, რომ კუნთი მაქსიმალურ შეკუმშვას განიცდის და ამიტომ დამატებით შეკუმშვას არ იძლევა გაღიზიანების საპასუხოთ. შემდეგ ამის მიზეზი აგზნებადი ნივთიერების პარაბიოტული მდგომარეობა უნდა იყოს, რომელშიაც იგი ჩავარდნილია მჟავების დიდი კონცენტრაციის ზეგავლენით. ეს ისეთი მდგომარეობა არის, როდესაც აგზნებადი ნივთიერება მოკლებულია აგზნებულებას, მაგრამ ჯერ ისევ ცოცხლობს. თუ მავნე აგენტს, რომელმაც ეს პარაბიოზული მდგომარეობა გამოიწვია, მოვაცლით, აგზნებადი ნივთიერება აგზნებულების უნარს იბრუნებს. ამ მოვლენის შესახებ იხილეთ დაწვრილებით ნერვის ფიზიოლოგიაში. რომ მართლაც პარაბიოტულ მდგომარეობას ალაგი აქვს გათოშვის დროს, ეს პირდაპირ ცდებიდანაც სჩანს. გათოშვილ და აგზნებულებას მოკლებულ კუნთში რომ გავატაროთ ჟანგბადიანი ან ტუტიანი სითხე, იგი დაიბრუნებს აგზნებულების უნარს, რადგან ამავე დროს გათოშვაც ისპობა, კუნთი სრულიად ნორმული ხდება (Mangold [12]).

კუნთის გათოშვის მოსპობა. გათოშვის მდგომარეობა რამდენიმე ხანს გრძელდება, მერე ისპობა: კუნთი რბილდება და გრძელდება. თუ რომ გათოშვის დროს გვამს ჰქონდა არა ბუნებრივი პოზა, უკანასკნელი ისპობა კუნთების მოდუნების გამო (იხ. სურ. 59). კუნთის მოდუნებისას გათოშვის შემდეგ მისი წონა კლებულობს.

ყველა ის პირობები, რომელიც ნივთიერებათა ცვლას აცხოველებს, ხელს უწყობს გათოშვის მალე მოსპობას. არსებობს დაწვრილებითი გამოკვლევა ტემპერატურის გავლენისა გათოშვაზე და მის მოსპობაზე შინაური კურდღლის მიმართ (Bierfreund [10]):

4°C-სას	გათოშვა იწყება $1^1/_2$ საათის შემდეგ,	სრულიად ისპობა 48 საათის შემდეგ;
20°C „	1 „	36
41°C „	45 წამის	4
52°C	15 „	„ $2^1/_2$

გათოშილი კუნთის მოდუნება არაა დამოკიდებული ბაქტერიულ პროცესზე. იგივე ხდება გვამის სრულიად ასეპტიურ პირობებში შენახვისას (Karpa [13]). ძისი მოსპობა სწარმოებს მიუხედავად რძის მჟავის დიდი რაოდენობისა და საერთოდ მიუხედავად იმ პროცესების გაგრძელებისა, რომელთაც გათოშვა გამოიწვიეს. საკითხი გათოშვის მოსპობის შესახებ ჯერაც არ არის საბოლოოთ გამორკვეული. ცხადია მხოლოდ, რომ ამის მიზეზი რძის მჟავის დიდი კონცენტრაციით დაგროვება უნდა იყოს. ზოგიერთ მკვლევართა აზრით შეკუმშვა მიოფიბრილთა შემკუმშველი ცილოვანი ნივთიერების ჰიდრატაციას წარმოადგენს. ამ მკვლევართა აზრით გათოშვის მოსპობა, როგორც საერთოდ შეკუმშვისა, უნდა იყოს პირობადებული აღნიშნულ ნივთიერებაში გასივების უნარის მოსპობით, მისი დეჰიდრატაციით. ასეთია ფ ი უ რ თ ი ს აზრი [4]). გასივება არის წყლის შეთვი-

სება ცილოვანი ნივთიერების მიერ. მაშ., გასიეების მოსპობა წყლის გამოყოფას ნიშნავს. ეს პროცესი იწვევა მჟავების მიერ. წყლის გამოყოფით ცილოვან ნივთიერებიდან უნდა აიხსნას კუნთის წონის შემცირება. როდესაც ცილოვანი ნივთიერება წყლის შეთვისების უნარს დაჰკარგავს, იგი შეიკვრება. ამასთან ერთად არსებობს მეორე აზრიც გათოშილი კუნთის მოდუნების შესახებ. მას მიაწერენ შემკუმშველი ანიზოტროპიული ნივთიერების დარღვევას. თანახმად ამ აზრისა კუნთიდან გამოდის ამ დროს წყალი კი არა, არამედ წყალში გახსნილი ცილოვანი ნივთიერება. ასეთია ვ ა ა კ ე. რ ი ს აზრი [6]). მხოლოდ ამ ავტორს რძის მჟავა კი არ აქვს მხედველობაში, არამედ CO_2, რომელიც რძის მჟავის მიერ კარბონატებიდან იდევნება. ძველი წარმოდგენით გათოშვის მოსპობა დამოკიდებულია ცილოვანი ნივთიერების გახსნაზე რძის მჟავის დიდ კონცენტრაციის მიერ (Mellanby). თვით გათოშვა ამ აზრის თანახმად ცილოვანი ნივთიერების შეკვრას წარმოადგენს. დღეს დამტკიცებულად ითვლება, რომ რძის მჟავის დიდ კონცენტრაციას არ შეუძლიან გახსნას შეკრული ცილოვანი ნივთიერება. ასეთი რამ მხოლოდ მინერალურ მჟავას შეუძლიან მოახდინოს. არსებობდა კიდევ ერთი სხვა აზრიც, რომ ვითომ კუნთის გათოშვის მოსპობა შეკვრული ცილოვანი ნივთიერების აუტოლიზის ე. ი. თვითმონელების შედეგია (Hedin და Rowland [14]) და Vogel [15]) და სხვა). მაგრამ ეს ასე რომ იყოს, კუნთში უნდა ვითარდებოდეს ცილის დაშლის პროდუქტები: ალბუმოზები, პეპტონები, ამინომჟავები. ფაქტიურად კი ამ დაშლის პროდუქტებს ვერ პოულობენ გათოშვის მოსპობისას.

კ უ ნ თ ი ს ხ ე ლ ო ვ ნ უ რ ი გ ა თ ო შ ვ ა. კუნთის გათოშვა არის იგივე შეკუმშვა, რომელსაც რძის მჟავა იწვევს შემკუმშველ ნივთიერებაზე მოქმედებით. რძის მჟავა წარმოიშვება გლიკოგენის ჰიდროლიტიური დაშლის წყალობით. მაშ., ყველა ის გარემოება, რომელიც გლიკოგენის დაშლას ხელს შეუწყობს, გათოშვასაც გამოიწვევს. ასე მოქმედობს სხვათა შორის კუნთში ტემპერატურის აწევა. ბაყაყის კუნთში საკმარისია ტემპერატურა 30--40°C-მდე აიწიოს, რომ ერთი საათის განმავლობაში კუნთის მაქსიმალური გათოშვა მოხდეს (Jensen [16]). ამ გზით გათოშილ კუნთში ორჯერ უფრო მეტი რძის მჟავა ვითარდება, ვიდრე ტეტანური დაღალვის დროს (Fletcher და Hopkins [2]). ეს გათოშვა ისპობა, თუ რომ კუნთი ცივ ფიზიოლოგიურ ხსნარში გადავიტანეთ რამდენიმე საათის განმავლობაში. ფ ი ურ თ ი ს აზრით ასე იმიტომ ხდება, რომ ერთის მხრით ნაწილი რძის მჟავისა კუნთიდან გარეთ გამოდის და მეორე მხრით ნეიტრალური მარილების შესელა კუნთის შიგნით იწვევს გასივებული ცილოვანი ნაწილაკების დეჰიდრატაციას, ე. ი. წყლის გამოდევნას.

როდესაც კუნთის ტემპერატურა 40—45°C-ზე ზევით არის აწეული, მაშინ კუნთი უფრო მეტ შემოკლებას იძლევა. ხოლო ეს შეკუმშვა ბუნებრივ გათოშვას არ წაგაგავს. 40°C-მდე გათბობით გამოწვეული შეკუმშვა, როგორც აღნიშნე, წარმავალია, ისე როგორც ბუნებრივი შეკუმშვა. 45°C-ზე ზევით გათბობით გამოწვეული შეკუმშვა კი ცივ რ ი ნ გ ე რ ი ს ხსნარში გადატანის შემდეგ არ ისპობა, გინდაც რომ მთელი დღე დავანარჩუნოთ. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში ცხადია საქმე გვაქვს წარუვალ პროცესთან, ცილების შეკვრასთან, კოაგულიაციასთან, მაღალი ტემპერატურის მიერ.

კუნთის ხელოვნური გათოშვა შეიძლება გამოვიწვიოთ სხვადასხვა ქიმიურ ნივთიერებათა გავლენით: ქლოროფორმით, ქინინით, ურეტანით, მჟავებით, ტუტეებით და სხვა. ეს იქნება ჩვეულებრივი კონტრაქტურა, რომელიც უკვე ზევით იყო განმარტებული. მჟავები ამ შეკუმშვას იწვევენ ერთის მხრით პირდაპირ შემკუმშველ ნივთიერებაზე გავლენით და მეორე მხრივ იმით, რომ იგინი ხელს უწყობენ გლიკოგენის დაშლას რძის მჟავამდე. ქლოროფორმი და მრავალი სხვა ნივთიერება ამას აწარმოებს მხოლოდ გლიკოგენიდან რძის მჟავის გაძლიერებული წარმოშობით. ზოგიერთი ნივთიერება კი ჯერ მოქმედებს აგზნებად ნივთიერებაზე. იგი აგზნების საშუალებით იწვევს გლიკოგენის დაშლას რძის მჟავამდე. ასე მოქმედობს სხვათა შორის კოფეინი. ყველა აღნიშნულ შემთხვევებში აღმოჩენილი იყო რძის მჟავის გაცხოველებული განვითარება. მაგრამ თვითეული ქიმიური ნივთიერება იწვევს ბუნებრივი სახის გათოშვას მხოლოდ სუსტი კონცენტრაციის ფარგლებში. თუ იგინი დიდი კონცენტრაციით მოქმედებენ, მაშინ ცილოვანი ნივთიერების კოაგულიაცია სწარმოებს. ამ შემთხვევაში გათოშვა წარუვალია: იგი არ ისპობა არც დროს მიხედვით და არც ისეთ პირობებში ჩაყენებისას, როდესაც რძის მჟავის განეიტრალება ან და მისი კუნთიდან გამოსვლა უნდა მოხდეს (Rossi [17]), Fürth [4]), Schwenker [18]) და სხვანი.)

პრაქტიკუმი.

წარმავალი და წარუვალი სითბოთი გათოშვის ცდა. ამოსკრიან ბაყაყის კიდურიდან m. sartorius-ს და ჩაჰკიდებენ ნელთბილ რინგერის ან ფიზიოლოგიურ ხსნარში. მერე ათბობენ ფრთხილად თანდათანობით 37°C-მდე და გაანერვებენ ამ ტემპერატურაზე ერთი საათით. 5—15 წამის შემდეგ კუნთი დაიწყებს შეკუმშვას და მიაღწევს მაქსიმუმს ერთი საათის შემდეგ. მერე კუნთს გადაიტანენ ცივ რინგერის ხსნარში. ერთი-ორი საათის განმავლობაში კუნთის სიგრძე ნორმას უბრუნდება.

ამის შემდეგ იმავე ან სხვა კუნთს აცხელებენ ფიზიოლოგიურ ან რინგერის ხსნარში 50—60°C-მდე. რამდენიმე წამის განმავლობაში ამ ტემპერატურის მიღწევის შემდეგ კუნთი 80%-მდე იკუმშება. ამის შემდეგ რომ ცივ რინგერის ხსნარში გადავიტანოთ და დავტოვოთ მეორე დღემდე, კუნთი ასევე შეკუმშული დარჩება.

ლიტერატურა.

1. W. M. Fletcher, J. Physiol., 1898, 23, 10; 1902, 28, 354 და 474; 1911, 43, 286; 1913, 74, 361.
2. Fletcher და Hopkins, J. Physiol., 1907, 35, 247.
3. G. Embden და თანათშრომელნი. Z. physiol. Chem., 1915, 93 გვ. 1, 46, 54, და 84; 1922, 118, 1.
4. Ot. v. Fürth, Erg. Physiol., 1919, 17, 363.
5. E. Adler და Embden, Z. physiol. Ch., 1922, 118. 1.
6. L. Wacker. Pfl. Ar., 1916, 165, 452.
7. A. v. Eiselsberg, Pfl. Ar, 1881, 24, 229.

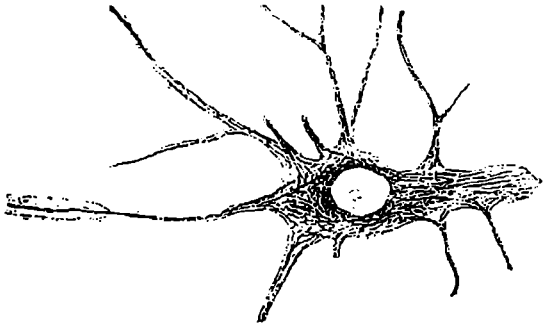
8. W. A. Nagel, Pfl. Ar., 1894, 58, 279.
9. Fletcher, J. Physiol., 1902, 28, 974.
10. H. Winterstein, Pfl. Ar., 1907, 120, 225.
11. W. Baumann, Pfl. Ar., 1917, 167, 114.
12. E. Mangold, Pfl. Ar., 1903, 96, 498.
13. J. Karpa, Pfl. Ar., 1906, 119, 119.
14. Hedin და Rowland. იხ. v. Fürth-ის წერილი Ergebn. d. Physiol., 1919. 17, 363.
15. R. Vogel, Deutsch. Arch. f. Klin. Med., 1902.
16. P. Jensen, Pfl. Ar., 1905, 160, 333.
17. E. Rossi, Z. Biol., 1911, 54, 299; 56, 253.
18. G. Schwenker, Pfl. Ar., 1914, 157, 371.
19. M. Bierfreund, Pfl. Ar., 188, 43, 195.

III

პერიფერიული ნერვული სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგია.

1. ნეირონული და ნეიროპილური თეორია.

ნერვული სისტემის ელემენტები. ნერვული სისტემა შემდეგ ელემენტებისაგან შესდგება: ნერვულ უჯრედებისგან, მრავალ პროტოპლაზმიურ მორჩებისგან, რომელთაც დენდრიტებს უწოდებენ და განსაკუთრებული დანიშნულების თავისებურ მორჩებისგან, რომელთაც აქსონს ან და ნეირიტს უწოდებენ.

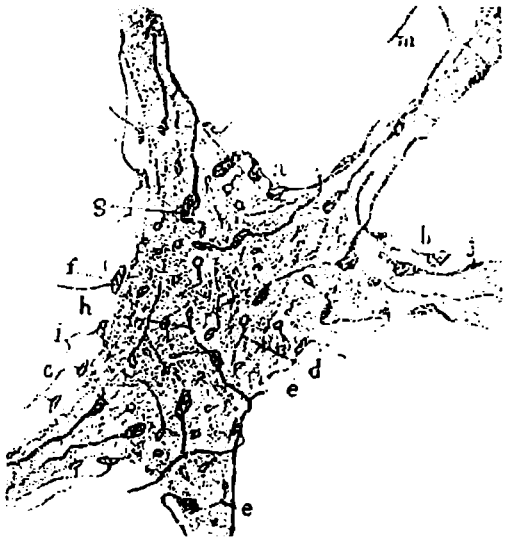


სურ. 60.

გიგანტური პირამიდული ნერვის უჯრედი. ადამიანის წინა ცენტრალურ ხვეულიდან. მარცხნივ მოჩანს ნეირიტი და მიელინის გარსის დასაწყისი. ბირთვის გარშემო ფიბრილები უფრო სქელ ბადეს ქმნიან. დენდრიტებიდან ფიბრილები უჯრედში შედიან, უჯრედიდან კი ნეირიტში გადადიან. (M. Bielschowsky).

უჯრედის ოდნობა ძალიან დიდ ფარგლებში მერყეობს. ძუძუმწოვარ ცხოველებზე იგი ცვალებადობს 4-იდან 130 მიკრონამდე; უხერხემლო ცხოველებზე იგი გაცილებით დიდ ოდნობას მიაღწევს, მაგ. უმაღლესი ოდნობა მოლიუსკებზე 300—500 მიკრონს უდრის. ნერვულ უჯრედთა ფორმა მეტისმეტად სხვადასხვანაირია. მათი ფორმა დამოკიდებულია სხვათა შორის მორჩების რაოდენობაზე, მათ სისქეზე და მათ უჯრედიდან გამოსვლის ადგილებზე (იხ. სურ. 60).

დენდრიტების და უჯრედის ჰისტოლოგიური აგებულება თანაბარია: როგორც უჯრედი, ისე მისი დენდრიტები შეიცავენ ნეიროფიბრილებს და ნეიროპლაზმას. თვითეული უჯრედის დენდრიტების რიცხვი, მათი ფორმა და სიგრძე განსხვავდება. თეითეული დენდრიტი იწყება კონუსისაეით და შემდეგ ფართოდ იტოტება ხის მსგავსად. ამიტომ ამ გატოტვას ტელოდენდრიას უწოდებენ. ავტორთა უმრავლესობის აზრით დენდრიტის საბოლოო ტოტები თავისუფლად თავდებიან. დენდრიტის ტოტებს ხშირად თანასდევს წვეტიანი და მრგვალი გასქელებანი. არიან ისეთი ნერეული უჯრედები, რომელთაც დენდრიტები არა აქვთ.

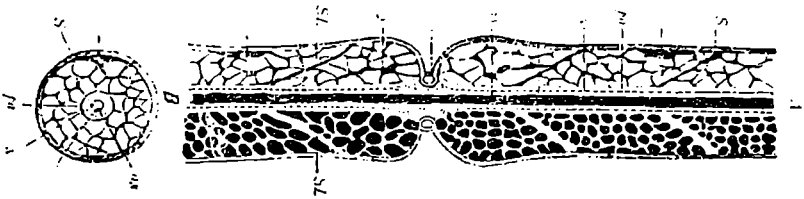


სურ. 61.

ძაღლის ზურგის ტვინის წინა რქის მამოძრავებელი უჯრედი. მის ზედაპირზე ბოლოვდებიან მრავალი დიდი (a, b) და პატარა ოდნობის (d) ნეირიტული საბოლოო ფეხები. ამ ფეხებიდან იწყებიან მრავალი უწვრილესი ნეიროფიბრილები, რომელნიც უჯრედის სხეულზე პატარა კვანძებივით თავდებიან (R. y Cajal'-ისა მაქსიმოვის ჰისტოლოგიიდან).

ნეირიტი ანუ აქსონი ანუ კიდეე სხვანაირად ღერძიანი ცილინდრი მართალია აგრეთვე შეიცავს ნეიროპლაზმას და ნეიროფიბრილებს, მაგრამ ნიშანდობლივ ირჩევა დენდრიტისგან. იგი გამოდის უჯრედის სხეულიდან ან ერთ რომელიმე დენდრიტიდან. თითო უჯრედს ერთი ნეირიტი აქვს; მხოლოდ იშვიათ შემთხვევაში ორი. ნეირიტს მთელ სიგრძეზე თანაბარი სისქე აქვს. მისი დიამეტ-

-რი რამდენიმე მიკრონს უდრის, ნეირიტის სიგრძე კი შეიძლება ძალიან დიდი -იყოს. მაგ. დიდ ხერხემლიან ცხოველებზე მამოძრავებელი ნეირონის ნეირიტის სიგრძე, რომელიც ზურგის ტვინიდან იწყება და კიდურის რომელიმე კუნთში თავდება, შეიძლება ას სანტიმენტრს და მეტსაც უდრიდეს. ზოგი ნეირიტი გარდა დასაწყისისა და დაბოლოებისა დაფარულია რთული აგებულების გარსებით. ასეთ ნეირიტს ჩვეულებრივ ნერვულ ბოჭკოს უწოდებენ (იხ. სურ. 62)



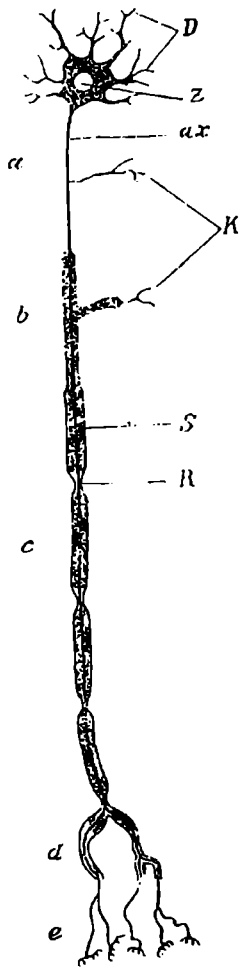
სურ. 62.

მიელინიანი ნერვული ბოჭკოს სქემატური გამოხატულება (თეკსისა). A—სიგრძეზედ, B—გარდიგარდმო ნაკეთი. A-ში ზემოდან მიელინი გახსნილია და მისი ალაგები ნათელია; A-ში ქვემოდან მიელინი გაშავებულია ოსმიის მჟავით. nx—ღერძიანი ცილინდრი ნეიროფიბრილებისგან შემდგარი; nx'—პერიფერიული. ღერძიანი ცილინდრის უფიბრილო ნაწილი; x—ღერძიანი ცილინდრის გარეგანი ფენა; pn—ღერძის გარშემო სივრცე; y შვანის უჯრედების პროტოპლაზმიური ბადე, რომელიც მიელინის მასსაშია; SL—ბადის გასქელებული ადგილები ძაბრის მსგავსად, რომელიც ლატერმანის ნაკეკნს გამოიწვევს; SZ—შვანის უჯრედი; S—შვანის გარსი; R რანვიეს შეკეწროება (ნემილოვის

ზოგი ნეირიტი თავიდან ბოლომდე უგარსო, ტიტველა არის. ნეირიტები გზა და გზა იმავე აგებულების მორჩებს ანუ კოლატერალებს იძლევა. როგორც ნეირიტი თვითონ, ისე კოლატერალები რთული ტელოდენდრიებით ბოლოვდებიან. მკვლევართა უმრავლესობის აზრით **ტელოდენდრიების უკანასკნელი ტოტები თავისუფლად თავდებიან; არ უერდთებიან განუწყვეტელად იმ ელემენტებს, რომლებსაც ისინი უკავშირდებიან.** (სურ. 61).

თვითეული ნერვული ელემენტი შეიცავს **ნეიროფიბრილებს** და ფიბრილთა შორის მდებარე არადიფერენციულ პროტოპლაზმიურ ნივთიერებას ეგ. წოდ. **ნეიროპლაზმას.** ნეიროფიბრილთა უწვრილესი ძაფები შემჩნეული იყო თითქმის ყველა ნერვულ ელემენტებში. სხვათა შორის ძალიან კარგად მოსჩანს ნეიროფიბრილური ბადე წინა რქების უჯრედებში. მაგრამ კარგად სჩანან ფიბრილები აგრეთვე ყველა მორჩებში და დაბოლოებებში. უჯრედის სხეულში ფიბრილები განეწყობიან კონებად, რომლებიც ამ სხეულს სხვადასხვა მიმართულებით გაივლიან (სურ. 60). ზოგ მკლევართა აზრით ნეიროფიბრილები ერთვიან ერთი ერთმანეთს და მით ნამდვილ ბადურ ჩონჩხს წარმოშობენ (R. y Cajal, Heidenhain, Deineka). სხვა ავტორთა აზრით კი თვითეული ფიბრილი გაივლის უჯრედს სრულიად განცალკევებულად მეზობელ ფიბრილებთან შეუერთებლად.

(Apathy, Bethe). ნეიროფიბრილები ყველა ავტორების მიერ ცოცხალ ნივთიერებად ითვლება პროტოპლაზმის დიფერენციულ ნაწილად.



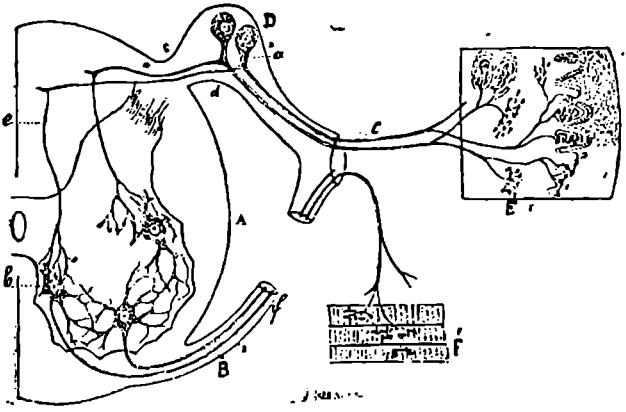
სურ. 63. ნეირონის სქემატიური გამოსახულება. Z—უჯრედის სხეული ბირთვით; D—დენდრიტები; ax—ნეირიტი; K—ულოტერიალები: S—შვანის გარსი, R—რანვიეს შეკვეთრები. a—ღერძიანი ცილინდრის ტიტველა ნაწილი: b—ღერძიანი ცილინდრის მიელინიანი ნაწილი; c—ის ღერძიანი ცილინდრის ნაწილი, რომელსაც მიელინად გარსის გარეშე. c. d. სადაც ნამდვილი მიელინიანი ნერვის ბოჭკო იყოფება; d—ნაწილი, რომელიც მბილოდ შვანის გარსისა დაფარული; e—ტიტველა ღერძიანი ცილინდრის ნაწილი, რომელიც ბის ფესვებიანი ბოლოებით (Stöhr-ის).

სურათი 63.

ცნება ნეირონული თეორიის შესახებ. ნერეული სისტემის ერთეულად მიიჩნიათ ნერეული უჯრედი ყველა თავისი მორჩებით და დაბოლოებებით (სურ. 63). ამ ნერეული ელემენტების კომპლექსს ვალდეიერმა [1]) **ნეირონი** უწოდა. აქედან ამ წარმოდგენას ნეირონული თეორია უწოდეს. ნეირონის სამაგალითოდ დავასახელებ მგრძნობიარე ნეირონს. მგრძნობიარე ნეირონის უჯრედი მალთა შუა კეანძში ძევს: მისი ნეირიტი კეანძშიეე იყოფა ორ ტოტად: ერთი ტოტი მიდის პერიფერიისკენ და აქ თავდება კანის ან სხვა რომელიმე გაღიზიანების მიმღებელ მგრძნობიარე ორგანოში. მეორე ტოტი შედის ზურგის ტვინში და მაშინვე ორ ტოტად იყოფა: ერთი მათგანი მიდის კრანიალური (თავის მიმართულებით), მეორე კიდე კაუდალურით (კუდის მიმართულებით). ორივე ეს ტოტი იძლევა გზადაგზა მრავალ კოლატარალებს. ერთი წილი ამ კოლატერალებისა ბოლოვდება ტვინის შიგნით მდებარე სხვა და სხვა ნეირონებთან, მეორე წილი კიდე მამოძრავებელ ნეირონების უჯრედებთან (იხ. სურ. 64). მეორე კარგ მაგალითს მამოძრავებელი ნეირონი წარმოადგენს. უჯრედი და დენდრიტები ზურგისა და თავის ტვინში მდებარეობს. მისი ნეირიტი კიდე ტვინიდან გარეთ გამოდის და სადმე კუნთის ან ჯირკვლის უჯრედთან ბოლოვდება. (სურ 64). ვალდეიერის შემდეგ ნეირონული თეორია მიიღეს მრავალმა ჰისტოლოგმა, მაგ. ლენჰოსეკმა (Lenhossek [2]), რამონ

კოხალმა (Ramon y Cajal [3]) და აგრეთვე ფიზიოლოგმა მაგ. ფერვორნმა (Verworn [4]), ბიდერმანმა (Biedermann [5]), უოლერმა (Waller [6]) და სხვებმა.

ცნება ნეირონული თეორიის შესახებ პირდაპირ არ გამომდინარეობს მორფოლოგიურ და ფიზიოლოგიურ დაკვირვებიდან. იგი მხოლოდ ერთგვარი წარმოდგენაა, შექმნილი განსაზღვრული ფიზიოლოგიური და ჰისტოლოგიური ფაქტების საფუძველზედ. ამიტომ სამართლიანად უწოდებენ მას თეორიას.



სურათი 64.

სურ. 64. მგრძნობიარე და მამოძრავებელი ნეირონების ურთიერთობა. სქემატური გამოხატულობა. A—ზურგის ტვინი; B - მამოძრავებელი (წინა) ფესვი; C—მგრძნობიარე (უკანა) ფესვი; D—ზურგის კვანძი; E - კანი; F—გარდიგარდმო ზოლიანი კუნთის ბოჭკოები; a—მგრძნობიარე ნეირონები; b—მამოძრავებელი ნეირონები; c—მგრძნობიარე ნეირონების პერიფერიული მორჩები, რომელნიც კანში სხვა და სხვა მიმღებელ აპარატებში თავდებიან: ფატერ-პაჩინის (Vater-Pacini) და მეისნერის (Meissner) სხეულები, ხეებრიები დაბოლოებანი და შეხების დისკოები ეპიტელიუმში: d ამავე ნეირონების ცენტრალური მორჩები; e - ამათი კოლატერალები, რომელნიც ინტრასპინალური და მამოძრავებელი ნეირონების სხეულის და დენდრიტების გარშემო ბოლოვდებიან; f—მამოძრავებელი ნეირონების ნეირიტები, რომელნიც ზოლიან კუნთში თავდებიან (დოგელისა).

ნეირონული თეორიის ანატომიური საფუძველი. აღნიშნული თეორია პირველად ყოვლისა ხერხემლიან ცხოველებზე ნაწარმოებ ანატომიურ დაკვირვებას ემყარება. ამ ცხოველებზე მრავალ ჰისტოლოგთა აზრით თვითეული ნერვული უჯრედი ყველა თავის მორჩებით ნერვული სისტემის სხვა ელემენტებისგან სრულიად გამოცალკევებულად არსებობს, ე. ი. ერთი ნეირონის ელემენტები მეორისას მხოლოდ კონტაქტის საშუალებით უკავშირდება (Ramon y Cajal და სხვები).

ნერვული სისტემის ერთეულის შესახებ ცნება აგრეთვე ნერვული სისტემის ემბრიონალურ განვითარებიდან გამომდინარეობს. რამონ კოხალის

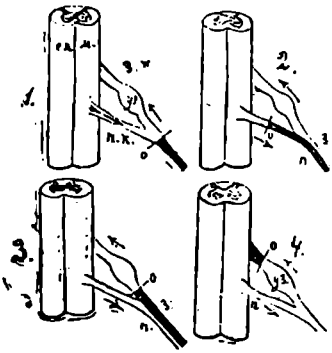
დაკვირვებით თვითეული უჯრედი ყველა თავისი მორჩებით ერთი ემბრიონალური უჯრედიდან—ერთი ნეირობლასტიდან ვათარდება (სურ. 65). **რამონ კოჰალის** აზრით ნეირონის ონტოგენეტური განვითარება იმეორებს მის ფილოგენეტურ განვითარებას.

სურათი 65.

ნეირონის ფილოგენეტური და ონტოგენეტური განვითარება. ზემოთა რიგი იძლევა ფილოგენეტურ განვითარებას: A—ბაყაყის ნეირონი, B—ხვლიკისა, C—ვირთაგვასი. D—ადამიანისა. ქვემოთა რიგი უჩვენებს ნეირობლასტის განვითარების ხუთ ზედიზედ მომდევნო საფეხურს a-e. (Ramon y Cajal-ისა).

ნეირონული თეორიის ფიზიოლოგიური საფუძველი. ფიზიოლოგებმაც წამოაყენეს თავის მხრივ ერთი მნიშვნელოვანი საბუთი ნეირონული თეორიის დასამტკიცებლად. სახელდობრ მათი დაკვირვებით თვითეული ნერვული უჯრედი აწარმოებს ტროფიკულ ანუ მასაზრდოებელ გავლენას თავის მორჩებზე. მაგ. **უოლერმა** [6]) გვაჩვენა, რომ თუ წინა ე. ი. მამოძრავებელ ფესვს გადავეჭრით, მაშინ პერიფერიული ნაპერი კუნთამდის რამდენიმე კვირის განმავლობაში დაკარგავს ყველა თავის სასიცოცხლო ფუნქციებს და ამასთან ერთად ერთგვარ ჰისტოლოგიურ გადაგვარებას განიცდის. ცენტრალური ნაწილი კი, რომელიც უჯრედთან შეერთებული რჩება, ყველა ნორმალურ თვისებებს ინახავს. თუ რომ უკანა ფესვი კვანძსა და ზურგის ტვინს შუა გადავეჭერით, მაშინ გარდიშვება მორჩების ის ნაპერი, რომელიც ზურგის ტვინში შედის, პერიფერიული ნაპერი კი, რომელიც კვანძში უჯრედს უერთდება, უცვლელი რჩება. (სურ. 66). ამ გზით **უოლერმა** დაამტკიცა, რომ ნერვულ მორჩს მხოლოდ იმ შემთხვევაში აბადია სასიცოცხლო მოქმედების უნარი, თუ რომ სრულიად დაცულია მისი ანატომიური კავშირი უჯრედთან. აქედან გამომდინარეობს, **რომ**

ნერვული უჯრედი ისე მოქმედობს თავის მორჩებზე, რომ პირობადებს მათ ხიცოცხლისთვის საჭირო კვებას.



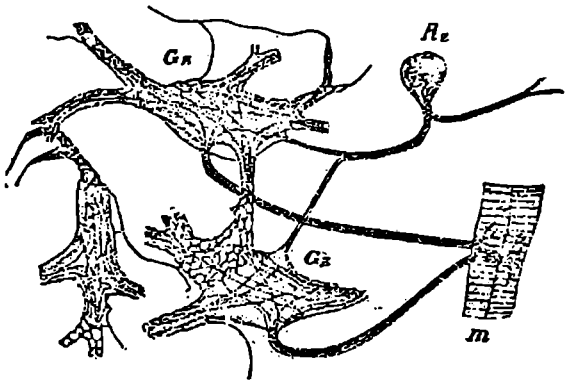
სურაოი 66.

სურ. 66. ზურგის ტვინის ფესვები და გადაგვარება. Н. К.—წინა, З. К.—უკანა ფესვი; уз—ზურგის კვანძი; О—ფესვების გადაკვრის ადგილი; შავით ნაჩვენებია გადაგვარებული ადგილი. 1—გადაგვარდებულია მთელი პერიფერიული ნაწილი, როგორც მამოძრავებელი, ისე მგრძნობიარე; 2—გადაგვარებულია მამოძრავებელი ბოჭკოების პერიფერიული ნაწილი, რადგანაც ის მოცილებულია ზურგის ტვინის მამოძრავებელ უჯრედებს; 3—გადაგვარებულია მგრძნობიარე ბოჭკოების პერიფერიული ნაწილი, რადგანაც ის მოცილებულია კვანძის ტროფიკულ ცენტრს; 4—გადაგვარებულია მგრძნობიარე ფესვის ცენტრალური ნაწილი და ზურგის ტვინის მგრძნობიარე ბოჭკოები, რადგანაც ესენი მოცილებული არიან თავის ტროფიკულ ცენტრს, რომელიც კვანძშია.

ნერვული უჯ'რედი, როგორც ცენტრალური პროცესების ბუდე. არსებობს აგრეთვე ერთნაირი გარემოება, რომელიც ძლიერ ხელს უწყობს ნეირონული თეორიის დასაბუთებას და გავრცელებას. ეს გახლავთ ფიზიოლოგთა მტკიცება, რომ ნერვული უჯრედი წყაროა იმ ნერვული პროცესებისა, რომელნიც ყველა ორგანოთა მიზანშეწონილ და კოორდინაციულ მოძრაობას აწარმოებენ. საერთოდ მიღებულია, რომ ყოველი ნებელობითი და ეგრეთწოდებული რეფლექსური მოძრაობა ერთგვარი კოორდინაციული იმპულსებით გამოიწვევა, რომელიც ნერვული ცენტრების უჯრედებში ჩნდება და შემდეგ გაიელის პერიფერიულ მამოძრავებელ ორგანოებისაკენ ან პირდაპირ საკუთარი მორჩის საშუალებით, ან სხვა ნეირონთა საშუალებით. ამნაირად, ფიზიოლოგთა აზრით, ნეირონის უჯრედი არის ნეირონის უმთავრესი ნაწილი, მისი მორჩები კი მხოლოდ უჯრედში მომქმედი პროცესების გამტარებელ გზებს წარმოადგენენ.

ნეიროპილის ანუ განუწყვეტლობის თეორია. ნეირონულ თეორიას მიუხედავად იმისა, რომ იგი ბევრნაირად აოის დასაბუთებული, ყველა არ იზიარებს. თითქმის ყველა მის საფუძველის მიმართ გამოთქმული იყო საწინააღმდეგო აზრი. პირველად ცნობილმა ფიზიოლოგმა ბეტემ (Bethe [7]) გამოაცხადა, რომ ეს თეორია ჯერ ისევ ჰიპოტეზაა, რომელსაც კარგი დამტკიცება სჭირდებაო. ბეტეს მხედველობაში ჰქონდა თავისი გამოკვლევანი უხერხემლო ცხოველებზე. ჰისტოლოგ აპათის (Apáthy [17]) მსგავსად ის ამტკიცებს, რომ მთელ ნერვულ სისტემაში გარეგან მიმღებელ—მგრძნობიარე ორგანოსა და მამოძრავებელ აპარატს შუა არსებობს განუწყვეტლივ მიმდინარე ნეიროფიბრილები. ორგანოთა შორის ყოველნაირ ნერვულ კავშირს ეს ფიბრილები ახორციელებენ. ისინი გაიელიან განუწყვეტლივ, როგორც მგრძნობიარე, ისე მამოძრავებელ ნერვებს, და აგრეთვე საერთოდ ცენტრალურ ნერვულ სისტემასაც-

ნერვულ უჯრედებში ეს ფიბრილები სხვა და სხვა მიმართულებით მიდიან და თვითეულ მიმართულების ფიბრილი მეორისას უერთდება. აგრეთვე ფიბრილები ერთი ნერვის ტოტიდან მეორისაზედ გადადიან და აქ ერთმანეთს გადაებმიან. ამნაირად წარმოსდგება ნერვული ფიბრილების ერთგვარი ბადე, რომელსაც **ნეიროპილი** უწოდეს (იხ. სურ. 67). ცხადია, მათი აზრით, რომ ანატომიური გამოცალკევება ერთი ნერვული უჯრედისა მისი მორჩებით, როგორც ნერვული ერთეული, შეუძლებელი რამ უნდა იყოს.



სურათი. 67.

სურ. 67. ხ ე ი რ ო ფ ი ბ რ ი ლ ე ბ ი ს წ ყ ო ბ ი ლ ე ბ ა და მ ი მ ა რ თ უ ლ ე ბ ა უ ხ ე რ ხ ე მ ლ ო ცხ ო ვ ე ლ ე ბ შ ი. სქემატური სურათი. Rz—გაღიზიანების მიმღები უჯრედი; Gz—მამოძრავებელი განგლიური უჯრედი; m—კუნთი (Bethe-სი)

ბ ე ტ ე [7]) შეეცადა წამოეყენებია იმნაირი ფაქტიც, რომელსაც ცხადად უნდა გაებათილებია ის აზრი, რომ ნერვული უჯრედი ნერვულ პროცესთა წარმომშობ წყაროს წარმოადგენს. მან მოიყვანა შემდეგი დაკვირვება ერთ-ერთ კიბრს მსგავს ცხოველზედ სახელად carcinus maenas: ამ ცხოველს რამდენიმე კიდურთა წყვილი აქვს. თვითეულ კიდურს აქვს საკუთარი ნერვული კვანძი, რომელიც ცენტრალურ ნერვულ სისტემას წარმოადგენს. კიდურის ყოველნაირი ცენტრალური რეფლექსური მოძრაობა ამ კვანძის საშუალებით სწარმოებს. ამ კვანძის ერთ მხარეს გამწკრივებულია უჯრედები, მეორე მხარე კი უმთავრესად ნერვის მორჩების ნეიროპილს ეპირავს. ამნაირი კვანძის აგებულობით ბ ე ტ ე მ ისარგებლა: მოაჭრა მეორე ანტენის კვანძს უჯრედების მხარე. ამის შემდგომ ცენტრალური მოქმედება მეორე ანტენის მიმართ მაშინვე არ შესწყდა. აქედან ის დასკვნა გამოიყვანა, რომ ნერვული უჯრედები ცენტრალურ პროცესთა წყაროს არ წარმოადგენენ, რომ იგინი აუცილებლად საჭირო არ არიან ცენტრალური პროცესების ნორმულ მიმდინარეობისთვის. მაშასადამე, ცენტრალური მოქმედება არის ნეირო-ფიბრილთა ბადის, ნეროპილის ფუნქცია. ანალო-

გიური ცდა გააკეთა შტეინახმა ბაყაყის ზურგის კვანძის მიმართ [8]). მან მოაჭრა უჯრედული ნაწილი ერთ-ერთ წელის კვანძს. ამის შემდეგ აგზნების გამტარებლობა ამ კვანძით პერიფერიიდან ზურგის ტვინისკენ არ შესწყდა.

ნეირონული თეორიის ემბრიონული საფუძველიც არა ერთხელ იყო შელახული. ჰენსენი [18]) და შულცე [19]) ამტკიცებდენ, რომ ნეირიტი ანუ აქსონი პირდაპირ კვანძის უჯრედიდან კი არ იზრდება, არამედ ჯერ აღმოცენდება ადგილობრივ სხვა უჯრედების შეერთებით და კვანძის უჯრედს მხოლოდ შემდგომ უკავშირდებაო. იმავე ბეტემ და აგრეთვე ზოგიერთმა სხვა ავტორებმა უარყვეს უჯრედის ტროფიკული მნიშვნელობაც. მაგ., ბეტეს გამოკვლევით ახალგაზრდა ცხოველებზედ ნერვის გადაკვეთის შემდგომ დისტალური ნაჭერი ჯერ გარდიშვება და მერე თავის თავად ნერვულ უჯრედთან შეუკავშირებლად ხელახლად აღორძინდება.

ნეიროპილის თეორიის გარჩევა. არ შეიძლება ითქვას, რომ ნეირონული თეორიის მოწინააღმდეგეთა მტკიცება სწორია და მისაღები. ისინი სარგებლობენ იმ მასალით, რომელიც უხერხემლო ცხოველთა შესწავლით მიიღეს; ნეირონული თეორია კი შეიქმნა ხერხემლიან ცხოველებზედ მიღებული მასალით. მაშასადამე ნეირონული თეორია ანალოგიის შემწეობით უკე იგდება და არა მის საფუძველთა პირდაპირ შერყევით. ის რაც სამართლიანია და კანონშეწონილია უხერხემლო ცხოველისათვის, შეიძლება სრულიადაც არ არსებობდეს ხერხემლიანთა შორის. ერთად-ერთი ფაქტი ხერხემლიან ცხოველებზედ, რომელიც შტეინახმა აღმოაჩინა, ნეირონულ თეორიას არაფერში არ ეწინააღმდეგება. პირიქით, იგი ამტკიცებს ამ თეორიას. ზურგის კვანძი ცენტრალურ პროცესების წყაროდ არავის არ მიაჩნია. მთელი მგრძნობიარე ნეირონი მისი უჯრედით ზურგის კვანძში, პროქსიმალური და დისტალური ნეირიტით და მათი დაბოლოებით მხოლოდ გამტარებლის როლს ასრულებს. მას გარეგან გაღიზიანებათაგან გამოწვეული აღგზნება სრულიად უცვლელად შეაქვს ზურგის ტვინში. ზურგის კვანძის უჯრედიდან გამოდის მარტო ერთი მორჩი—აქსონი; უკანასკნელი კვანძშივე ორ ტოტად იყოფა, რომელთაგან ერთი ტვინისკენ მიდის, მეორე პერიფერიისკენ. შტეინახის ცდა გვიჩვენებს მხოლოდ იმას, რომ მარტო უჯრედის მოსპობით მგძნობიარე ნეირონი გამტარებლობის უნარს არ ჰკარგავს, რომელსაც იგი საზოგადოთ იჩენდა, და რომ ამ ნეირონში აგზნება ერთი ტოტიდან მეორეზედ უჯრედის საშუალებით კი არ გატარდება, არამედ საერთო განუყოფელი მორჩის საშუალებით. ამასთან ისიც უნდა აღენიშნოთ, რომ როგორც ბეტეს, ისე შტეინახის ცდაში ოპერაციის შემდგომ რეფლექსური მოქმედება ინახებოდა მხოლოდ რამდენიმე ხანს, ერთი-ორი კვირა. ეს გარემოება ნათლად უჩვენებს უჯრედების აუცილებელ საპიროებას ნერვული სისტემის მოქმედებისათვის, რის წინააღმდეგაც ბეტე განსაკუთრებით საბუთებს იძლეოდა.

ახალი გამოკვლევებით უმაღლეს უხერხემლო ცხოველთა ნერვულ სისტემაშიაც ნეირონპილის არსებობა სათუო რამ არის. მატლებსა და კიბოს მსგავს ცხოველებში, მკვლევართა მთელი რიგი ნეიროპილის არსებობას უარ ჰყოფს (R. y Cajal, Retzius, [20]) v. Lenhossek [2]), Лейпека). ესენი სპეციალურად იკვლევდნენ ნეიროპილის სტრუქტურას, ნეიროფიბრილების ურთიერთობას და დაადგენენ აპატის და ბეტეს საწინააღმდეგო აზრს, რომ ამ ცხოველებშიაც

ყველგან კონტაქტი არსებობს, და არა კონტინიუტეტი ე. ი. განუწყვეტელობა, რომ აქაც ნათლად შეიძლება ნერვული სისტემა ნეირონულ ერთეულებად დაიყოს. რაც შეეხება ნეიროპილს, იგი მათი აზრით განუწყვეტელ, ფიბრიოლოვან ბადურს არ წარმოადგენს:მ ასში მხოლოდ გადახლართულია მრავალი უწერილესი ნეიროფიბრილები, რომელნიც სხვადასხვა ნეირონებს ეკუთვნიან.

ამას გარდა უახლოესი დროის გამოკვლევებით ნერვული მორჩის პერიფერიული ნაკერი არ აღსდგება ცენტრალურ ნაკერისგან დამოუკიდებლად, ე. ი. არ ხდება აუტოგენური რეგენერაცია, როგორც ეს ბ ე ტ ე ს ეგონა. ზოგიერთ შემთხვევაში ნეირიტი აღსდგება პირდაპირ ცენტრალურ ნაწილიდან მისი გაზრდით (Harrison [14]), Burrows [15]). მაგრამ ინ შემთხვევაშიაც, როდესაც ნეირიტის ნეროფიბრილები ვითარდებიან შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედების ნიეთიერებიდან, მაშინაც ეს არ ხდება დამოუკიდებლად ნერვული უჯრედის გაკვლენისა. თუ რომ ნეიროფიბრილები ვითარდებიან შემაერთებელ ქსოვილში, როგორც ნეირიტის გაგრძელება, ეს ხდება იმიტომ, რომ ნეირიტის მოზარდი ბოლო ერთგვარად აღიზიანებს არსებულ შემაერთებელ ქსოვილს და მით იწვევს მასში ფიბრილიაციას (Ariens Kappers [13]).

შეიძლება მოვიყვანოთ ერთი ფრიად მნიშვნელოვანი ფაქტიც დასამტკიცებლად იმისა, რომ ერთი ნეირონის ელემენტები მეორისას ნეიროფიბრილების საშუალებით არ უერთდებიან. ნეიროფიბრილები გაატარებენ აგზნებას ორივე მიმართულებით. ეს დამტკიცებულია ერთი ნეირონის ფარგლისთვის. სხვადასხვა ნეირონები რომ ერთმანეთს ნეიროფიბრილების საშუალებით უერთდებოდნენ, მაშინ ნეირონთა ჯაჭვშიაც აგზნება უნდა გატარებულიყო ორივე მიმართულებით. მაგრამ ცნობილია, რომ ნეირონთა ჯაჭვში აგზნება გადადის მხოლოდ ერთი მიმართულებით: მგრძნობიარე ნეირონიდან მამოძრავებელ ნეირონისკენ. ცენტრალური ნერვული სისტემის ამოქმედება შეიძლება მხოლოდ მგრძნობიარე ნეირონის გაღიზიანებით. მისი ამოქმედება შეუძლებელია მამოძრავებელი ნერვის გაღიზიანებით. ეს ფაქტი, კარგად ცნობილი ხერხემლიან ცხოველთა მიმართ, ცხადლივ გვიმტკიცებს, რომ ამ ცხოველთა ნერვული სისტემა არაა აგებული ნეიროპილის პრინციპზე. იმ ნერვულ სისტემაში, რომელიც მართლაც როგორც ნეიროპილია აგებული, მაგ., coelenterata-ისა, აგზნება ორივე მიმართულებით გატარდება.

საგულისხმოა, რომ სულ უკანასკნელი დროის გამოკვლევებით ხერხემლიან ცხოველებშიაც დაადასტურეს არა ერთი შემთხვევა ნერვული ელემენტის განუწყვეტლობისა, მაგ., ნერვული დაბოლოება მამოძრავებელი ნერვისა, თანახმად ცნობილი ბ უ კ ე ს [9]) გამოკვლევისა, ისე უერთდება კუნთის სარკოპლაზმატურ ბადეს, რომ არ სჩანს ცხადლივ მათ შორის რამე განსაზღვრული არის არსებობა. იმავე ბ უ კ ე ს გამოკვლევით, მგრძნობიარე ნერვის ნეიროფიბრილური დაბოლოება სრულიად განუწყვეტლივ გადადის პერიფერიულ მგრძნობიარე ელემენტებში. ცენტრალურ ნერვულ სისტემაშიაც შეუმჩნევიათ არა ერთხელ, რომ ერთი რომელიმე ნეირიტი გადადის რომელიმე ნეირონის უჯრედზე არა ნეიროფიბრილების შეხების საშუალებით, არამედ ამ ნეიროფიბრილების პირდაპირ განუწყვეტლად უჯრედში გაერცელებით. ეს იყო შემჩნეული ტ ი გ ს ი ს მიერ ზურგის ტვინში [16]). მრავალი ავტორების მიერ იყო დაკვირვებული თავის ტვინშიაც, სახელდობრ ეგრ. წოდ. პურკინიეს უჯრედებში (Bielszhowsky [10]), Wolf [1]) და Oudendal [12]). მაგრამ ა რ ი ე ნ ს კ ა პ ე რ ს ი [13]), ჩვენი დროის ცნობილი ანატომი, გამოსთქვამს, რომ ნერვული სისტემის ასეთი სინციტიური ხასიათი არ უნდა წარმოადგენდეს დაბრკოლებას იმისთვის, რომ ნეირონი ნერვული სისტემის ერთეულად იყოს მიჩნეული. ხომ სხვა ქსოვილებშიაც არსებობს ასეთი სინციტიუმები, მაგ, წყლტუ კუნთში, ეპიტელისუმში, სადაც ერთი უჯრედი მეორეს პროტოპლაზმატური ბოგირებით უერთდება, მაგრამ ამ შემთხვევებში არავინ უარყოფს იმას, რომ წყლტუ კუნთის ან ეპიტელიუმის უჯრედი ამ სისტემათა ერთეულს წარმოადგენს.

ნერვული სისტემის კლასიფიკაციის პრინციპი. როდესაც ნერვულ სისტემას ჰყოფენ პერიფერიულ და ცენტრალურ ნაწილებად, მხედველობაში აქვთ წმინდა ანატომიური საფუძველი. თავის ქალაში და ხერხემლის ძვალში მოქცეულ ტვინს უწოდებენ ცენტრალურ ნერვულ სისტემას, მათ გარეშე არსებულ ნერვულ სისტემას კი პერიფერიულს. რადგან უკანასკნელი სისტემა შეტ წილად ნერვულ ღეროებიდან შესდგება, ამიტომ ხშირად ამ თერმინით პერიფერიულ ნერვულ ბოკკოებს გულისხმობენ. ასეთი წარმოდგენა არაა სწორი. ორივე ნერვული სისტემა ცენტრალური და პერიფერიული შეიცავს ნეირონის ყველა ელემენტებს, როგორც მორჩებს, ისე უჯრედებს. პერიფერიული სისტემა შეიცავს ზურგის ტვინის ნერვული კვანძების მთელ რიგს, მისი ქვეგანყოფილება ეგ. წოდ. ავტონომიური სისტემაც აგრეთვე შეიცავს მრავალ ნერვულ კვანძებს ნეირონის ყველა ელემენტებით. ამნაირად შეიძლება ითქვას, რომ ცენტრალური და პერიფერიული სისტემა თავის ანატომიური შემადგენლობით ერთიერთმანეთისგან არსებითად არ ირჩეევიან. თუ ფიზიოლოგები საჭიროდ სთვლიან ორივე განყოფილების ცალკე განხილვას, ამას საფუძვლად უძევს შემდეგი ფიზიოლოკიური ფაქტი. **ხერხემლიან ცხოველებზე ორგანიზმის თვითეული მიზანშეწონილი, კოორდინაციული რეაქცია გარეშე გაღიზიანების ხასუხოდ პირობადებულია ზურგისა და თავის ტვინის ფუნქციური მოქმედებით, ე. ი. იმ სისტემის მოქმედებით, რომელსაც ცენტრალურ ნერვულ სისტემას უწოდებენ.** პერიფერიული ნერვული სისტემა მხოლოდ გაატარებს აგზნებას პერიფერიიდან ცენტრალურ სისტემისკენ და უკუღმა. მაშ., **პერიფერიული ნერვუ-ი სისტემის მთავარ ფუნქციას აგზნების გამტარებლობა შეადგენს.** ეს ფუნქცია გაცილებით მარტივია, ვიდრე კოორდინაციის ფუნქცია ცენტრალური ნერვული სისტემისა. ამიტომ მართებულად უნდა ჩაითვალოს ჯერ პერიფერიული და მერე ცენტრალური სისტემის განხილვა.

ხერხემლიან ცხოველების პერიფერიული ნერვული სისტემა მთლიანად თანაბარ რამეს არ წარმოადგენს. იგი იყოფა ფუნქციონალურად და ანატომიურად ცერებრო-სპინალურ და ავტონომიურ სისტემებად. ცერებროს-პინალურ სისტემას ეკუთვნის ის მგრძნობიარე და მამოძრავებელი ნერვები, რომელნიც ჩონჩხის მუსკულატურის მოქმედებას ემსახურებიან. ავტონომიური სისტემა, რომელიც შეიცავს ანატომების სიმპატიურ სისტემას, განაგებს უმთავრესად ჯირკვლოთა და წულტუ კუნთის სისტემის მოქმედებას. რადგან მათ შორის ერთგვარი ფიზიოლოგიური განსხვავებაც არსებობს, ამიტომ ჯერ იქნება განხილული ზოგადი ფიზიოლოგია ცერბერო-სპინალური სისტემისა და მერე ავტონომიურისა.

პერიფერიული ნერვული სისტემის ზოგად ფიზიოლოგიაში მხედველობაში გვექნება მხოლოდ ნერვული ღერო ნერვულ ბოკკოებისაგან შემდგარი. მაგრამ ყველა მოცემული კანონები და დებულებები უნდა გადატანილ იყოს იმავე სისტემის უჯრედებზე და დაბოლოებებზე.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. W. Waldeyer, Deut. med· Wochenschr., 1891, Nr. 44.
2. M. v. Lenhossék, Der feinere Bau d. Nervensystems im Lirhte neuerer Forschungen, 2 Aufl., 1895., Berlin.
3. Ramon y Cajal, Revista de cientias mèdicas de Barclelona, 1892, nums 16, 20, 22, 23; Structure et connections des Neurones. Conf. Nobel fait à Stockholm. Déc. 1906.
4. M. Verworn, Das Neuron in Anat. u. Physiologie, 1900, Jena.
5. W. Biedermann, Elektrophysiologie, 1895, Leipzig.
6. A. Waller, Compt· rend. d. sciences, 1852, 34 (ექსი მოხსენება).
7. A. Bethe, Allgemeine Anat. u. Physiol. d. Nervensystems, 1903, Leipzig.
8. E. Steinach, Pfl. Ar., 1899. 78. 291.
9. J Boeke, Erg· Physiol., 1921, 19, 448.
10. Bielschowsky, J. Psych. Neur., 1904,
11. Wolf, An. Anz., 1903, 33.
12. Oudendal, Psych. en Neurol. Bladen, Amsterdam, 1912.
13. Ariëns Kappers, C. U. Die vergleichende Anatomie d Nervensystems d. Wirbeltiere u. d. Menschen, ნაწ. I, გვ. 30, 52. 1920. Haarlem.
14. Harrison, Jour. of Experim. Zool., 1910, 8; Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organismen, 1910, 30.
15. Burrows, Jour. of Experim. Zool , 1911, 10, № 1.
16. O. W. Tiegs, Austr. Jour. of Exp. Biol. a. Med. Science, 1926, 3, 161..
17. Apathy, Mitt. a. d Zool. Stat. in Neapel, 1897, ტომი 12.
18. Jensen, Diè Entwicklungsmechanik d. Nervenbahnen im Emdrio d. Säugetiere, Kiel, 1903.
19 Schultze, Arch. f mikrosk. Anat., 1905, 66.
20. Retzius, Proz. Roy. Soc., 1908, 80.

2. ნერვის აგზნებულება და აგზნება.

ნერვის აგზნებულება.. ნერვულ ბოჭკოს, ისე როგორც კუნთის ბოჭკოს. აგზნების უნარი აქვს, ე. ი. აგზნებულების თვისება. ნერვის აგზნებულების ხარისხი კუნთისაზე გაცილებით მაღალია. მაშ., ბაყაყის მამოძრავებელი ან მგრძნობიარე ნერვული ბოჭკოს გასაღიზიანებლად გაცილებით ნაკლები ინტენსიობის ელექტროდენია საჭირო, ვიდრე ბაყაყისვე რომელიმე ჩონჩხის კუნთისა.

ნერვული ბოჭკოს აგზნებულება მუდმივად ერთი ხარისხისა არ არის. იგი ცვალებადობს ძალიან დიდ ფარგლებში. სხვადასხვა ქიმიურ ნივთიერებათა გავ-

ლენით აგზნებულამ შეიძლება მოიმატოს. ასე ხდება ნარკოტულ ნივთიერებათა, მარილთა მჟავების და ტუტების ხსნარების სუსტი გაღეენით: მცირე კონცენტრაცია, ნაკლები ხანგრძლივობა. ამავე ნივთიერებათა მძლავრი გაღეენა: დიდი კონცენტრაცია, ხანგრძლივი მოქმედება პირიქით აგზნებულებას ამცირებს.

ტემპერატურის ცვლილებას რასაკვირველია დიდი გაღეენა აქვს ნერვის აგზნებულებაზე. ტემპერატურის თანდათანობითი მომატება 40° C-მდე აგზნებულებას მატებს. თანდათანობითი დაკლება გაყინვამდე პირიქით აგზნებულებას დასწევს.

ნერვის გაღიზიანება. თვითეული ნერვზე მომქმედი ძალა გამოიწვევს ნერვის აგზნებას, თუ რომ მისი ინტენსიობა ერთი ხარისხიდან მეორემდე სწრაფად შეიცვლება. მაშ., ნერვული ბოკკო ექვემდებარება ცნობილ დიუ ბუა-რეიმონის გაღიზიანების კანონს. ნერვში აგზნება იწვევა მომქმედი ძალის აბსოლუტური ოდნობის მიერ კი არა, არამედ მისი სწრაფი ცვალებადობით.

მაგრამ აქაც როგორც კუნთის მიმართ დიუ ბუა რეიმონის გაღიზიანების კანონით არ განისაზღვრება ნერვის ამოქმედება. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე გამაღიზიანებელის ხანგრძლივობას. რომ ნერვი აიგზნას, საჭიროა სრულიად განსაზღვრული, თუმცა მცირე, დრო. თუ მაგ. ელექტრული დენის მოქმედება ძალიან ხანმოკლეა, იგი არავითარ გავლენას არ მოახდენს. თანახმად ეეისი[1]) გამოკვლევისა გალვანური ან საზოგადოდ მუდმივი დენი ბაყაყის ნერვში მხოლოდ მაშინ გამოიწვევს აგზნებას, თუ რომ იგი მოქმედობს 0,00045 წუთის განმავლობაში. ასეა მაშინ, თუ ელექტროდთა შორის მანძილი 2 მილიმეტრს უდრის. თუ კიდე ეს მანძილი დიდია, მაშინ ელექტროდენის ხანგრძლივობაც დიდი უნდა იყოს. მაგ. როდესაც ელექტროდთა შუა მანძილი 16 მილიმეტრია, დენის ხანგრძლივობა 0,0012″ უდრის. ცხადია ეს სასარგებლო დრო მით უფრო ნაკლები უნდა იყოს, რაც უფრო მეტია აგზნებულება. რადგან კუნთის აგზნებულება ნერვისაზე მცირეა, ამიტომ სასარგებლო დრო ნერვის გასაღიაზიანებლად უფრო ნაკლებია, ვიდრე კუნთისა. აგრეთვე ქრონაქსია ნერვისა კუნთისაზე უფრო მცირეა. ბაყაყის საჯდომ ნერვის ქრონაქსია, მაგ., 0,3 სიგმას უდრის (Lapicque [18]).

ნერვის ბუნებრივი გაღიზიანება. ნორმალურ პირობებში ნერვი იგზნება პირდაპირი მისი გაღიზიანების გამო კი არა: თუ იგი მგრძნობარეა, მაშინ იგი იგზნება პერიფერიულ მგრძნობიარე ორგანოდან აგზნების გადასვლის წყალობით; თუ კიდეე იგი მამოძრავებელია, მაშინ მისი აგზნება დამოკიდებულია ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე. მაგრამ თვითონ ნერვულ ბოკკოსაც აქვს უნარი პირდაპირ მისი გაღიზიანებით აგზნებისა.

ქიმიური გაღიზიანება. ქიმიური ნივთიერება მხოლოდ მაშინ იწვევს აგზნებას, თუ რომ იგი სწრაფად შედის ნერვული ბოკკოს შიგნით და მის შემადგენლობაში სწრაფ ცვლილებას გამოიწვევს. რადგან ნერვული ბოკკოს გარსები ეგ. წოდ. ლიპოიდებისაგან შესდგება, ამიტომ მხოლოდ ისეთი ნივთიერება შეეა ნერვული ბოკკოს შიგნით, რომელიც ლიპოიდებში კარგად იხსნება და ამავე დროს ცუდად იხსნება წყალში. ლიპოიდებს უწოდებენ ცხიმის მზგავს ნივთიერებებს, რთგორც ქოლესტერინი, ლეციტინი, რომელიც დიდი რაოდენო-

ბით შედის ცხოველთა უჯრედების და ბოჭკოების გარსებში. ამიტომ ცხადია. რაც უფრო კარგად იხსნება წყალში აღებული ნივთიერება და რაც უფრო ცუდად ლიპოიდებში, მით უფრო ნელა გაივლის გარსებს ამგზნებელ ნივთიერებისკენ, მით უფრო იგი სუსტი გამაღიზიანებელი იქნება (Meyer [3]),

ქიმიურ გამაღიზიანებელთ ეკუთვნის: სწრაფი გაშრობა, ვინაიდან ამას მოჰყვება უჯრედის წვენში მარილთა კონცენტრაციის სწრაფი მომატება; მჟავების კონცენტრაციული ხსნარები, ტუტების სუსტი ხსნარები, როგორც 0,8%/₀ და ზოგჯერ 0,1%/₀-იც; ნეიტრალურ მარილთა ხსნარები; ორგანიული ნივთიერებანი, როგორც CO_2, ეთერი, ქლოროფორმი და სხვა.

ნატრიუმის იონების მნიშვნელობა. ნერვის ღეროს აგზნებულებისა და გამტარებლობისათვის, როგორც კუნთისათვის, საჭიროა ნატრიუმის იონები. ჩვეულებრივ 0—2°C სითბოში ნერვ-კუნთის პრეპერატი სიცოცხლეს 20 დღემდე ინახავს. მაგრამ, თუ 6%/₀-იან ლერწმის შაქრის ხსნარში ჩაედეთ, მაშინ NaCl ნერვიდან გამოდის: 50 საათის განმავლობაში ნერვი ჰკარგავს აგზნებულებას. თუ ამის შემდგომ ნერვი გადავიტანეთ NaCl-ს ხსნარში, ან ლერწმის შაქრის ხსნარს ცოტაოდენი NaCl მივუმატეთ, მაშინ ნერვი აგზნებულებას იბრუნებს. თუ თავიდანვე მიუმატეთ ლერწმის შაქრის ხსნარს 0,1%/₀ NaCl, მაშინ ნერვი ისევე დიდხანს ძლებს, როგოც NaCl-ის 0,6%/₀-იან ხსნარში; 0,03%/₀ NaCl ხსნარში იგი სძლებს ორჯერ მეტ ხანს, ვიდრე წმინდა შაქრის ხსნარში. NaCl მაგიერ შეიძლება ვიხმაროთ სხვა უვნებელი ნატრიუმის მარილები, აგრეთვე ლიტიუმის მარილებიც, მაგრამ არ შეიძლება ვიხმაროთ სხვა ტუტები და მარილები (Overton)[2]).

თერმიული გაღიზიანება. ნერვის სწრაფი გათფობა და ან გაცივება მოქმედობს, როგორც გაღიზიანება. ნელნელა გათბობა 45°C-მდე ისე მოჰკლავს ნერვს, რომ აგზნებას არ გამოიწვევს. ამასთან მეტად მაღალი თერმიული გაღიზიანება მარტივ შეკუმშვას კი არ იწვევს, არამედ ხანგრძლივ ტეტანუსს, თუ რამდენჯერმე სწრაფად განმეორდა.

მექანიკური გაღიზიანება. იგი აგრეთვე მოქმედობს ნერვზედ, თუ ნერვში მექანიკურ ცვლილებას სწრაფად აწარმოებენ, მაგ.: დარტყმა, მოჭერა, გაჭყლეტა, გაწევა, ჩხვლეტა, გაკრა, ძგერა, სწრაფი განტვირთვა. ამასთანავე მგრძნობიარე ნერვების გაღიზიანებისას იგრძნობა ტკივილი (თითებში ჩხვლეტა n. ulnaris გაღიზიანებისას); მამოძრავებელი ნერვის გაღიზიანებას კი კუნთის შეკუმშვა მოსდევს. (Oinuma [4]).

თუ მექანიკური ძალა დიდის თანდათანობით მოქმედობს, ნერვი გაუღიზიანებლად ჰკარგავს აგზნებულებას და გამტარებლობას. ამნაირად ხდება მხრის წნულის სიდამბლე ყავარჯენის ხანგრძლივი ხმარებით.

ელექტრული გაღიზიანება ინდუქციური ელექტროდენით. ნერვის საუკეთესო გამაღიზიანებლად სამართლიანად ინდუქციური დენი ითვლება. ნერვი ღიზიანდება ისეთი სუსტი ინდუქციური კვეთებებით, რომელიც სრულიად არ იგრძნობა ჩვენი ყველაზე უფრო მგრძნობიარე ზედაპირიდან, როგორიც ენის წვერია. მასთან ინდუქციური დენის მოქმედება იმდენად ნაზია,

რომ შეიძლება ნერვი ღიზიანდებოდეს მრავალი საათი მისი ფუნქციური მოქმედების სრულიად დაუზიანებლად. თვითეული ინდუქციის კვეთება იწვევს თითო აგზნებას. ხოლო თუ ინდუქციის კვეთება ძლიერია, მაშინ თვითეული ინდუქციის კვეთება ორ-ორ აგზნებას იწვევს, რადგანაც ნერვი მხოლოდ კვეთების აღმოცენებით კი არ იგზნება, არამედ მისი მოსპობითაც. თუ კვეთების ინტენსივობა მეტად დიდია, მაშინ აგზნება მეტჯერაც გამოიწვევა. ეს იმით აიხსნება, რომ ინდუქციურ კოჭთა დაახლოვების გამო იზრდება არა მარტო კვეთების ინტენსივობა, არამედ მისი ხანგრძლივობაც. ამით ინდუქციური კვეთება თავის მოქმედებით ემსგავსება მოკლე და ძლიერ გალვანურ დენს, რომელიც იწვევს აგზნებათა რიგის თავის უცვლელად მიმდინარეობის დროსაც (იხ. გვ. 35)

ელექტრული ძალა უფრო ძლიერ მოქმედობს, როდესაც იგი ნერვის სიგძეზედ გაივლის, ვიდრე გარდიგარდმო გავლისას. ეს დამოკიდებულია იმაზე რომ დენი გარდიგარდმოდ გატარებისას მეტ წინააღმდეგობას განიცდის, ვიდრე სიგძეზედ.

უნიპოლიარული გაღიზიანება. ინდუქციური დენი მოქმედობს როგორც გამაღიზიანებელი ისეთ შემთხვევაშიაც, როდესაც ნერვს მხოლოდ ერთი ელექტროდი ეხება. ასეთ პირობაში საჭიროა მხოლოდ მძლავრი ინტენსიობის ხმარება. მაგრამ ამასთან ელექტროდენი ძალიან დიდ მანძილზე ერცელდება პრეპარატში და ამას შეუძლიან დიდი მეთოდიკური შეცდომა გამოიწვიოს. შეიძლება რამდენადმე შეეასუსტოთ დენის ასეთი გავრცელება, თუ რომ გაღიზიანებულ ნერვს გამტარებლით დედამიწას შეუერთებთ. მაშინ დენის ტოტი ნაწილობრივ მაინც პრეპარატს ასცდება, იგი დედამიწისკენ წავა. ამაზე უფრო კარგი საშუალებაა ნერვის დადება ლითონის რგოლზე (პლატინის ან ვერცხლის შევთულისგან) და ნერვის გაღიზიანება ამ რგოლის ფარგალში. დენის ტოტები ამ რგოლით ჩაიკეტება და პრეპარატში ისე რიგათ არ გავრცელდება(Garten [19]).

განუწყვეტელი ელექტროდენი. ეს მოქმედებს მამოძრავებელ ნერვზედ ყველაზედ უფრო მეტად დენის ჩაკეტვის და გაღებისას. მაგრამ თუ ელექტრული ძალა ძლიერია, მაშინ ნერვი ჩაკეტვის შემდგომაც იგზნება. ამის გამო კუნთი ხანგრძლივ ტეტანუსს განიცდის (ფ ლ ი უ გ ე რ ი). მგრძნობიარე ნერვზედაც განუწყვეტელი დენი უმთავრესად ჩაკეტვის და გაღების დროს მოქმედობს, თუმცა დენის გატარების დროსაც სწარმოებს მცირეოდენი გაღიზიანება. ხოლო ძლიერი დენი აუტანელ ტკივილს იწვევს დენის გატარების დროსაც. სიმის გალვანომეტრის საშუალებით იყო დამტკიცებული, რომ მართლაც განუწყვეტელი დენის ჩაკეტვისას და გაღებისას ნერვში წარმოიშვება ერთი აგზნების იმპულსი კი არა, არამედ მთელი რიგი (Garten [5]), Ebbecke [6]). ამის მიზეზი, როგორც ჩვენ უკვე აღვნიშნეთ კუნთის მიმართ, უნდა იყოს ნერვული ბოჭკოების ქიმიური, მექანიკური და თერმიული გაღიზიანება, რომელსაც მძლავრი ელექტრული დენი აწარმოებს.

აგზნების გამტარებლობა. აგზნება ნეირიტში ან და ნერვულ ბოჭკოში აღმოცენდება იმ ადგილს, სადაც გამაღიზიანებელი აგენტი მოქმედობს

და სწრაფად ვრცელდება ბოკკოს ორივე მხარეს. მამოძრავებელ ნერვში ნორმალურად აგზნება ვრცელდება მხოლოდ ერთი მიმართულებით ტვინიდან კუნთისკენ. მისი ხელოვნური გაღიზიანებისას კი აგზნება ორივე მიმართულებით ვრცელდება. ამნაირი გამტარებლობის უნარი კ ი უ ნ ე მ მშვენიერად დაამტკიცა ბაყაყის m. sartorius და m. gracilis-ის ნერვზედ. კ ი უ ნ ე მ [7]) აღმოაჩინა, რომ ნერვის თვითეული ბოკკო ამ კუნთებში შესვლისას ორ ტოტად იყოფა: ერთი ტოტი ვრცელდება ერთ მხარეზედ, მეორე კი—მეორეზედ (სურ. 70). მან შუა ალაგას კუნთი გარდიგარდმოდ გადასჭრა ნერვის დაუზიანებლად, როგორც ამას სურ. 70 გვიჩვენებს. მერმე აღიზიანებდა ნერვს ერთს მხარეზედ. ეს გაღიზიანება ორივე მხარეზედ იწვეოდა შეკუმშვას. აქედან დაასკვნა, რომ აგზნება ერთი მხრიდან მეორეში ნერვის საშუალებით უკუღმა მიმართულებით გადადის.

ასეთივე ცდა მოახდინა ბ ა ბ უ ხ ი ნ მ ა [8]). მან გააღიზიანა ელექტრულ ლოკოზედ (Silurus) ელექტრული ორგანოს ნერვის ერთი ტოტი. ამან ეფექტი გამოიწვია მთელ ელექტრულ ორგანოში. ამ ორგანოს მამოძრავებელი ნერვი მხოლოდ ერთ ნეირიტისგან შესდგება. ამიტომ ცხადია, რომ აგზნება გაღიზიანებულ ტოტში გატარდა არაჩვეულებრივ უკუღმა მიმართულებით ტვინისკენ, თორემ სხვანაირად აგზნება ვერ გადავიდოდა ნერვის სხვა ტოტებში.

აღსანიშნავია, რომ ცენტრალურ ნერვულ სისტემაშიაც აგზნება ნერვის ბოკკოებში ორივე მიმართულებით ვრცელდება. ცნობილმა ინგლისელმა ფიზიოლოგმა შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ მ ა [9]) ეს დაამტკიცა უკანა ფესვის ბოკკოთა მიმართ, რომელნიც ზურგის ტვინში მოგრძო ტვინისკენ მიდიან. ჩვეულებრივ ამ ბოკკოებში აგზნება კრანიალურ მიმართულებით გატარდება. შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ მ ა გადაჭრა მოგრძო ტვინის უკანა სვეტები, სადაც მდებარეობენ finiculus gracilis და გააღიზიანა დასახელებული სვეტი ჭრილობის უკან. ამის შედეგად მან მიიღო უკანა ფესის მოხვრა გაღიზიანებულ მხარეზედ. ამნაირად, ამ შემთხვევაში აგზნება არა ჩვეულებრივ კაუდალურ მიმართულებით გავრცელდა.

ა გ ზ ნ ე ბ ი ს გ ა მ ტ ა რ ე ბ ლ ო ბ ი ს ს ი ს წ რ ა ფ ი ს გ ა მ ო კ ვ ლ ე ვ ი ს მ ე თ ო დ ე ბ ი. ნერვში აგზნების გამტარებლობის სისწრაფე პირველად ჰ ე ლ მ ჰ ო ლ ც მ ა [10]) გამოიკვლია. მან ისარგებლა Pouillet-ის მეთოდით, რომელიც იმ პრინციპს ემყარება, რომ გალვანომეტრის ისარი უმცირეს ხანგრძლიეობის დენისგანაც გადიხრება, და ამასთან გადახრის ოდნობა პროპორციონალურია ჯერ ერთი დენის ხანგრძლივობისა და მეორეც მისი ინტენსიეობისა. ის დენი რომლითაც დრო განიზომება, ნერვის გაღიზიანების მომენტში იკეტება, ხოლო იღება კუნთის შეკუმშვის დაწყებისას. თუ ნერვი ერთხელ კუნთიდან რაც შეიძლება მოშორებულ ნაწილში გაღიზიანდა ე. ი. პროქსიმალურ ბოლოში და მეორეთ კუნთის ახლო, თითქმის მის შესაყალთან კუნთში, მაშინ ამ უკანასკნელ შემთხვევაში გაღიზიანების მომენტიდან შეკუმშვის დაწყებამდე უფრო ნაკლები დრო გავა და, მაშასადამე, გალვანომეტრიც უფრო ნაკლებად გადაიხრება, ვიდრე პირველ შემთხვევაში, როდესაც აგზნებამ მთელი ნერვის სიგძე უნდა გაიაროს. დროს განსხვავება შეძლებას მოგვცემს აგზნების გამტარებლობის სისწრაფე გამოვიანგარიშოთ.

აგზნების გამტარებლობის სისწრაფე აგრეთვე სხვა მეთოდებით შეისწავლებოდა. თვით ჰ ე ლ მ ჰ ო ლ ც მ ა [11]) გრაფიკული მეთოდითაც ისარგებლა. ამისათვის იწერება ორი შეკუმშვა სწრაფად მოტრიალე კიმოგრაფზე: ერთი კუნთთან უახლოესი ნერვის ნაწილის გაღიზიანებისას, მეორე კი—დაშორებული ნაწილიდან. განსხვავება ფარული პერიოდის ხანგრძლივობის მიმართ უნდა შეუფარდდეს აგზნების გამტარებლობის სისწრაფეს ნერვის შუამდებარე ნაწილში.

შემდეგ ისარგებლეს ნერვის მოქმედების დენის რეგისტრაციით ორი ერთი ერთმანეთგან დაშორებული ალაგის გაღიზიანებისას. ასე მოიქცა პ ი პ ე რ ი [12]). აქაც ფარული პერიოდის სხვა-და-სხვაობიდან ანგარიშობდნენ გამტარებლობის სისწრაფეს.

გ ა მ ტ ა რ ე ბ ლ ო ბ ი ს ს ი ს წ რ ა ფ ე. იგი ადამიანის ნერვში აღწევს 120 მეტრს (პ ი პ ე რ ი [12]). ძაღლზედ და კატაზე ერთი მკვლევარის აზრით იგი 78 მეტრს უდრის (Münnich [13]). ამავე მკვლევარმა ადამიანის ნერვის მიმართ 66—69,3 მეტრი აღმოაჩინა. ცივსისხლიან ცხოველების ნერვების გამტარებლობის სისწრაფე, რასაკვირველია, ბევრად ნაკლებია. ზამთრის ბაყაყის ნერვში იგი, მაგ., 27 მეტრს უდრის. აგზნების გავრცელება მამოძრავებელსა და მგრძნობიარე ნერვში ერთი სისწრაფით სწარმოებს.

უხერხემლო ცხოველთა ნერვებში გამტარებლობის სისწრაფე კიდევ უფრო ნაკლებია. მაგ. anodonta-ს მამოძრავებელ ნერვში გამტარებლობის სისწრაფე 1 სანტიმეტრს არ აღემატება. ნერვის გამტარებლობაზედ, რასაკვირველია, იგივე პირობები მოქმედობენ, რომელნიც კუნთის შესახებ იყო აღნიშნული: ყველა ის გარემოებანი, რომელნიც ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას ხელს უწყობენ, ამ სისწრაფეს ადიდებენ. ასე მოქმედობს გათბობა, დასვენება და სხვა. პირიქით იმნაირი პირობები, რომელნიც ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას ხელს არ უწყობენ, ამ სისწრაფეს ამცირებენ, მაგ.: სიცივე, დაღლა, ნარკოზი და სხვა.

გაღიზიანების ინტენსივობას სისწრაფეზედ გავლენა არა აქვს. სუსტი და ძლიერი გაღიზიანებისას აგზნება ერთნაირი სისწრაფით ვრცელდება ნერვის ღეროში (R. du Bois Reymond [14]), Piper [12]).

ა გ ზ ნ ე ბ ი ს გ ა ვ რ ც ე ლ ე ბ ა ნ ე რ ვ უ ლ ღ ე რ ო შ ი. თვითეულ ნერვულ ბოჭკოში აგზნება სრულიად განცალკეევებით მიმდინარეობს. ერთი ნერვული ბოჭკოდან აგზნება მეორეში არ გადადის. ამის გამო შესაძლებელია მრავალგვარი მოძრაობის და შეგრძნების წარმოება საპასუხოთ მრავალნაირი გაღიზიანებისა. რადგან ერთი მხრით ნერვულ ღეროებში და მეორე მხრით ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში მგრძნობიარე და მამოძრავებელი ნერვები სხვადასხვა მგრძნობიარე და მამოძრავებელი ორგანოებისა სრულიად ერთიერთმანეთშია არეული, ცხადია, შეუძლებელი იქნებოდა განმარტოებული მოძრაობის წარმოება და განსაზღვრული გაღიზიანების შეგრძნება, რომ აგზნება ერთი ბოჭკოდან მეორეზე გადადიოდეს.

ნ ე ი რ ო ფ ი ბ რ ი ლ ე ბ ი ს რ ო ლ ი ა გ ზ ნ ე ბ ი ს გ ა ტ ა რ ე ბ ა შ ი. ნერვულ ბოჭკოებში აგზნება ნეირო-ფიბრილების საშუალებით გატარდება და არა ფიბრილების გარემო ნივთიერებით ე. ი. ნეიროპლაზმით. ბ ე ტ ე მ [15]) ეს ბაყა-

ყის ნერვის ღეროზედ გამოიკვლია: ის მაგრად დააჭერდა ნერვის ღეროს, მაგრამ ისე კი, რომ ნერვს გამტარებლობის უნარი არ დაჰკარგოდა. შემდეგ შინჯავდა ნერვს მიკროსკოპით. აღმოჩნდა, რომ მოჭერილ ალაგას ღერძიან ცილინდრში ფიბრილების გარემო ნივთიერება მეტად ძლიერ მცირდებოდა. მისი სისქე ნორმალურ სისქეს უდრიდა, როგორც 1: 218. თვითონ ფიბრილების სისქე კი თითქმის უცვლელად რჩებოდა. აქედან ნათლად ჩანს, რომ აგზნება ფიბრილოვანი ნივთიერების საშუალებით უნდა ერცელდებოდეს. მეორე საბუთი ნეიროფიბრილების ასეთი თვისებისა იმავე ბ ე ტ ე ს გამოკვლევით მდგომარეობს შემდეგში. წურბელის ნერვულ ბოჭკოს ფიბრილები ბურღისავით დახვეულია და პლაზმაში მდებარეობს. იგი შეიძლება გასწორებულ იყოს თუ რომ ნერვს გავჭიმავთ. მასთან ნერვის სიგრძის გაგრძელებაც ხდება. ბ ე ტ ე შეისწავლიდა აგზნების გატარების სისწრაფეს ნორმულ და გაგრძელებულ ნერვში და აღმოაჩინა ერთი და იგივე სისწრაფე [17]). ცხადია, აგზნება რომ ნეიროპლაზმით გატარდებოდეს, უსათუოდ გაგრძელებულ ნერვში აგზნების გაერცელების ხანგრძლივობა უნდა მომატებულიყო.

კიდევ ერთი საბუთი ამის შესახებ ჰისტოლოგმა ბ უ კ ე მ [18]) მოიცა. თანახმად მისი გამოკვლევისა, ნერვული ელემენტები უერთდებიან პერიფერიულ ორგანოებს როგორც კუნთის ბოჭკოებს, ისე მგრძნობიარე მიმღებელ აპარატებს ნეიროფიბრილების საშუალებით. მაგ. კუნთში ნერვის დაბოლოების ნეიროფიბრილური ბადე კუნთის პერითენრინალურ ბადეს, რომელიც აგზნებად ნივთიერებას გამოსახავს, უკავშირდება სრულიად უშუალოდ. ამ შეკავშირებაში ფიბრილთა გარემო ნივთიერება ანუ ნეიროპლაზმა სრულიად არ მონაწილეობს. აქედან თავის თავათ გემომდინარეობს, რომ აგზნების გატარება ნერვის დაბოლოებებში ნეიროფიბრილის საშუალებით სწარმოებს.

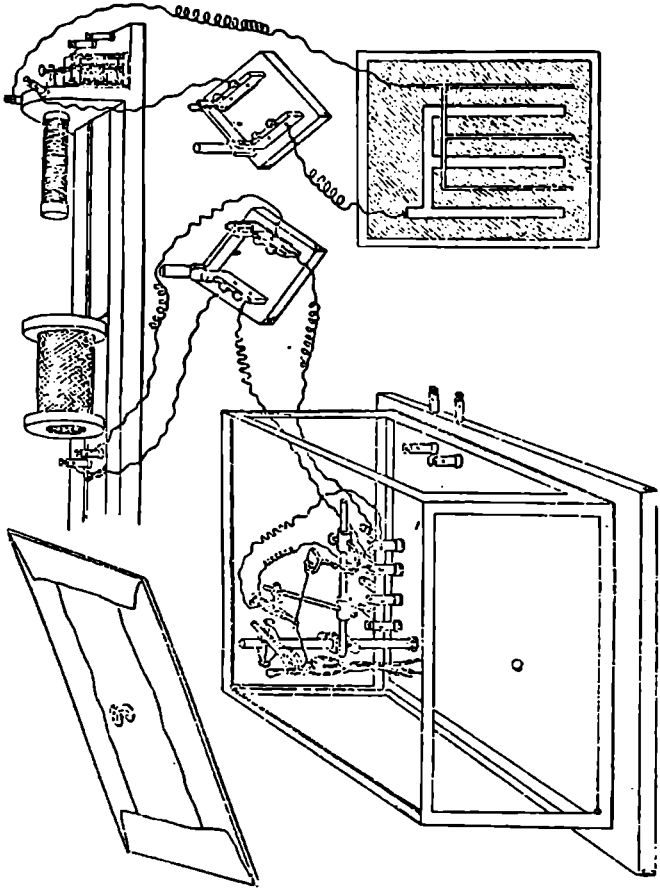
პ რ ა ქ ტ ი კ უ მ ი.

1. დ ი უ ბ უ ა რ ე ი მ ო ნ ი ს გ ა ღ ი ზ ი ა ნ ე ბ ი ს კ ა ნ ო ნ ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა ნ ე რ ვ ი ს მ ი მ ა რ თ ფ ლ ე ი შ ლ ი ს რ ე ო ნ ო მ ი ს ს ა შ უ ა ლ ე ბ ი თ. ცდის მოწყობილება ისეთივე უნდა იყოს, როგორც კუნთის მიმართ. ეს ცდა აწერილია მე-40 გვერდზე. ამ ცდისთვის ხმარობენ ბაყაყის ნერვ-კუნთის პრეპარატს. ალიზიანებენ საჯდომ ნერვს, მის ეფექტს კუნთების შეკუმშვის საშუალებით ღებულობენ.

2. ნ ე რ ვ ი ს ა გ ზ ნ ე ბ უ ლ ე ბ ი ს ხ ა რ ი ს ხ ი ს დ ა მ ა ქ ს ი მ ა ლ უ რ ი მ ო ქ მ ე დ ე ბ ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა თ ვ ი თ ე უ ლ ი ნ დ ო ფ ე ქ ტ ი ს ა ს ა ნ ა ფ ა ر ا დ ი ზ ა ც ი ი ს მ ი მ ა რ თ. ეს ცდა უნდა სწარმოებდეს ნერვ-კუნთის პრეპარატზე, რომელიც ნოტიო კამერაშია გაწყობილი. ნოტიო კამერა წარმოადგენს ლითონის კვადრატულ ჩარჩოს შუშის კედლებით, ლითონის სახურავით და ებონიტის ან ხის ძირით.

ამ კამერას ხმარობენ პრეპარატის გაშრობისგან დასაცავად. ჰაერს ანოტივებენ მასში დასველებული ქაღალდის შიგნიდან გაკერით და აგრეთვე იმით რომ კამერის ოთხივე კედელი ჩაყოფილია წყლით გავსებულ ღარში, რომელიც კამერის ძირშია ამოკრილი. ელექტრული დენი

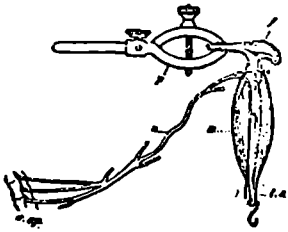
ვამტარებელით უერთდება გარეთა საპერებს; უკანასკნელნი შეერთებული არიან შიგნითა საპერებთან; ესენი კიდე უერთდებიან ელექტროდებს (იხ. სურ. 68).



სურათი 68.

სურ. 68. ნერვ-კუნთზე ცდის წარმოება ნოტიო კამერაში. პრეპარატი გაწყობილია კამერაში: თათი დაკიდულია, ნერვი გაბმულია ჰორიზონტალურ სიპრტყეში, ეინაიდგან მისი ბოლო ხერხემლის ძელით ძევს სპეციალურ დასადგამზე. ნერვის შუა ალაგი ელეტროდებზეა დადებული. კამერის უკან ძევს მისი სახურავი, შიგნიდან საფილტრაციო ქაღალდით დაფარული (ბერიტაშვილი).

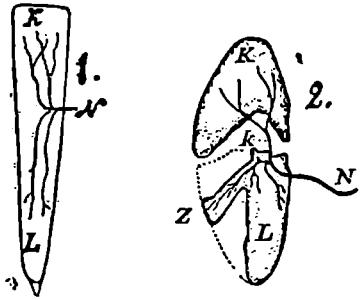
ცდა შეიძლება მიოგრაფიული წესით სწარმოებდეს. ამისათვის იღებენ m. gastrocnemius-ს, რომლის მყესს მოაბამენ ძაფს და ამით კამერის ერთ-ერთ კედელში დატანებული ჩუჩრუტანის საშუალებით მიოგრაფს შეუერთებენ. (სურ. 69).



სურ. 69. ბაყაყის ნერვ-კუნთის პრეპარატი მიოგრაფიული წესით დასაწერად მომზადებული. m—m. gastrocnemius; n—n. ischiadicus; c, sp—ხერხემლის წელის ნაწილი, საიდანაც 1, 2. და 3 წყვილი წელის წინა და უკანა ფესვები გამოდიან. f—ბარძაყის ძვალი; p—ამ ძვლის გასამაგრებელი საპერი; t. a.—აქილესის მყესი, რომელსაც ჩანგალი აქვს გაკეთებული, ძაფის საშუალებით მიოგრაფთან შესაერთებლად (Lucianì).

სურათი 69.

3. **დაკვირვება აგზნების ორმხრივი გამტარებლობისა ნერვულ ბოკკოში.** ამ ცდას აწერა არ უნდა. იგი ცხადათ სჩანს 70 სურათზე.



სურ. 70. კიუნეს ცდა ნერვის ორივე მხარეზედ აგზნების გატარების დასამტკიცებლად. 1 სურ. გვიჩვენებს ბაყაყის m. sartorius-ში ნერვის გავრცელების სქემას: 2 სურ. იმავე სქემას m gracilis-ში. უკანასკნელი სამად არის გადაკრილი ნერვის დაუზიანებლად. L—ნაპერში ნერვი არაა. ამის მექანიკური გაღიზიანება მისიეე შეკუმშვას გაროიწვევს. Z და K—ნაპერებში ნერვი არის. ორივე ეს ნაპერი ბოლოდ ნერვით არის შეერთებული. ერთის მექანიკური გაღიზიანება ორივე ნაპერში ეფექტს იწვევს.

სურათი 70.

4. **დადასტურება აგზნების გაუტარებლობისა ერთი ნერვის ბოკკოდან მეორეზედ.** აიღებენ ბაყაყის უკანა ნაწილს: ხერხემალს შუაზედ გადაუკრიან; უკანა ნაწილს დაუგრეგენ ტვინს ხერხემლის ძვალში ქინინისთვის შეყოფით და შემდეგ ანთავისუფლებენ წინა ნახევრიდან და შოგნეულებათაგან. პრეპარატს საცობის ფიცარზე დაჭიდებენ. თვითონ ცდა მდგომარეობს შემდეგში. აღიზიანებენ ფარადიზაციით ხან ერთს, ხან მეორე და მესამე ფესვს წელის წნულიდან. საპასუხო მოძრაობა უკანა კიდურისა სულ სხვა და სხვა იქნება. ბაყაყის წელის წნული თითო მხარეზე სამი ფესვისაგან შესდგება, რომელთა მამოძრავებელი ბოკკოები მეტ წილად საჯდომ ნერვში შედიან და მერე უკანა კიდურის კუნთებში თავდებიან. აგზნება რომ ერთი ბოკკოდან მეორეში გადადიოდეს, მაშინ მოძრაობათა სხვადასხვაობა ამა თუ იმ ფესვის გაღიზიანებისას შეუძლებელი იქნებოდა.

5. **გამტარებლობის სისწრაფის გამოკვლევა.** აიღებენ ბაყაყის ნერვ-კუნთის პრეპარატს და მის შეკუმშვას ძლიერ ჩქარა მოტრიალე კიმოგრაფზედ სწერენ, რომელიც წუთში ათ სანტიმეტრს მაინც გაიელის. ნერვის გაღიზიანება ცალკე ინდუქციის კვეთებით ავტომატიურად სწარმოებს თვითონ მწერავი ცილინდრის საშუალებით (იხ. გვ. 50). ერთ შემოტრიალებისას აღიზიანებენ ნერვის პროქსიმალურ ბოლოს, მეორეზე კი მის დისტალურ ბოლოს.

აგზნების იმპულსი ეიდრე კუნთს მიაღწევდეს პირველ შემთხვევაში ნერვის მთელ სიგრძეს გაივლის, რომელიც საშუალოთ ექვს სანტიმეტრს უდრის; მეორე შემთხვევაში კი იგი ნერვში ძლიერ ცოტა მანძილს გაივლის. ამიტომ შეკუმშვის ფარული პერიოდი პირველ შემთხვევაში მეტია, ეიდრე მეორეში. ორივე ოდნობის განსხვავება სწორედ იმ დროს უდრის, რაც აგზნებას სჭირდება გაღიზიანებულ ალაგთა შუა მანძილში გატარებისათვის. აქედან ვამოიანგარიშება თვითონ ვამტარებლობის სისწრაფე.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. G. Weiss, Comp. rend. soc. biol., 1901, 53. გვ. 400, 440, 466, 523; J. Physiol., 1903, 5, 239; Comp. rend. acad. sc., 1901, 132, 999.
2. E. Overton, Studien ub. d. Narkose. Jena, 1901.
3. H. Meyer, Ar. exp. Path. Pharm., 1899, 42, 109.
4. S. Oinuma, Z. Biol., 1910, 53, 309.
5. S. Garten, Z. Biol., 1909, 52, 534;—Ber. üb. d. Verhandl. d. K. Sächs. Gesellch. d. W. zu. Leipzig. Math.— Phys. Kl. 1908. 60, 85.
6. U. Ebbecke, Pfl Ar., 1924, 203, 336.
7. W. Kühne, Z. Biol., 1886, 22, 305.
8. Babuchin. Ar. An. Physiol., 1877, გვ. 262.
9. Sherrington u. Fröhlich. J. Physiol., 1902, 28, 14.
10. H. v. Helmholtz, Monatsb. d. Ber. Akad., 1850, გვ. 14; Königsberger naturw. Abh., 1851., 2, 169; Arch. f. Anat., Physiol. u. wiss. Med., 1850, გვ. 71, 276;—1852, გვ. 199.
11. და N. Baxt, Manatsb. d. Berl. Ak., 1867. გვ. 228; 1870, გვ. 184.
12. H. Piper, Elektrophysiologie mensch. Muskeln. 1912, Berlin.
13. Münnich. Z. Biol., 1915, 66, 1.
14. R. du Bios Reymond, Ar. An. Physiol., 1900, Suppl., გვ. 68.
15. A. Bethe, An. Anz., 1910, 37, 129.
16. J. Boeke, Erg. Physiol., 1921, 19, 448.
17. A. Bethe, Pfl. Ar., 1908, 122, 1.
18. Lapicque, Compt. rend. acad. sc. ტ. 157 გვ. 1163.
19 S. Garten, Tigerstedts Handbuch b. Physiol. Methodik, 1911.

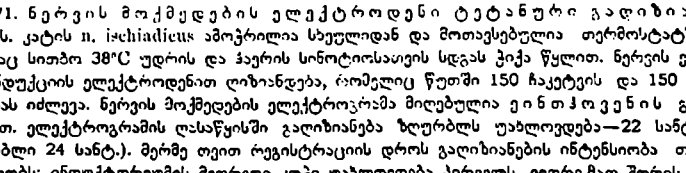
3. ნერვის აგზნების რითმული ბუნება და აგზნებულების ცვალებადობა.

ნერვის მოქმედების ელექტროდენი. ნერვის მოქმედების გამოკვლევა მხოლოდ იმ ელექტრული ეფექტის შესწავლით შეიძლება, რომელიც თან სდევს აგზნებას, ე. ი. მოქმედების ელექტროდენის საშუალებით. უმთავრესი ფაქტები აგზნების შესახებ ამ გზით იყო მოპოვებული. თუ რომ გალვანო-

მეტრს ელექტროდებით ნერვის ერთი საღი და ერთი დაზიანებული ალაგი შეეუერთეთ, ნერვის ელექტრული ეუექტი ერთფაზიანი გამოვა, ეინაიდან აგზნების პროცესი მხოლოდ საღ ალაგს იწარმოებს. ამ მოქმედების დენის მიმართულება ისეთია, რომ აგზნებული ალაგის ელექტრობა უნდა მიემართვიდეს აუგზნებელს, როგორც უარყოფითი. თუ გალვანომეტრს შეეუერთეთ ნერვის ორი საღი ალაგი სიგრძეზედ, მაშინ ელექტრული ეუექტი ორფაზიანი გამოვა, რადგანაც აგზნება ნერვში ჯერ ერთს ელექტროდთან აღმოცენდება, მერე მეორესთან შეფარდებით, აგზნების გავრცელებისა.

აგზნების ხანგრძლივობა. ბაყაყის სერეული ბოჭკოს ოვითეულ წერტილში აგზნების იმპულსი 2 სიგმამდე გრძელდება, ზამთარში კი 3—5 სიგმას აღწევს (ვორონცოვი[1]). თბილ სისხლიან ცხოველების ნერვში ეს ოდენობა უფრო მცირეა. გარტენის[2] გამოკვლევით. ეს ხანგრძლიეობა 1,5—2,5 სიგმას უდრის. რასაკვირველია. ეს ოდნობაც. როგორც სხვა ყველა ცოცხალ ქსოვილის ოდნობა, ფუნქციურ მდგომარეობის მიხედვით ცვალებადობს. სახელდობრ, სითბო, დასვენება აგზნების ხანგრძლივობას აკლირებს, სიცივე, დაღალვა, ნარკოზი კი ადიდებს (ვორონცოვი[3]), Tigerstedt[4]).

ნერვის მოქმედების რითმულობუნება. ერთი აგზნების პროცესით ნერვი მხოლოდ იმ შემსუბუქებაში უპასუხებს, თუ გალიზიანება ერთხელობრივია, მაგ., ერთი ინდუქციურ კვეთებას წარმოადგენს. ხოლო თუ გალიზიანება რამდენჯერმე ზედი-ზედ მეორდება. მაშინ ნერვი აგზნების იმპულსთა მთელი წყებით უპასუხებს. და ამასთან. როგორც უნდა იყოს გალიზიანება, ნერვის პასუხი მუდამ რითმული იქნება. მაშასადამე, პირველის შემდგომ ვიდრე მეორე აგზნება დაიწყებოდეს, ნერვი ისვენებს. ნერვის იმპულსთა სიხშირე სხვათა შორის გალიზიანების სიხშირესა და ინტენსიობაზედაცაა დამოკიდებული, როგორც ეს კუნთის მიმართ ვნახეთ. (იხ. სურ. 71). თუ გალიზიანების სიხშირე



სურ. 71.

სურ. 71. ნერვის მოქმედების ელექტროდენი ტეტანური გალიზიანების დროს. კატის n. ischiadicus ამოკრილია სხეულიდან და მოთავსებულია თერმოსტატში, რომელშიაც სითბო 38°C უდრის და ჰაერის სინოტიოსათვის სდგას ჭიქა წყლით. ნერვის ერთი ბოლო ინდუქციის ელექტროდენით ღიზიანდება, რომელიც წუთში 150 ჩაკეტვის და 150 გალების კვეთებას იძლევა. ნერვის მოქმედების ელექტროგრამა მიღებულია ეინთჰოვენის გალვანომეტრით. ელექტროგრამის ღასაწყისში გალიზიანება ზღურბლს უაბლოვდება—22 სანტიმეტრი (ზღურბლი 24 სანტ.). მერმე ოვით რეგისტრაციის დროს გალიზიანების ინტენსიობა თანდათან მატულობს: ინდუქტორიუმის მეორედი კოჭი უაბლოვდება პირველს, ვიდრე მათ შორის მანძილი 10 სანტიმეტრამდე არ შემოკლდება. ამიტომ ჯერ მხოლოდ გალების კვეთებანი მოქმედობენ და ამისდა მიხედვით პირველად ელექტროგრამა წუთში 150 რხევას იძლევა. გალიზიანების გაძლიერებისას ჩაკეტვის კვეთებანიც მოქმედობენ, რის გამოც რხევის რიცხვი ორკეცდება, ე. ი. 300-ის წუთში. სურათის ზემოდან ხაზი დროს აღნიშნავს თითო რხევა—0,2 წუთს. (ბერიტაშვილი)

საზღვარს არ სცილდება, აგზნების რითმი შეიძლება სავსებით მისდევდეს გაღიზიანებას. მაგ., ზაფხულის ბაყაყზედ ამნაირი გაღიზიანების და აგზნების სინქრონული რითმი წუთში 500-მდე ადის, ზამთრის ბაყაყზე კი—300-მდე (ვ ე დ ე ნ ს კ ი[5]) ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[6])

თუ რომ ნერვის გაღიზიანების სიხშირე მცირეა—წუთში 100-ზე ნაკლები, მაშინ ნერვის აგზნების რითმი გაღიზიანებისას უკვე საზღურბლე ინტენსიობისას უთანაბრდება. ხოლო თუ სიხშირე მეტია, მაშინ ამისათვის იმდენად დიდი ინტენსივობის გაღიზიანებაა საჭირო, რამდენადაც მეტი იქნება გაღიზიანების სიხშირე. თუ ამასთან გაღიზიანება შედარებით სუსტია, აგზნების რითმი ან ნახევრიანია, ე. ი. აგზნების იმპულსს მხოლოდ პირველი, მესამე, მეხუთე და სხვა კენტი რიცხვის გაღიზიანება იწვევს, ან ორგვარი, ე. ი. კენტი რიცხვის გაღიზიანება აგზნების მძლავრ იმპულსს იწვევს, წყვილისა კი—მცირე ინტენსივობის იმპულსს. მაგ., თუ გაღიზიანების რითმი წუთში 200 უდრის, საზღურბლე გაღიზიანება 100 რითმიან აგზნებას გამოიწვევს. ეს არის **ნახევრიანი** რითმი. გაღიზიანების მცირე გაძლიერების დროს აგზნების რითმი 200-მდე ადის, მაგრამ ეხლა თვითეული მეორე აგზნების იმპულსი სუსტია შედარებით თვითეულ პირველთან. ეს იქნება **ორგვარი** რითმი. მხოლოდ გაღიზიანების უფრო კიდევ გაძლიერება **სრულს** 200 რითმიან აგზნებას გამოიწვევს (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[6]).

უ მ ა ღ ლ ე ს ი ა ნ უ ს ა კ უ თ ა რ ი ა გ ზ ნ ე ბ ი ს რ ი თ მ ი. ნერვის უმაღლესი აგზნების რითმი უმთავრესად თვით ნერვის ფინქციურ მდგომარეობაზეა დამოკიდებული, როგორც ეს აღვნიშნეთ კუნთის შესახებ. ყოველი პირობა რომელიც ნერვის ნივთიერების გაცვლა-გამოცელას ხელს უწყობს, ე. ი. რამდენადაც თვითეული აგზნების ხანგრძლივობას ამოკლებს, იმდენად აგზნების უმაღლეს რითმს უმატებს. მაგ., ბაყაყის ნერვში ზამთრობით, როდესაც საერთოდ ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლა განელებულია, ერთი აგზნების იმპულსის ხანგრძლივობა 3—5 სიგმას უდრის, უმაღლესი რითმი წუთში 300 არ აღემატება. ზაფხულობით კი, როდესაც აგზნების ხანგრძლივობა 2 სიგმას უდრის, უმაღლესი რითმი 500-მდე აღწევს (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[6]). თბილსისხლიანთა ნერვში აგზნების უმაღლესი რითმი 500-ს იშვიათ შემთხვევაში სულ მცირედ გადააჭარბებს. ასე რომ თბილსისხლიან ცხოველთა ნერვის ფუნქციური მდგომარეობა ისეთივეა როგორც ზაფხულის ბაყაყისა (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[7]).

გ ა რ ტ ე ნ მ ა შეისწავლა უმაღლესი რითმის რაოდენობა ტემპერატურაზე დამოკიდებულობით. იგი სხვადასხვა ტემპერატურის ნერვს ერთ შემთხვევაში განუწყვეტელი დენით აღიზიანებდა, ხოლო მეორეში კი ძალიან დიდი სიხშირის ინდუქციის დენით (2200 რხევა წუთში). შინაურ კურდღლის ნერვზედ, როცა მისი ტემპერატურა 38°C უდრიდა, მაშინ აგზნების რითმი 500-ს არ აღემატებოდა, როდესაც კიდე ტემპერატურა 25°—30°C უდრიდა, მაშინ ეს რითმი მხოლოდ 100—200-მდე ადიოდა[7]).

ა ბ ს ო ლ უ ტ უ რ ი დ ა შ ე ფ ა რ დ ე ბ ი თ ი რ ე ფ რ ა ქ ტ ო რ უ ლ ი ფ ა ზ ა. ზევით ჩვენ განვიხილეთ ნერვის აგზნების რითმული ბუნება. ეს აგზნების რით-

მოვნება გამომდინარეობს იქიდან, რომ ნერვის მოქმედებაც კუნთის მსგავსად „ან სულ, ან არაფრის“ კანონის თანახმად სწარმოებს. ყოველი გაღიზიანება ნერვულ ბოჭკოში ან სრულ აგზნებას იწვევს, ე. ი. ნერვის აგზნებადი ნივთიერების მარაგის სრულ დახარჯვას, ან კიდევ არავითარ ეფექტს არ გამოიღებს (Gotch და Burch [8]). აქედან თავის-თავად ცხადია, რომ თვითეულ აგზნებას თანსდევს, როგორც აბსოლუტური რეფრაქტორული, ისე შეფარდებითი ფაზა. **აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზა თვითეულ წერტილში სწორედ იმ ხ ნ ს გრძელდება, ვიდრე აქ აგზნება არის.** რასაკვირველია, ამ აგზნების დროს არავითარი განმეორებითი გაღიზიანება ეფექტს არ გამოიწვევს, არაფერს შეჰმატებს იმ პროცესის მსვლელობას, რომელიც უკვე არსებობს. მაგ., ზამთრის ბაყაყის ნერვზედ აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზა 3—5 სიგმას არ უნდა აღემატებოდეს, ზაფხულში კი—2 სიგმას. სწორეთ ამ აბსოლუტურ ფაზაზეა დამოკიდებული ნერვის უმაღლესი რითმი. ჩვენ აღვნიშნეთ, რომ ზაფხულის ბაყაყის ნერვის აგზნების რითმი წუთში 500-ს უდრის. ვინაიდან აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზა, როგორც აგზნება 0,002 წუთს გრძელდება, ცხადია, წუთში აგზნება შეიძლება განმეორდეს მხოლოდ 500-ჯერ.

განმეორებითი გაღიზიანება ეფექტს მხოლოდ მაშინ გამოიწვევს, როდესაც აგზნებადი ნივთიერების მარაგი ხელახლად დაიწყებს აღორძინებას. ეს გაღიზიანება სრულ ეფექტს, რასაკვირველია, მხოლოდ ამ აღორძინების დასრულებისას მოიცემა. მანამდის კი ეფექტი ნორმაზედ მით უფრო მცირე უნდა იყოს, რაც უფრო ადრე მოხდება გაღიზიანება აბსოლუტური ფაზის შემდგომ. ეს შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზა 3—4-ჯერ მეტს დროს გასტანს, ვიდრე აბსოლუტური, და ცხადია, მით უფრო დიდხანს, რაც უფრო ცუდ ფუნქციურ პირობებში იმყოფება ნერვი (იხ. ქვემოთ). აგრეთვე მსგავსად კუნთისა შეფარდებით ფაზაში საზღურბლე გაღიზიანება მით უფრო დიდი უნდა იყოს, რაც უფრო მცირე ხანი გაივლის აბსოლუტური ფაზის შემდგომ, ე. ი. რაც უფრო ნაკლებია ახლად აღორძინებული აგზნებადი ნივთიერება. (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [7]).

რეფრაქტორული ფაზის საჩვენებლად მოვიყვან სურ. 72, სადაც ზოგჯერ ერთი გაღიზიანება სწრაფად მეორეს მოსდევს. ნერვი ღიზიანდება ორ ალაგას: ერთი 0,02 წუთის, მეორე კი 0,0422 წუთის ინტერვალით. გაღიზიანების მომენტები აღნიშნულია სურათზედ. ელექტროგრამის ქვეშ ნაჩვენებია ამ ორ გაზიანებათა შუა განვლილი დრო წუთის მეათასედობით. როდესაც ეს შუა ხანი 3,4 სიგმას არ აღემატება, მეორე გაღიზიანება ეფექტს არ იწვევს; ხოლო როდესაც შუა ხანი 5,4—9,8 სიგმას უდრის, მაშინ ორი მცირე ეფექტს იწვევს. ეს სურათი მიღებულია ზამთრის ბაყაყის ნერვზედ, ამიტომ როგორც აბსოლუტური, ისე შეფარდებითი ფაზა ძლიერ გადიდებულია.

შ ე ფ ა რ დ ე ბ ი თ ი რ ე ფ რ ა ქ ტ ო რ უ ლ ი ფ ა ზ ა დ ა ი მ პ უ ლ ს თ ა ტ რ ა ნ ს ფ ო რ მ ა ც ი ა. ზემოთ აღვნიშნეთ აგზნების იმპულსთა ტრანსფორმაცია გაღიზიანების სიხშირესა და ინტენსიობაზე დამოკიდებულებით. როდესაც გაღიზიანების სიხშირე წუთში 100-300-ს უდრის, და მასთან მისი ინტენსიობა სუსტია, აგზნების იმპულსი მხოლოდ თვითეულ მეორე გაღიზიანებისგან გამოიწვევა; მაშ.,

აგზნების რითმი ნახევრიანია. ეს იმიტომ ხდება, რომ თვითეული მეორე გაღიზიანება შეფარდებითი ფაზის დროს სწარმოებს, როდესაც საზღურბლე გაღიზიანება ნორმაზე დიდი ინტენსიობისა უნდა იყოს. თვითეულ პირველ გაღიზიანებას კი ეფექტი მოჰყვება, ვინაიდან იგი შეფარდებითი ფაზის გათავებისას ხდება, როდესაც საზღურბლე გაღიზიანება ნორმას უბრუნდება.

სურ. 72.

სურ. 72. აბსოლუტური და შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზა. N. ischiadicus, rana esculenta. ნერვზე ორ ალაგს ღიზიანდება. ეთერის ინტენსივობა 0.02 წუთია, ინტენსივობა 17—min. კენტი წუთ მანძილზე. მეორეს ინტენსივობა 0,0422 წუთია. ინტენსივობა 22.5 min. ცდა პირველი გაღიზიანებით იწყება და მეორეთი კიდე ბოლოდება. პირველი გაღიზიანების მომენტები წერტილებითაა აღნიშნული, მეორესი კიდე ბასრებით. დრო აღნიშნულია მესამედ ბეოლოთ (1/3 ~ 1/4 ~).

ცოტა მძლავრი გაღიზიანებისას შეიძლება აგრეთვე მიეიღოთ აგზნების ორმაგი რითმი, როგორც ეს უკვე ზევით აღენიშნეთ. თვითეული წყვილი გაღიზიანება ხდება რა შეფარდებით რეფრაქტორულ ფაზაში, მცირე ეფექტს იწვევს, ვიდრე თვითეული კენტი. ეს ჯერ ერთი იმაზეა დამოკიდებული, რომ აგზნებადი ნივთიერება არ არის ჯერ ბოლომდის აღორძინებული, და მეორე იმაზე, რომ აგზნებულების ნორმაზე ქვემოთ დაწევის გამო გაღიზიანება ზოგიერთ ბოჭკოებში აგზნებას არ იწვევს: აგზნება მხოლოდ ნერვულ ბოჭკოების გარეგან ფენაში იწვევა, რომელზედაც ინდუქციური კვეთება უფრო მძლავრად მოქმედებს. თვითეული კენტი გაღიზიანება იმიტომ იწვევს შედარებით დიდ ეფექტს, რომ აგზნება აღმოცენდება, როგორც გარეთა, ისე შიგნითა ფენაში, სადაც ამ დროისთვის აგზნებულება ნორმას უბრუნდება. როდესაც თვითეული გაღიზიანება შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს მოდის, სრული რითმი მაშინ შეიძლება მიეიღოთ, თუ რომ გაღიზიანება ძლიერია და ამიტომ მიუხედავად რეფრაქტორული ფაზისა აგზნება ყველა ბოჭკოებში იწვევა. ამ შემთხვევაში რასაკვირველია ყველა ეფექტი სუსტი იქნება, ვინაიდან გაღიზიანების მომენტში აგზნებადი ნივთიერება მხოლოდ ნაწილობრივ არის აღდგენილი.

ნერვის აგზნებულების მომატება რეფრაქტორული ფაზების შემდეგ. თუ ნერვმა გაღიზიანებას აგზნებით უპასუხა, მაშინ აგზნებულება რეფრაქტორული ფაზების შემდეგ ნორმაზე მეტი ხდება. ეს აღმატებული აგზნებულება რასაკვირველია ვითარდება, როდესაც უკვე აგზნებადი ნივთიერება სრულიად

აღორძინდა (ვედენსკი"). ბერიტაშვილი"). Keith Lucas [12]). აღმატებული აგზნებულება ნერვში კუნთთან შედარებით ნაკლებ ხანს გრძელდება. მაგრამ აქაც იგი უფრო მეტ ხანს გრძელდება ვიდრე აგზნება. ასე მაგ., მე-73 სურ. მისი ხანგრძლივობა ტეტანური გაღიზიანების შემდეგ წუთის 0.038-ს უდრის. კეის ლიუკესის დაკვირვებიო აღმატებული აგზნებულების ხანი წუთის ერთ მეათემდე გრძელდება ბაყაყის ნერვში [12]). აგზნებულება ამ შემთხვევაში მატულობს მთელ ნერვში. სადაც აგზნება ვრცელდება და არა მარტო გაღიზიანებულ ალაგას.

სურ. 73.

სურ. 73. N. ischiadicus, r. esculenta. წყეთში ოცოცი ბაკეტის და ბაღლების კვეთება მოდის. გაღიზიანების ინტენსიობა 21 cm. კ. მ. მ., ხლოებლი 25 cm. აქ პირველი მოქმედების ელექტროდენი, ბაშ., პირველი აგზნება გამოწვეულია ბაღლების ინდუქციის კვეთებით. მის წინ ბაკეტვის ინდუქციის კვეთებამ ეფექტი არ მოიცა. მეორე ბაკეტვის კვეთება მოხდა პირველის აგზნების შემდეგ და მან ეფექტი მოიცა. იგი პირობადებულია აგზნებულების მომატებით პირველი აგზნების შემდეგ. მეოთხე მოქმედების ელექტროდენი აგრეთვე ბაკეტვის კვეთებით არის გამოწვეული. აქ იგი თითქმის იაეთივე ოდნობისაა. როგორც ბაღლების კვეთებისა. ეს პირობადებულია აგზნებულების ნორმაზე ხვევი უფრო მეტად აწევით. (ბერიტაშვილი).

როგორც კუნთის ფიზიოლოგიაში იყო აღნიშნული. აგზნებულების ხარისხსა და აგზნებად ნივთიერებას შორის განსაზღვრული ურთიერთობა არსებობს: აგზნებულება მით უფრო მეტია, რაც უფრო დიდია აგზნებადი ნივთიერების რაოდენობა. ამ ურთიერთობით უნდა აიხსნას, როგორც შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს აგზნებულების სიმცირე, ისე მისი აღმატება ამ ფაზის შემდეგ. აგზნებადი ნივთიერება თავის აღორძინებისას აგზნების შემდეგ, მიაღწევს რა ნორმას, ამაზე არ ჩერდება. აგზნებადი ნივთიერების რაოდენობა ნორმას აჭარბებს და ამ მოჭარბებულ მდგომარეობაში რამდენიმე ხანს რჩება. ამ მდგომარეობიდან უბრუნდება ნორმულს თავის თავად მოსვენების დროს წარმოებული პროცესების გამოისობით. რადგან აგზნება მთელ ნერვში სწარმოებს, ცხადია მოჭარბებული აგზნებადი ნივთიერება და მაშ., ამასთან ერთად აღმატებული აგზნებულება მთელ ნერვში უნდა ვითარდებოდეს (ბერიტაშვილი [10]).

აღმატებული აგზნებულება ნერვში ადვილად შეიძლება ვინახულოთ. თუ რომ ნერვის ერთი ადგილი სუსტი ელექტროდენით ღიზიანდება, მეორე კიდე მაქსიმალური ინტენსიობით. მათი ერთდროულად წარმოებისას აღმოჩნდება. რომ სუსტი კვეთებანიც დიდ ეფექტს გამოიწვევენ. თუ რომ ისინი მალე მძლავრი გაღიზიანების შემდეგ ხდება. სუსტი ინტენსიობის კვეთება უმთავრესად

ნერვის ბოჭკოთა გარეგან ფენაზე მოქმედობს; ღრმა ფენებს იგი ვერ აღიზიანებს, რადგან მისი ძალა სუსტდება იმ წინააღმდეგობის გადალახვისას, რომელსაც ნერვულ ბოჭკოთა გარსები უყენებენ. თუ მძლავრი გაღიზიანების შემდეგ სუსტიც იწვევს ეფექტს, ეს იმიტომ უნდა ხდებოდეს, რომ მძლავრი გაღიზიანება მთელი ნერვის აგზნებას იწვევს. ამას მოსდევს აგზნებულების მომატება და ამიტომ სუსტი გაღიზიანებითაც შესაძლებელი ხდება მთელი ნერვის აგზნება. (სურ. 73).

აგზნებულების მომატება სუბმინიმალური გაღიზიანების მიერ. აგზნებულება მატულობს ნერვში აგრეთვე ისეთი გაღიზიანების საპასუხოთ, რომელიც აგზნებას არ იწვევს, ე. ი. სუბმინიმალური გაღიზიანების მიერ. სწრაფად ზედიზედ განმეორებისას უმოქმედო გაღიზიანება მომქმედი ხდება. ამნაირად სუმაციის მოვლენა ნერვული ბოჭკოს თვისებას შეადგენს, ისე, როგორც კუნთისას (Keith Lucas [1]). აგზნებულების მომატება ამ შემთხვევაში მხოლოდ გაღიზიანებულ ადგილში ხდება.

პრაქტიკუმი.

ნერვის რეფრაქტორული ფაზების დაკვირვება. ნერვის რეფრაქტორული ფაზების დაკვირვება მხოლოდ მოქმედების ელექტროდენის საშუალებით შეიძლება. ეს კი შესაძლებელია ეინთჰოვენის გალვანომეტრის ან კიდე ლიპმანის ელექტრომეტრის საშუალებით. თითონ ცდის მსვლელობა შეიძლება სხვა და სხვა ნაირად სწარმოებდეს, ან ისე, როგორც ეს ზევით აეწერეთ, და რომლის შედეგსაც სურათი 72 წარმოადგენს. თუმცა შეიძლება ისეც მოვიქცეთ, როგორც ეს კუნთის შესახებ იყო აღნიშნული: ზედიზედ მომდევნო ორი გაღიზიანების საშუალებით, რომელთა შუა დრო ჩვენი სურვილისამებრ შეიძლება შეიცვალოს.

ნერვზე აგზნებულების მატების დაკვირვება. ნერვში აგზნებულების მატება მომქმედი გაღიზიანების საპასუხოთ შეიძლება დაკვირვებული იყოს მხოლოდ გალვანომეტრის საშუალებით. მაგრამ სუმაციის მოვლენა ადვილად შეიძლება შესწავლილი იყოს ჩვეულებრივ ნერვ-კუნთის პრეპარატზე მისი მექანიკური ეფექტის დაკვირვებითა, ნერვის გაღიზიანებით იპოვიან გაღიზიანების ხლურბლს თითო გაღების ინდუქციის კვეთების მიმართ. მერე გაღიზიანებას შეასუსტებენ ერთი-ორი სანტინეტრით მეორე კოჭის პირველიდან დაშორებით, ისე რომ იგი სუბმინიმალური გახდეს, ე. ი. რომ იგი ეფექტს აღარ იწვევდეს კუნთში. თუ რომ იგივე გაღიზიანება იმოქმედებს ნერვზე ზედი-ზედ წუთში 10—50 ჯერ, მაშინ იგი ეფექტს მოიცემს კუნთში ეს იმის მაჩვენებელი იქნება, რომ ნერვში განიცადა სუმაციის მოვლენა: აგზნებულების მომატებისა გამო სუბმინიმალური გაღიზიანება მომქმედად გარდაიქცა.

ლიტერატურა.

1. Д. Воронцов. Изв. Петр. Биолог. Лабор., 1915, 15, 45.
2. S. Garten, Z. Biol., 1909, 52, 534.
3. Д. Воронцов, Труд. Общ. Естествоисп. в Петербурге, 1913. 43. წიგ. 6, გვ. 119.
4. K. Tigerstedt, Z. Biol., 1912, 58, 451.
5. Н. Е. Введенский, Телефон. исследов. над элект. явл. в мыш. и нервном апарате, 1884, Петербург; О функциональном ритме нерва. Тр. Общ. Естеств. в Петерб., 1899, 30, წიგ. 1. გვ. 76.

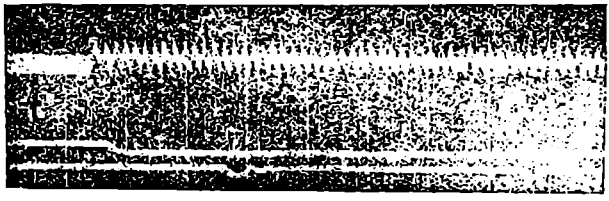
6. J. Beritoff, Z. Biol., 1913, 62, 125.
7. И. Беритов, Русск. физиол. журнал., 1917, ტ. 1.
8. Fr. Gotch და G. Burch, J. Physiol., 1899, 24, 418.
9. Н. Е. Введенский, Труды физиол. Лаборатории Петербур. Универс., 1908, 3, 134.
10. J. Beritoff, Erg. Physiol., 1924, 23, 33.
11. Keith Lucas. Proc. Roy. Soc., 1916, 85, 501.
12. Keith Lucas. The conduction of the nervous impulse, 1917, London.

4. ნერვის დაღლილობა.

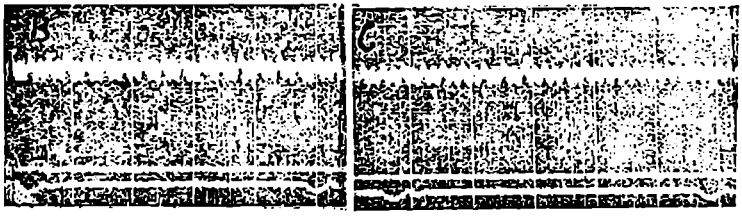
ნერვის დაღალვის პირობები. როდესაც ნერვი ხელშეუწყობელ პირობებში დიდხანს მოქმედობს, იგი აგზნების უნარს ჰკარგავს, ე. ი. იღლება. საერთოდ კი ნერვი მეტად დიდ წინააღმდეგობას უწევს დაღლილობას, რადგანაც ნერვის მოთხოვნილება საკვებავ ნივთიერებათა და ჟანგბადის მიმართ მეტად მცირეა. მოქმედების დროს ნერვის ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლა მეტად ნაკლებად სწარმოებს. მაგ., ერთ ცდაში ნახევარი საათის განმავლობაში ერთმა გრამმა ნერვმა ჰაერის ატმოსფერაში მოიცა 11 mm^3 ნახშირმჟავა და 11,1 mm^3 ჟანგბადი შთანთქა (Thünberg[1]). ნერვის მოქმედების დროს ეს გაზთა ცვლა მხოლოდ ერთი ორად მატულობს (Haberlandt[2]), Taschiro[3]). ნორმალურ პირობებში ნერვის დაღალვა ადვილი საქმე როდია. მაგ., ვედენკიმ (1884 წ.) დაამტკიცა, რომ შეიძლება ბაყაყის ნერვმა (n. ischiadicus) ტეტანურ გაღიზიანებისაგან განუწყვეტლივ და უკლებლივ რვა საათამდის იმოქმედოს. მაგრამ ამავე დროს ცნობილია, რომ თუ ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას ხელშემწყო პირობები არა აქვს, ნერვიც ადვილად განიცდის დაღალვას. მაგ., ბაიერმა (Bayer[5]) დაამტკიცა, რომ თუ ნერვი აზოტის ატმოსფერაში მოაქციეს და ტეტანური გაღიზიანებით იგზნება, იგი 3—5 საათის განმავლობაში სრულიად იღლება. ეს დაღალვა სავსებით ისპობა თუ ამის შემდგომ ნერვი 5—10 წუთით ჟანგბადის ატმოსფერაში გადაიტანეს. როდესაც ტემპერატურა მაღალია, ეს დაღლილობა აზოტის ატმოსფერაში უფრო ჩქარა სწარმოებს. შემდეგ თიორნერმა (Thörner[6]) გვაჩვენა, რომ თუ ორი ნერვი აზოტის ატმოსფერაში მოვაქციეთ და ერთი მათგანი განუწყვეტლივ ვაღიზიანეთ ფარადიული ელექტროდენით, მეორე კიდე კონტროლის მიზნით მხოლოდ დრო და დრო ვაღიზიანეთ, მაშინ დაღალვა ორივეს ეტყობა, მხოლოდ განუწყვეტლივად გაღიზიანებული ნერვი უფრო ჩქარა დაიღლება.

ნერვის დაღალვის ნიშნები. ბოლო დროის დაკვირვებით, **ამოჭრილ ნერვს დაღალვის ნიშნები ნორმალურ პირობებშიაც ადვილად გამოაჩნდება, სახელდ., აგზნების დასუსტების სახით გაღიზიანების პირველ წამშივე** (ბერიტაშვილი[7]) **და თითქმის პირველსავე წუთში** (Vészi[8]). ამის სანიმუშოთ მოვიყვან სურ. 74, სადაც ელექტროგრამა A ნერვის მოქმედების ელექტ-

როდენთა მსვლელობას წარმოადგენს ტეტანურ გაღიზიანების დასაწყისში. აგ. მოქმედების დენათა შემცირება, მაშას., აგზნების პროცესის დასუსტება პირველ წუთის განმავლობაშივე ეტყობა. ელექტროგრამა B გვაძლევს იმავე გაღიზიანების გაგრძელებას 3 წამ. შემდგომ, C კიდე 11 წამის შემდგომ. B-ზედ ყოველი მეორე გაღიზიანება ძლიერ მცირე ეფექტს იძლევა. C-ზედ კი თვითეული გაღიზიანება სამჯერ ნაკლებ ეფექტს იძლევა, ვიდრე A-ზე, ე. ი. ვიდრე ცდის დასაწყისში. ამ სურათიდან ისიც ნათლად სჩანს, რომ ნერვში დაღალვა რეფრაქტორული ფაზის მომატებას იწვევს. სწორედ ამის გამო უნდა იყოს, რომ სრული აგზნების რითმი ორგვარიანი ხდება (იხ. სურ. B). ეს მოვლენა იძლევა დაღალვის მეორე ნიშანს: ნერვის აგზნების პროცესი, მსგავსად კუნთისა, დაღალვის გამო ხანგრძლივდება.



სურათი 74—I.



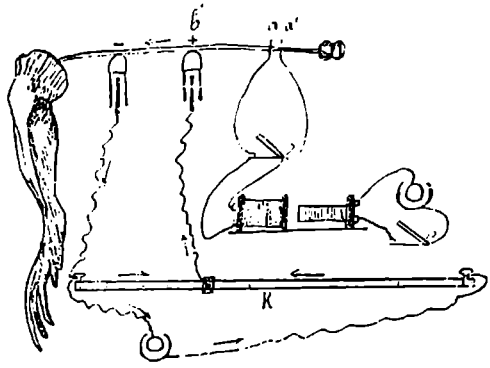
სურათი 74—II.

სურ. 74. ნერვის დაღლა. N. ischiadicus, rana esculenta. გაღიზიანების სიხშირე წუთში 150, ინტენსიობა 30 cm. (ზღურბლი 38 cm). ელექტროგრამა A გვაძლევს ეფექტს გაღიზიანების დასაწყისში. B მის გაგრძელებას 3 წამის შემდგომ, როდესაც სრული ეფექტი ორგვარი ხდება და C—11 წამის შემდგომ, როდესაც ეფექტი თუმცა სრულია, მაგრამ სამჯერ უფრო ნაკლები ინტენსიობისაა, ვიდრე დასაწყისში იყო. დრო აღნიშნულია წუთის მეხუთედით (ბერიტაშვილი).

ნერვის შედარებით დაუღლელობის დაკვირვება. ამ მიზნისათვის მიემართავთ იმ საშუალებას, რომელიც პირველად ბერნშტეინმა იხმარა. იღებენ ბაყაყის ნერვ-კუნთის პრეპარატს. ნერვის ერთ ნაწილში კუნთთან ახლო მცირე ინტენსიობის განუწყვეტელ ელექტროდენს გაატარებენ. ამ ნერვის ნაწილში ანოდზე ეს გამოწვევს გამტარებლობის დროებით მოსპობას. შემდეგ ნერვის პროქსიმალურ მხარეზე ტეტანურ გაღიზიანებას აწარმოებენ. უკანასკნელი შეკუმშვას არ იწვევს, რადგანაც მისგან გამოწვეული აგზნება კუნთისაკენ

ვერ გატარდება. დრო და დრო განუწყვეტელი დენი მოიხსნება და ამ მომენტში ტეტანური გაღიზიანება შეკუმშვას გამოიწვევს და ამით ნერვული მოქმედება შემოწმდება. გაუმტარებლობის შესაქმნელად ჯერ შედარებით ძლიერი დენი უნდა ვისარგებლოთ და მერე მცირე ინტენსიობის დენიც საკმარისია სრული გაუტარებლობის შესანარჩუნებლად. ამ დენის შემცირება საჭიროებისამებრ კომპენსატორის საშუალებით სწარმოებს. (იხ. სურ. 75).

გაუტარებლობის შესაქმნელად გალვანური დენი შეძლებისამებრ მცირე ინტენსივობისა უნდა იყვეს. სწორედ ისეთი, რაც მხოლოდ ამისთვის არის საჭირო. გალვანური დენის ზედმეტი ინტერსიობა ნერვს ჰკლავს. ამ შემთხვევაში ცდა აუჭად ჩაიელის. რადგანაც ამ დენის შეწყვეტის შემდგომ ნერვი გამტარებლობის უნარს ვერ დაიბრუნებს.



სურათი 75.

სურ. 72. ნერვის დაუღლელობის მაჩვენებელი ცდის სქემატიური გამოხატულობა. ბაყაყის ნერვკუნთის პრეპარატი. ნერვის პროქსიმალურ ნაწილში პლატინის ელექტროდები (aa') აწყვია, და ამით ნერვს ტეტანური ინდუქციის დენით აღიზიანებენ. შუა ალაგას კი უპოლიარიზაციო თიბის ელექტროდებია (bb') მიდებული. ამით ნერვში გალვანურ დენს გაატარებენ, რომლის ინტენსიობა კომპენსატორის (k) საშუალებით შესაფერისად იცვლება.

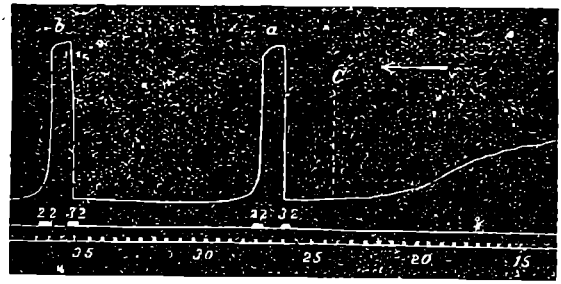
ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა,

1. T. Thünberg, Centr. f. Physiol. 1904. 18. 553.
2. L. Haberlandt, Ar. An. Physiol. 1911 გვ. 419.
3. S. Tashiro, Am. J. Physiol. 1913. 32. 107.
4. Н. Введенский, Телеф. иссл. над эл. явл. в мыш. и нервном аппарате. 1884. Петербург.
5. H. v. Bayer, Z. all. Physiol. 1903. 2. 169 და 180
6. W. Thörner, Z. all. Physiol. 1908. 8. 530.
7. J. Beritoff. Z. biol. 1913. 62. 125.
8. J. Vészi, Z. all. Physiol. 1912. 13. 320.

5. რეფრაქტორული ფაზის მნიშვნელობა ნერვ-კუნთის მოქმედებაში.

ოპტიმალური და პესიმალური მოქმედება. როგორც ცნობილია, ახალი გაღიზიანება შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს ან სულ არ იწვევს ეფექტს ან და იწვევს ნორმაზე სუსტ ეფექტს. ეს აგზნება მით უფრო სუსტია, რაც უფრო მალე ხდება მომდევნო გაღიზიანება აგზნების შემდეგ, ანუ რაც უფრო ადრე ხდება იგი აღნიშნული ფაზის დროს. აქედან ცხადია, რომ ხშირი გაღიზიანებისას, როდესაც თვითეული გაღიზიანება აგზნებას რეფრაქტორული ფაზის დროს ხდება, გარეგანი ეფექტი ნერვ-კუნთის მოქმედებისა ე. ი. შეკუმშვა არ უნდა იყოს მაქსიმალური. ეს მოვლენა დაწვრილებით იყო შესწავლილი ცნობილი ფიზიოლოგის ვ ე დ ე ნ ს კ ი ს მ ი ე რ [1]).

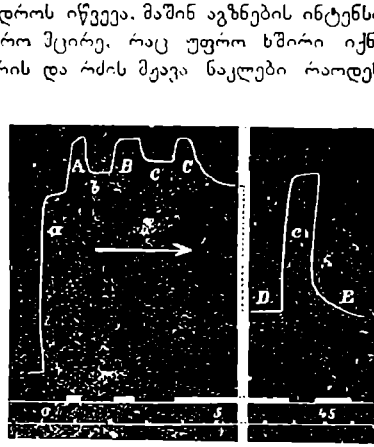
მან აღმოაჩინა, რომ თუ მამოძრავებელი ნერვი ბაყაყის ნერვ-კუნთის პრეპარატში გავაღიზიანეთ წუთში 70—100-ჯერ სხვა და სხვა ინტენსიობით, მაშინ მცირე და საშუალო ინტენსიობა უფრო მეტ შეკუმშვას გამოიწვევს, ვიდრე დიდი ინტენსიობა. აგრეთვე იცვლება ეფექტი გაღიზიანების სიხშირის მიხედვითაც: საშუალო ინტენსიობის გაღიზიანების ხმარებისას შეკუმშვის ოდნობა უფრო დიდია მცირე სახშირის დროს, ვიდრე უფრო მეტი სიხშირის დროს. შეკუმშვის იმ სუსტ ეფექტს, რომელიც გაღიზიანების დიდი ინტენსიობის და დიდი სიხშირის წყალობით წარმოიშვის, ვ ე დ ე ნ ს კ ი მ **პესიმალური** ეფექტი უწოდა, იმ დიდ ეფექტს კი, რომელსაც გაღიზიანების მცირე ინტენსიობა და სიხშირე იწვევს, **ოპტიმალური** უწოდა (იხ. სურ. 76 და 77).



სურათი 76.

სურ. 76. ო პ ტ ი მ ა ლ უ რ ი დ ა პ ე ს ი მ ა ლ უ რ ი ე ფ ე ქ ტ ი გ ა ღ ი ზ ი ა ნ ებ ის ინ ტ ენ ს ი ვ ობ ის ც ვ ლ ილ ებ ის გ ა მ ო. ბაყაყის ნერვ-კუნთის პრეპარატი. სურათი იკითხება, როგორც ისარი უჩვენებს. იგი მიღებულია მაშინ, როდესაც ტეტანუსის მრუდე დიდათ დაეცა ხანგრძლივი და ძლიერი ინდუქციის კვეთებებით (22 სანტიმეტრი) გაღიზიანების გამო. გაღიზიანების სიხშირე დიდია: წუთში 110 რხევა. როდესაც ტეტანუსი იმდენად შემცირდა (C) რომ ოდნაელა მრსსჩანს, მეორედი კოჭი პირველს 32 სანტიმეტრამდე დააშორეს. როგორც მრუდე გვაჩვენებს, მაშინვე ძლიერი შეკუმშვა დაიწყო (a). როდესაც ხელახლად 22 სან. დაახლოვეს, შეკუმშვა ხელახლად დაეცა. სურათზედ ამნაიი ცდა მეორდება (b). ბოლო ხაზი უჩვენებს დროს წუთებით (ვ ე დ ე ნ ს კ ი).

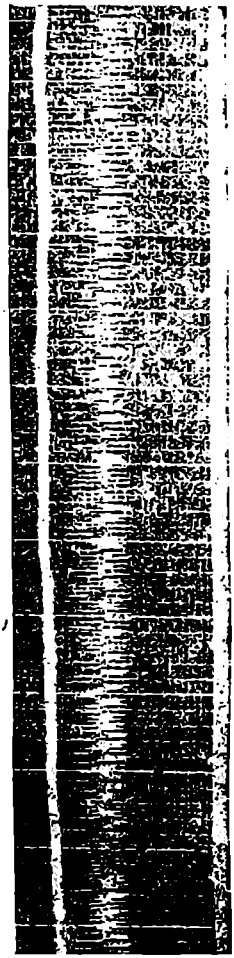
პესიმალური შეკუმშვის წარმოშობა გაღიზიანების გახშირების გამო. ეს მოვლენა არ თხოულობს განსაკუთრებულ ახსნას. როდესაც სიხშირე გაღიზიანებისა მცირეა. თვითეული გაღიზიანება შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის შემდეგ სწარმოებს და ამიტომ უდიდესი ინტენსიობის აგზნებას იწვევს. ამას მოჰყვება დიდი რაოდენობის ფოსფორის და რძის მჟავის წარმოშობა, რაც თავის მხრით განავითარებს კუნთის მაქსიმალურ შეკუმშვას. მაგრამ თუ რომ გაღიზიანების გახშირებისა გამო თვითეული მომდევნო აგზნება შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს იწვევა, მაშინ აგზნების ინტენსიობა ნორმაზე მცირეა და მასთან მით უფრო მცირე, რაც უფრო ხშირი იქნება გაღიზიანება. ამისდა მიხედვით ფოსფორის და რძის მჟავა ნაკლები რაოდენობით წარმოიშვება და ეს თავის მხრით პესიმალურ ანუ ნაკლებ შეკუმშვას გამოიწვევს, რასაკვირველია მით უფრო ნაკლებს, რაც მცირეა აგზნების ინტენსიობა. მართალია, ამ დროს აგზნება გახშირებულია. მაგრამ როგორც ეტყობა ფოსფორის და რძის მჟავის წარმოშობაში აგზნების ინტენსიობას აქვს უფრო დიდი მნიშვნელობა. ვიდრე მის სიხშირეს (ბერიტაშვილი). ადვილად შეიძლება გამოვარკვიოთ აგზნებასა და შეკუმშვას შორის ურთიერთობა, თუ რომ კუნთის მექანიკურ და ელექტრულ ეფექტს ერთდროულად შევისწავლით. სანიმუშოდ მოყავს სურ. 78. ამ სურათზე ნათლად ჩანს, რომ რაც უფრო ხშირად სწარმოებს მოქმედების ელექტროდენი, მით უფრო მცირეა მისი ინტენსიობა და ამასთან ერთად მით უფრო მცირეა მექანიკური ეფექტიც. ამნაირად **პესიმალური მექანიკური ეფექტი პირობადებულია აგზნების ინტენსიობის შემცირებით, რომელიც კუნთის შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის გავლენით ხდება. ამასთან ერთად აგზნების გახშირებაც ხდება, მაგრამ ტეტანური შეკუმშვის ოღნობას აგზნების გახშირება იმდენად ხელს არ უწყობს, რამდენადაც მას ხელს უშლის აგზნების ინტენსიობის შემცირება.**



ცხრილი 77

სურ. 77. ოპტიმალური და პესიმალური ეფექტი გაღიზიანების სიხშირის ცვლილების გამო. ბაყაყის ნერე-კუნთის პრეპარატ. ნერვის გაღიზიანება ინდუქციის კვეთებით წუთში ხან 20 ჯერ (a) ხან 100 ჯერ (A, B, C, D). E. ეფექტი სიხშირის გაღიზიანება მოხდეს ფოფოლ შეუსვენებლივ. მოგოცამ იწვევდა ინ ნიმალურ ეფექტს, ოდეოდ ისინი ვერ ... ნებს. პირველად ნაკლები სიხშირის ... ლიზიანება უფრო ნაკლებ ეფექტს იწვევდა, ვიდრე მეტი სიხშირის. შემდეგ, როდესაც კუნთი დაიღალა ხანგრძლივი (10 წუთი) და ხშირი გაღიზიანებით (D). მაშინ იგივე მცირე სიხშირის გაღიზიანება ... ...

ნიოთ მხედველობაში ორი შემთხვევა: 1. როდესაც ინდუქციური დენის სიხშირე შედარებით მცირეა 70 100 ჯერ წუთში. 2. როდესაც ეს სიხშირე ამაზე მეტია.



სურ. 78. კუნთში იმპულსთა მიმდინარეობის პესიმალური ეფექტი ინდუქციურ ელექტროდენის ზემოქმედებისას. კატის semitendinosus. ღრმა ანესთეზია n. ischiadicus: მენჯ ბარძაყის სასწორთან. გაღიზიანების რიცხვი: 1) ელექტროდ წამში 130 ჯერ. 2) ელექტროდ 70-ჯერ წამში. 3) ელექტროდ 100 ჯერ. 4) ელექტროდ 140 ჯერ. 5) ელექტროდ 200 ჯერ. ბოლო ორ ფაზაში ელექტროდ ეფექტს წარმოადგენს. — ბრუდე ეფექტების ნეტანიერი მოდელი კუნთის ელექტრული ფენომენებისა. ქვემო ხაზი ჩაწერილია დროის ფიქსირებული ინტერვალებით. ( ) ელექტროდ ეფექტი ( ) ელექტროდ ეფექტი. ( ) ელექტროდ ეფექტი. ( ) ელექტროდ ეფექტი.

მოდის და ამის გამო აგზნების და მაშ. შეკუმშვის ინტენსივობა მცირდება (ვ ე დ ე ნ ს კ ი[1]).

დიდი სიხშირის გალიზიანებისას წუთში 100-ჯერ ზევით პესიმალური ეფექტის მიღება შემდეგ გარემოებახეა დამოკიდებული. როდესაც ინდუქციური ელექტროდენი სუსტია, თვითეული გალიზიანება არ იწვევს აგზნებას. პირველის შემდგომ, რომელიმაც აგზნება მოიცა. მეორე გალიზიანება მოდის შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს და ეგი ეაეის სისუსტისა გამო აგზნებას ა იწვევს. როგორც აღვნიშნეთ. რეფრაქტორული მდგომარეობა აგზნებელების დაწეცვით ხასიათდება. აგზნების გამოსაწვევად მით უფრო მძლავრი გალიზიანებაა საჭირო, რაც უფრო ადრე ხდება ეგი ამ შეფარდებითი ფაზის დროს. მესამე გალიზიანება აგზნებას იძლევა. ოადგან ეგი ან შეფარდებითი ფაზის ბოლოში ან და მის შემდეგ ხდება. როდესაც აგზნებელება ნორმას დაუახლოდა ან დაუბრუნდა. მეოთხე გალიზიანება ხელახლად მოდის შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დასაწყისში იმ აგზნების მემდეგ. ომელიც მესამე გალიზიანებამ გამოიწვია. ამიტომ ეს გალიზიანება აგზნებას ა ი იძლევა. ბეხუთე გალიზიანება ძოდის ამ ოფრაქტორული ფაზის შემდეგ და ეფექ ს მოგვცემს როგორც მესამე და ასე შემდეგ. ამნაირად დიდი სიხშირით გალიზიანების დროს სუსტი ინტენსივობა იძლევა დიდი ინტენსივობის აგზნებას. მაგრამ მცირე სიხშირისას ნახევრიანი ოპტიმისას, რაც თავის მხრივ ოპტიმალურ შეკუმშვას იწვევს. სოლო როცა გალიზიანების ინტენსივობა ცოტაოდნავ დიდია, მაშინ აგზნებას თეითეული გალიზიანება იწვევს, მიუხედავად ეისა, რომ უკანასკნელი შეფარდებითი ფაზის დროს მოდის ამ შემთხვევაში აგზნების რითმი სრულია. ე. ი. გალიზიანების რითმს მისდევს. მაგრამ მისი ინტენსივობა გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე სუსტი გალიზიანებისას. ამიტომ კუნთის შეკუმშვა უნდა იყოს სუსტი. პესიმალური.

ამნაირად, **პესიმალური მექანიკური ეფექტის მიღება. როგორც ფარადიული გალიზიანების გახშირებისას, ისე მისი გაძლიერებისას ყველა განხილულ შემთხვევებში დამოკიდებულია კუნთის აგზნების იმპულსთა გახშირებაზე და მათი ინტენსივობის შემცირებაზე შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის გავლენით** (Adrian[2]), ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[3]).

პირველად ვ ე დ ე ნ ს კ ი მ გამოსთქვა ის აზრი, რომ ოპტიმალური მექანიკური ეფექტი გადაქცეცა პესიმალურად კუნთის შეფარდებითი რეფრაქტოოული ფაზის შედეგს წარმოადგენს (1886). ამასთან ეგი დიდ როლს აკუთვნებდა ნერვების დაბოლოებათ კუნთში. მაგრამ შემდეგში მიატოვა მან ეს აზრი და ახალ თვალთსაზრისს დაადგა, სახელდობრ ეგი უყურებდა პესიმალურ ეფექტს, როგორც ხშირი და მძლავრი გალიზიანების მიერ გამოწვეული პარაბიოტული მდგომარეობის შედეგს (1903[1]). მაგრამ ამ თვალთსაზრისის შესახებ შემდეგ თავში იქნება ლაპარაკი.

ნ ე რ ვ ი ს ო პ ტ ი მ ა ლ უ რ ი და პ ე ს ი მ ა ლ უ რ ი მ ო ქ მ ე დ ე ბ ი ს მ ნ ი შ ვ ნ ე ლ ო ბ ა კ უ ნ თ ი ს მ ე ქ ა ნ ი კ უ რ ი ე ფ ე ქ ტ ი ს ც ვ ა ლ ებ ა დ ო ბ ა შ ი. ზემოთ ისე განვიხილეთ ნერვ-კუნთის თავისებური მოქმედება, თითქოს თვით კუნთი ღიზიანდებოდეს. იმ გარემოებას, რომ ფაქტიურად ნერვი ღიზიანდებოდა, ამას განგებ ყურადღებას არ ვაქცევდით, რომ განმარტება ცოტა გამარტივებულიყო. პირდაპირ კუნთის ფარადიული გალიზიანებითაც შეიძლება ოპტიმალური და პესიმალური ეფექტის მიღება. მაგრამ მხოლოდ გალიზიანების

გახშირებისას. გაღიზიანების გაძლიერებისა გამო პესიმალური ეფექტი არ მიიღება როგორიც გინდა არ იყოს მისი ძალა და სიხშირე. ეს იმის გამო უნდა ხდებოდეს, რომ გაღიზიანების გაძლიერებისას კუნთი მძლავრ კონტრაქტორულ მდგომარეობაში მოდის და ეს უშლის შეკუმშვის შემცირებას აგზნებადი ნივთიერების პესიმალური მდგომარეობის დროს. მაგრამ შეიძლება ამასთან ერთად სხვა მიზეზიც იყოს. სწორეთ ამ გამოურკველობის გამო კუნთის ოპტიმალურ-პესიმალური ეფექტი შეისწავლება ნერვ-კუნთის პრეპარატზე, თუმცა ამ შემთხვევაში უფრო რთულ მოვლენებთან გვაქვს საქმე. ნერვ-კუნთის პრეპარატზე მიღებულ მოვლენათა განმარტებისათვის საკმარისი არაა მარტო კუნთის აგზნებადი ნივთიერების მოქმედების შესწავლა, რადგან ნერვიც განიცდის ოპტიმალურ და პესიმალურ მდგომარეობას, ამიტომ შესაძლებელია, რომ კუნთის შეკუმშვის ოპტიმალურ-პესიმალური ეფექტი ასე თუ ისე ნერვზედაც იყოს დამოკიდებული. საჭიროა, მაშას,. გამოვარკვიოთ ნერვის როლიც ნერვ-კუნთის პრეპარატის ზემო აღწერილ მოქმედებაში.

აგზნების ცვალებადობა გაღიზიანების გახშირებისა და გაძლიერებისა გამო დადასტურებული იყო მოქმედების ელექტროდენის გამოკვლევით არა მარტო კუნთში, არამედ აგრეთვე ნერვშიაც. აქაც ვღებულობთ ორგვარ მოქმედებას: ერთის მხრივ ოპტიმალურს, როდესაც თვითეული ახალი აგზნება რეფრაქტორული ფაზების განვლის შემდეგ იწვევა, და ამიტომ აგზნების ინტენსიობა არის მაქსიმალური, სიხშირე კი შედარებით მცირე; მეორე მხრივ კიდევ პესიმალურს. როდესაც თვითეული მომდევნო აგზნება შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს სწარმოებს და ამიტომ აგზნების ინტენსიობა არის მცირე, მისი სიხშირე კი შედარებით დიდია (იხ. სურ. 79) (Keith Lucas [5]). ბ ერ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [2]). ცხადია, ნერვის აგზნების' ცვლილებასაც უნდა ჰქონდეს მნიშვნელობა ნერვ-კუნთის მოქმედების ცვალებადობაში გაღიზიანების გახშირება-გაძლიერების დროს.

ავიღოთ სამაგალითოდ რამდენიმე ნიშანდობლივი შემთხვევა. ვთქვათ ნერვ-კუნთის ფარადიული გაღიზიანების სიხშირე წუთში 50--70 უდრის და ძლიერი გაღიზიანებისას კუნთში პესიმალურ ეფექტს ვღებულობთ. თუ რომ ნერვის ფუნქციური მდგომარეობა რაიმე მიზეზით გაცუდებული არაა, თვითონ ნერვი ამ გაღიზიანებას ოპტიმალური ეფექტით უპასუხებს. მართალია, ნერვის აგზნების იმპულსთა რითმი გაორებული იქნება წუთში 100 140 ჩაკეტვისა და გაღების ინდუქციურ კვეთებათა მოქმედებისა გამო, მაგრამ ვინაიდან თვითეული აგზნება რეფრაქტორული ფაზების შემდეგ გამოიწვევა, ამიტომ მისი ინტენსივობა მაქსიმალური იქნება. ამნაირად კუნთი მიიღებს ნერვიდან 100--140 მძლავრ აგზნების იმპულსებს. რადგან კუნთის რეფრაქტორული ფაზების ხანგრძლივობა ნერვისაზე მეტია, ამიტომ თვითეული ნერვული იმპულსი კუნთში შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს მოვა და რასაკვირველია ამის გამო კუნთის აგზნების იმპულსთა ინტენსივობა ნორმაზე მცირე იქნება, კუნთი პესიმალურად იმოქმედებს. ცხადია, სუსტი გაღიზიანებისას, როდესაც ნერვი მხოლოდ 50--70 ნერვულ იმპულსს იძლევა გაღების ინდუქციურ კვეთათა გაელენით, მაშინ კუნ-

თიც 50--70 აგზნებას მოგვცემს, მისი მოქმედება ოპტიმალური იქნება. აშნაირად **შეიძლება აგზნებადი ნივთიერება პესიმალურ მოქმედებაში იყოს, როდესაც ნერვი ოპტიმალურში იმყოფება.** მაშ. ამ გინხილულ შემთხვევაში **კუნთის პესიმალური მექანიკური ეფექტი პირობადებულია კუნთის აგზნებადი ნივთიერების პესიმალური მოქმედებით.**

სურათი 79.

სურ. 79. ბაყაყ პოპპარატი და ბაყაყ გალიზიანების პირობები. როგორც წინა სურათზე, ნერვ ischiadicus-ს. გალიზიანების სიხშირე თავში 70-ია, შემდგომ ეს მატულობს 140-მდე. გალიზიანების გაძლიერებასთან ერთად მატულობს ნერვის ელექტროდებთა რიცხვი. ინტენსიობა კიდევ კლებულობს. მექანიკური ეფექტი ნერვებისას სუსტდება. (ბ ერ ი ტ ა ს).

ნერვის ელ. ეფ.

აეიღოთ მეორე შემთხვევა, როდესაც გაღიზიანების სიხშირე წუთში 200—500 უდრის. ამ შემთხვევაში თვითეული გაღიზიანება მოდის ნერვის შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის დროს. თუ გაღიზიანება სუსტია, მაშინ აგზნებას ნერვში მაოლოდ თვითეული მეორე ან მესამე გაღიზიანება მოიცემა, ე. ი. ის გაღიზიანება, რომელიც რეფრაქტორული ფაზების შემდეგ მოვა. ამიტომ ნერვული აგზნების ინტენსიობა იქნება მაქსიმალური, სიხშირე კი მცირე 100—150 წუთში. კუნთი ამ შემთხვევაში მიიღებს ნერვიდან 100--150 იმპულსს და მას უპასუხებს აგზნებადი ნივთიერების შედარებით მძლავრი მოქმედებით და ამასთან ერთად ოპტიმალური მექანიკური ეფექტით. ნერვის გაღიზიანების გაძლიერებისას, აგზნების რითმი მოიმატებს და მისი ინტენსიობა კი იკლებს, ნერვი პესიმალურ მდგომარეობაში მოდის. ამ შემთხვევაში კუნთი ღებულობს ნერვიდან 200—500-მდე სუსტი ინტენსიობის აგზნების იმპულსებს. ამას კუნთის აგზნებადი ნივთიერება ისე უპასუხებს, თითქოს კუნთი ღიზიანდებოდეს სუსტი საზღურბლე გაღიზიანებით. სუსტი ნერვული იმპულსების მიერ ზოგი კუნთის ბოჭკო იგზნება, ზოგი კი არა. თუ ნერვული აგზნება ძალიან დიდი რითმისაა 300--500 და მაშ. ძალიან სუსტი, მაშინ შეიძლება კუნთი სრულიადაც არ აიგზნოს. ამნაირად **როდესაც ნერვი გაძლიერებულ პესიმალურ მოქმედებას განიცდის, კუნთის შეკუმშვა მცირეა ან სულ**

არ არსებობს, მაგრამ ეს ეფექტი სრულიადაც არაა დამოკიდებული კუნთის აგზნებადი ნივთიერების პესიმალურ მოქმედებაზე. პირიქით, მისი აგზნებადი ნივთიერება სუსტ მოქმედებას განიცდის. ცხადია, აღნიშნულ პირობებში კუნთი ისვენებს, როდესაც ოპტიმალური ეფექტიდან პესიმალურზე გადავედიენართ. ამიტომ არის, რომ ასეთი ეფექტის დროს კუნთი პირდაპირ გაღიზიანებას გაძლიერებული აგზნებით და შეკუმშვით უპასუხებს (ვ ე დ ე ნ ს კ ი[1]).

განვიხილოთ კიდეე ერთი შემთხვევა, როდესაც კუნთი და ნერვი ორივე პესიმალურ მოქმედებას განიცდის. ასეთი რამ შეიძლება ვინახულოთ, თუ გაღიზიანების სიხშირე შედარებით მცირეა 100—200 წუთში და ამასთან ნერვი ცუდ ფუნქციურ მდგომარეობაში იმყოფება. თუ გაძლიერებული გაღიზიანების გამო ნერვი პესიმალურ მოქმედებას განიცდის, ვინაიდგან თვითეული აგზნება შეფარდებითი ფაზის დროს იწვევა, მაშინ კუნთი მიიღებს 100—200 ნერვულ იმპულსს, ოპტიმალურ მოქმედებასთან შედარებით ცოტა შესუსტებულს. კუნთის აგზნებადი ნივთიერება ამას აგზნების სრული რითმით უპასუხებს; ხოლო აქ აგზნების ინტენსივობა უფრო შესუსტებული იქნება, ვიდრე ნერვში, კუნთის რეფრაქტორული ფაზების უფრო მეტი ხანგრძლივობისა გამო. ეს გამოიწვევს მცირე შეკუმშვას. ნერვის სუსტი გაღიზიანებისას ნერვში აგზნების რითმი ნახევრიანი იქნებოდა 50—100 წუთში, აგზნების ინტენსივობა კი მაქსიმალური. კუნთშიაც აგზნებადი ნივთიერების მოქმედება ოპტიმალური იქნებოდა, ვინაიდან როგორც ნერვში, ისე კუნთში, თვითეული აგზნება შეფარდებითი ფაზის შემდეგ მოხდებოდა. და ამის გამო კუნთის შეკუმშვა მაქსიმუმს მიახწევდა. ამნაირად, **არის ისეთი შემთხვევაც, როდესაც როგორც კუნთი, ისე ნერვი ერთსა და იმავე დროს პესიმალურ ან ოპტიმალურ მოქმედებას განიცდის.**

პ რ ა ქ ტ ი კ უ მ ი.

პ ე ს ი მ ა ლ უ რ ი შ ე კ უ მ შ ვ ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა გ ა ღ ი ზ ი ა ნ ე ბ ი ს გ ა ხ შ ი რ ე ბ ი ს გ ა მ ო. იღებენ ნერვ-კუნთის პრეპარატს ან საზურგტვინო ბაყაყს. კიმოგრაფზე დასაწერად გამოიკალკულებენ m. gastrocnemius-ს, გასაღიზიანებლად კიდე n. ischiadicus-ს. აღიზიანებენ მას ფარადიზაციით. ელექტროდენს გასწყვეტენ ვ ა გ ნ ე რ ი ს ჩაკუჩის საშუალებით. წინასწარ შეამოწმებენ ამ ჩაკუჩის მსელელობას, რომ იგი ყველა სიხშირეზე თანასწორზომიერად მუშაობდეს. სიხშირეს შესცვლიან იმ ხრახნილების საშუალებით. ელექტრომაგნიტის ბოლოებს. თავდაპირველად მცირე სიხშირეზე დააყენებენ—ასე 20—40 წუთში. მერე გაღიზიანების შეუწყვეტლივ ახშირებენ ჩაკუჩის რხევას, რაც შეიძლება მეტად. ვ ა გ ნ ე რ ი ს ჩაკუჩით შეიძლება მიეაღწიოთ 100—150 რხევას წუთში. რამდენიმე წუთით ასეთი გაღიზიანების შემდეგ კუნთის შეკუმშვა კლებულობს. მერე რომ გაღიზიანება უკან ნაკლებ სიხშირეზე დავაყენოთ, კუნთის შეკუმშვა სწრაფად მოიმატებს. შეიძლება ეს ცდა ზედიზედ რამდენჯერმე განმეორდეს. თუ კუნთი კარგ ფუნქციურ მდგომარეობაში იმყოფება, მაშინ საჭიროა წინასწარი დაღალვა, ვინაიდან აღებული სიხშირე არაა საკმარისი პესიმალური ეფექტის მისაღებად. ამიტომ საჭიროა, რომ ცდის დასაწყისში კუნთი იყოს დაღლილი ხანგრძლიეი ოპტიმალური მოქმედებით. ეს გამოიწვევს რეფრაქტორული ფაზების გახანგრძლიეებას და მით შესაძლებელი გახდება აღებულ ფარგლებში გაღიზიანების გახშირებისას (100-მდე წუთში) პესიმალური ეფექტის მიღება.

პესიმალური შეკუმშვის მიღება გაღიზიანების გაძლიერების გამო. პირველი შემთხვევა. როდესაც გაღიზიანების სიხშირე მცირეა 50—70 წუთში, მაშინ ჯერ აღიზიანებენ ნერვს ოპტიმალური ინტენსიობით. მერე გაღიზიანებას აძლიერებენ ინდუქციურ კოჭთა შუა ნაწილის 10 სან-იმეტრით შემცირებით, ე. ი. იმდენად, რომ ჩაკეტვის ინდუქციური კვეთებებიც აგზნებას იწვევდნენ. რამდენიმე წუთის განმავლობაში შეკუმშვა დასუსტდება. ამის შემდეგ რომ მეორედი კოჭი უკან პირველ მდებარეობაში გადეიტანოთ, შეკუმშვა გაძლიერდება. ცდა შეიძლება რამდენჯერმე განმეორდეს. ცხადია დაღალული კუნთი უფრო ადვილად ძლევეა ამ პესიმალურ მოვლენას, ვიდრე დასვენებული, რეფრაქტორული ფაზების გახანგრძლივებისა გამო. მეორე შემთხვევა. როდესაც გაღიზიანების სიხშირე დიდია წუთში 70-ზე მეტი, მაშინ ჯერ იპოვიან საზღვრებლე გაღიზიანებას. მერე რამდენინე სანტიმეტრით დაახლოვებისას იღებენ ოპტიმალურ ეფექტს. ამის შენდეგ თუ კიდეე გააძლიერებენ გაღიზიანებას სულ 3—5 სანტიმეტრით, ეფექტი დასუსტდება, პესიმალური გახდება. ასე მოხდება იმიტომ, რომ ოპტიმალურად გაძლიერებისას ყველა გაღების ინდუქციის კვეთება არ იწვევდა აგზნებას,არამედ თვითეული მეორე ან მესანე. პესიმალური ეფექტის დროს კი ერთიორად მეტი გაღების ინდუქციის კვეთება იწვევდა აგზნებას.

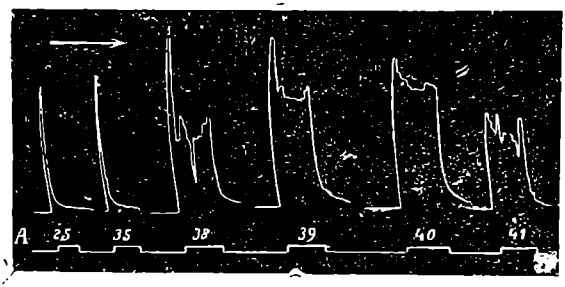
ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Н. Введенский, О соотнош. между возбужд. и раздражением при тетанусе, 1886, Петербург.
2. И. Беритов, Русск. физиол. журнал. 1917, 1.
3. E. Adrian, J. Physiol., 1914, 46, 384.
4. Н. Введенский, Pfl. Ar. 1903, 100: Возбуждение, торможение и наркоз, 1901, Петербург.
5. Keith Lucas. J. Physiol., 1912, 43, 46.

6. პარაბიოზი, როგორც ნერვის ზოგადი რეაქცია.

სიკვდილის პროცესის დახასიათება. ცოცხალი ნივთიერება სხვადასხვა გარეგან აგენტთა გავლენით, რომელნიც მის ქიმიურ და ფიზიკურ თავისებურებას ასე თუ ისე შესცვლიან, ჰკარგავს თავის სასიცოცხლო თვისებებს, ე. ი. კვდება. ასეთ გარეგან აგენტს ეკუთვნის საზოგადოთ ყველა ისეთი ნივთიერება, რომელიც სისხლის შემადგენლობაში არ შედის ანდა ირჩევა მისგან თავის კონცენტრაციით, და საერთოდ ყველა გავლენა, რომელიც ხელშეუშლის ჩვეულებრივ ნივთიერებათა ცვლას. ამნაირ აგენტს წარმოადგენენ სხვათა შორის ნარკოტული ნივთიერებანი, როგორც ქლოროფორმი, ეთერი, კოკაინი და სხვა, შემდეგ მაღალი და დაბალი ტემპერატურა, მჟავები და ტუტები, მარილთა ხსნარები, ელექტროდენი და სხვა. ყოველი აგენტის გავლენით სიკვდილის პროცესი სრულიად ერთგვარად მიმდინარეობს. ვ ე დ ე ნ ს კ ი იყო პირველი, რომელმაც ეს მოვლენა დაწვრილებით შეისწავლა [1]). როგორც ხსენებული მეცნიერის, ისე სხვების მიერ კვდომის პროცესი შეისწავლებოდა ნერვულ ღეროზე. ამიტომ საჭიროდ ვცანით ამ საკითხის განხილვა პერიფერიული ნერვული სისტემის ფიზიოლოგიაში მოგვეცა.

კედომის პროცესი სამ სტადიად იყოფა. პირველს ვ ე დ ე ნ ს კ ი მ შ ო-სამზადებელი (პროვიზორული) სტადია უწოდა. ამ დროს კუნთის მექანიკური ეფექტი ნერვის გაღიზიანების საპასუხოთ შემდეგნაირად იცვლება. ნორმულ ნერვ-კუნთის პრეპარატზე ტეტანური შეკუმშვა თავიდანვე მაქსიმუმს ვერ აღწევს. ჯერ იგი ერთ ოდნობამდე სწრაფად იკუმშება წუთის ერთ მცირე ნაწილში. ამის შემდეგ შეკუმშვა თანდათანობით ძლიერდება, მაქსიმუმს ბოლოდ რამდენიმე წუთის განმავლობაში მიაღწევს. პარაპროზის დასაწყისში ეს ეფექტი ამნაირად იცვლება. პირველ ხანს შეკუმშვის მეორე ფაზა შეკუმშვის თანდათანო-



სურ. 80.

სურ. 80. პ ა რ ა დ ო ქ ს უ ლ ი ს ტ ა დ ი ა. ბაყაყის ნეოვ-კუნთის კოეპარატი. პირველი მრუდე დაწერილია კოკაინის წასმიდან 22 წამის შემდგომ. ღიზიანდება ნორმალური ნაწილი 70 ჯერ წუთში. გიღიზიანების ზღურბლი 43 სანტიმეტრს უდრის. სერათზედ მოცემული ეფექტი 41 სანტიმეტრისას, რომელიც მცირე ტეტანუს წარმოადგენს. 39 40 სანტიმეტრისას გამოწვეული ეფექტი ოპტიმალურია, 38 სანტიმეტრისას კი—პესიმალური. 25—35 სანტიმეტრი მხოლოდ სწრაფ შეკუმშვას გამოიწვევს გაღიზიანების დასაწყისში (ვ ე დ ე ნ ს კ ი).

ბითი გაზდა მცირდება, შემდეგ ისპობა სრულიად და ბოლოს სწრაფი შეკუმშვის შემდეგ მაშინვე კუნთი მოდუნებას იწყებს (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [1]). ამასთან ნერვის ინტენსივობა კლებულობს, მისი რითმი ნიშანდობლივად იცვლება. მაღალი რითმი უსწორ-მასწორდება. ამიტომ ამ სტადიას **ტრანსფორმაციულსაც** უწოდებენ. მეორე სტადიას ის ახასიათებს, რომ მომაკვდავ ნაწილში აგზნებულება კლებულობს, აგრეთვე გამტარებლობაც კლებულობს. გარდა ამისა, ის ძლიერი ტეტანური გაღიზიანება, რომელიც წინეთ ოპტიმალურ შეკუმშვას იწვევდა, ეხლა პესიმალურს გამოიწვევს. სუსტი გაღიზიანება კი ძველებურად მნიშვნელოვან ეფექტს წარმოშობს. თუ ამ სტადიაში გავაღიზიანებთ ერთდროულად შეცვლილ და უცვლელ პროქსიმალურ ნაწილს, მაშინ შეკუმშვის ოდნობა იმაზე უფრო მცირე გამოდის, რომელიც თვითეული ნაწილიდან ცალკ-ცალკე იწვევა. ვ ე დ ე ნ ს კ ი მ ამ სტადიას **პარადოქსული** უწოდა, ვითომდა ამ შეკუმშვის პარადოქსული ცვლილების გამო (იხ. სურ. 80). მესამე სტადია იმით ხასიათდება, რომ ცენტრალური ნაწილის გაღიზიანება შეკუმშვას სრულიად აღარ იწვევს, პირიქით იგი აკნინებს იმ შეკუმშვას, რომელიც გამოწვეულია ნერვის შეცვლილ

ნაწილიდან. ამ სტადიას. როგორც შემაკავებელი უნარის მქონეს, **შემაკავებელი** უწოდეს.

ამ სტადიის შემდეგ ნერვი შეცვლილ ნაწილში აგზნებულობას და გამტარებლობას ჰკარგავს. ამ ალაგას ნერვი თითქოს კვდება, მაგრამ ნამდვილი სიკვდილი მაშინ სწარმოებს თუ აგენტი თავის მოქმედებას კიდევ განაგრძობს. ხოლო თუ იგი მოშორდა ნერვს და თვით ნერვი გადატანილ იქმნა ხელსაყრელ პირობებში, მაშინ ნერვი ყველა თავის ფუნქციებს განაახლებს. ამაევ დროს იგი გაიელის სამივე საფეხურს და, რასაკვირველია, უკულმა წესით: ჯერ შემაკავებელს, მერე პარადოქსულს და ბოლოს ტრანსფორმაციულს.

ნერვის იმ მდგომარეობას, როდესაც მან ყველა თავისი ფუნქციები დაჰკარგა და ამავე დროს ჯერ ისევ ცოცხალია, რადგანაც მას აგენტის მოშორების შემდეგ სრული გამოცოცხლება შეუძლიან, ვ ე დ ე ნ ს კ ი მ უწოდა პარაბიოტული მდგომარეობა.

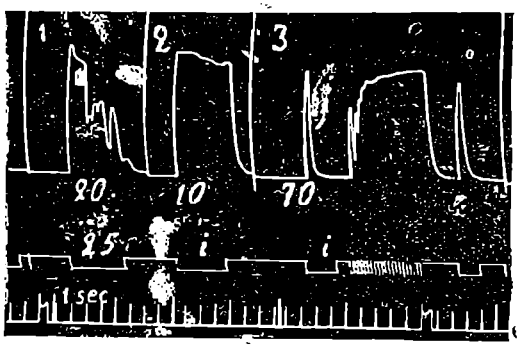
თითონ სახელწოდებაც ცოცხალი ქსოვილის იმისთანა მდგომარეობას უჩვენებს, რომელიც სიკვდილსა და სიცოცხლეს შუა უნდა იმყოფებოდეს.

ძ ი რ ი თ ა დ ი ფ უ ნ ქ ც ი ო ნ ა ლ უ რ ი ც ვ ლ ი ლ ებ ებ ი პ ა რ ა ბ ი ო ტ უ ლ ნ ე რ ვ შ ი. მთავარი ცვლილება ცოცხალი ქსოვილის ფუნქციონალური მოქმედებისა, რომელიც სხვადასხვა გარეგანი აგენტის ზეგავლენით იწვევა, მდგომარეობს ყველა სასიცოცხლო პროცესების განელებაში და მეტადრე აგზნებადი ნივთიერების აღდგენის პროცესის დაყოვნებაში, ე. ი. შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის გაგრძელებაში (Adrian [3]), Boruttau და Fröhlich [4]).

მართლაც, რომ ნერვის პარაბიოტულ ნაწილში რეფრაქტორული ფაზის გაგრძელება და გაღრმავება ხდება, ეს თავის თავად იქიდანაც სჩანს, რომ ჩვეულებრივ პარადოქსულ სტადიაში, როდესაც დიდი სიხშირის გაღიზიანება მხოლოდ ხანმოკლე შეკუმშვას გაღიზიანების დასაწყისში იწვევს, ე. ი. პესიმალურ ეფექტს, ნაკლები სიხშირის გაღიზიანება ხანგრძლივ და ძლიერ ტეტანურ შეკუმშვას იძლევა, მით უფრო ძლიერს, რაც უფრო დიდია ინტერვალი ცალკე გაღიზიანებათა შორის. სამაგ. მოვიყვან სურ. 81, სადაც ერთი და იმავე ინტენსიობის გაღიზიანება სხვა და სხვა ინტენსიობის ეფექტს იწვევს იმისდა მიხედვით, თუ იგი რა სიხშირისაა: წუთში 70 ჯერ გაღიზიანებისას ტიპიური პესიმალური ეფექტია; 10 ჯერ გაღიზიანებისას კი ტიპიური ოპტიმალური; 20-ჯერ გაღიზიანებისას ეფექტი უკანასკნელზე ნაკლებია, მაშ.. იგი აგრეთვე პესიმალურია. ეს ცხადად უჩვენებს, რომ პარაბიოტულ ნაწილში რეფრაქტორულმა ფაზამ ძლიერ იმატა. ნორმალურ ბაყაყის ნერვში ზამთრობით იგი არ უნდა იყოს 0,01 წუთზე მეტი, აღნიშნულ შემთხვევაში კი, როდესაც 20 გაღიზიანება წუთში პესიმალურ ეფექტს იძლევა, იგი უნდა აღემატებოდეს წუთის 0,05-ს. აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზაც ცხადლივ ხანგრძლივდება, მხოლოდ ძლიერ მცირედ. აბსოლუტური ფაზა მისდევს აგზნებას. უკანასკნელი კი ძლიერ ნაკლებ მატულობს გაღრმავებული პარაბოზის დროსაც. ვ ო რ ო ნ ც ო ვ ი ს [11]) გამოკვლევით ბაყაყის ნერვის (n. ischiadicus) აგზნების ხანგრძლივობა კოკაინის გავლენით 0,003 წუთი-

დან 0.004 წუთამდე მატულობს, ე. ი. სულ ერთი სიგმით. მაშ., აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზის ხანგრძლივობაც ამგვარადვე მცირედ იცვლება.

შემაკავებელ სტადიაში შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზა უფრო დიდ-ხანს გრძელდება: რამდენიმე წუთს და წამსაც და შეიძლება ითქვას რომ იგი სავსებით არასოდეს არ ისპობა. **აღდგენის პროცესი ისე ძლიერ ნელდება. რომ აგზნების შემდეგ მომდევნო გაღიზიანება შესამჩნევ ეფექტს მხოლოდ რამდენიმე წუთის განვლისას იწვევს. ხოლო ისეთი ეფექტის მიღება, როგორიც ნორმულ მდგომარეობაში იწვევა, სრულიად შეუძლებელი ხდება ამ აღდგენის პროცესის დაუსრულებლობისა გამო** (ბერიტაშვილი [3]).



სურათი 81.

სურ. 81. პარადოქსული სტადია. ბაყაყის ნერვ-კუნთის პრეპარატი. ნერვი პირველ ცდაში 20-ჯერ ღიზიანდება, მეორეში 10-ჯერ, მესამეში—70-ჯერ. გაღიზიანების ინტენსივობა ყველგან ერთი და იგივეა 20 სნმ. მესამე ცდაში გაღიზიანება პესიმალურ ეფექტს იწვევს. თუ იგი განეწყვეტლივ გრძელდება. თუ იგი წუთში სამჯერ ოთხჯერ სწყდება, მაშინ ეფექტი ოპტიმალური ხდება. გაღიზიანების მომენტი ნაჩვენებია ბერძე ისრის ქვეშეკენ ჩამოწევით. დროა წუთობით აღინიშნება ქვემო ხაზზედ (ბერიტაშვილი)

აგზნებადი ნივთიერების აღდგენის დაუსრულებლობასთან დაკავშირებულია აგრეთვე აგზნებულების დაწევა. იგიც გამუდმებივ უფრო ნაკლებია, ვიდრე ნორმულ მდგომარეობაში იყო. ამასთან ერთად შემცირებულია აგზნების გამტარებლობის უნარიც (Werigo [5]), Wedensky [6]), Boruttau [7]). ეს შედეგები რასაკვირველია პირობადებულია იმ გარემოებით, რომ აგზნებადი ნივთიერების რაოდენობა ნორმას არ უბრუნდება.

პარაბიოტული ნაწილისთვინ კიდევ ის არის დამახასიათებელი, რომ **იგი ძალიან მალე იღლება ზოგჯერ რამდენიმე წუთის განმავლობაში** (Veszi [8]). ამის გამო შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზა ტეტანური გაღიზიანების დროს თვითეული აგზნების შემდეგ უფრო და უფრო გრძელდება და ღრმავდება. ამ მოვლენის დაკვირვება ადვილად არის შესაძლებელი, თუ რომ პარაბიოტული ნაწილის მოქმედების ელექტროდენს რეგისტრაციას ეუზამთ. მოქმედების ელექ-

ტროდენის ინტენსიობა მძლავრად ეცემა უკვე პირველი წუთის განმავლობაში. (იხ. სურ. 82). ამით აიხსნება, რომ ნერვის პესიმალური გაღიზიანებისას კუნთს მიახწევს მხოლოდ ერთი ან ორი თავდაპირველი აგზნების იმპულსი.

აგზნებულების მომატება გარეგანი აგენტის ზეგავლენით. გარეგანი აგენტი უმეტეს წილად, ეიდრე ფუნქციონალური მოქმედების დაწყებას გამოიწვევს, აგზნებულების მომატებას აწარმოებს. ასე მოქმედობს მეავების სუსტი ხსნარი. ნარკოტულ ნივთიერებათა და ელექტრული დენის სუსტი გავლენა. შეიძლება წესად მივიღოთ, რომ ცოცხალი ქსოვილის კვდომის პროცესი, თუ უცაბედად ან სწარმოებს. უსათუოდ აგზნებულების მომა-

სურ. 82.

პარაბიოზი, ელექტროტონუსი, ეფექტი, დიქსიანტ დიაში. ბაყაყის ნერვ-კუნთის პრეპარატი კოკაინის (0.5%) წასმიდან ერთი საათის შემდეგ. ეინთჰოვენის გალვანომეტრი. პირველ ცდაში (A) გალვანომეტრის პარაბიოტული ნაწილის პროქსიმალური ბოლო უერთდება. მეორეში კი (B) დისტალური. გაღიზიანების ინტენსიობა ორივე ცდაში ერთი და იგივეა, სიხშირეც ერთია 20 წუთში. ღიზიანდება ინდუქციის კვეთებებით ნერვის პროქსიმალური ნორმალური ნაწილი. ორივე სურათზედ ნაჩვენებია ნეოვის ელექტროგრამისა შოკვანილია კუნთის მექანიკური ეფექტი, ორმელიც მარტივ შეკუმშვას ემსგავსება. A ცდაში მოქმედები დენის სულ მცირედ კლებულლბს; B ცდაში კი უკვე პირველი წუთის განმავლობაში მოქმედების დენის ინტენსიობა ერთი ოთხად ეცემა (ბ ერ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი).

ტებით იწყება. ეს სხვათა შორის ძალიან კარგად აჩნდება ქსოვილს, როდესაც იგი კვდომის პროცესს განიცდის ორგანიზმში ტროფიკული მოშლილობის წყალობით: კუნთის, ნერვის და ჯირკველთა ქსოვილი ნერვის გადაჭრის შემდეგ დეგენერაციის დროს თავდაპირველად რამდენიმე დღის განმავლობაში აღმატებული აგზნებულების მდგომარეობაშია. მხოლოდ ამის შემდეგ იწყება აგზნებულების დაცემა და ამასთან ერთად ყველა ფუნქციების დასუსტება (Wedensky[1])

პარაბიოტული ნაწილის მოსვენების ელექტროდენი. პარაბიოტული ნაწილი როგორც დაზიანებული რასაკვირველია მოსვენების დენს იძლევა (Wedensky [1]). ამ ნაწილში არა მარტო აგზნებადი ნივთიერების მოქმედება ბრკოლდება ნივთიერებათა ცვლის გაცუდების გამო, არამედ თვით ცოცხალი ნივთიერება საერთოდ თანდათან უნდა მცირდებოდეს იმავე მიზეზით. ეს პროცესი კი, როგორც კუნთის ფიზიოლოგიაში აღვნიშნეთ, ელექტრობას ე. ი. მოსვენების დენს წარმოშობს, რომელიც ნიშანდობლივად ირჩევა მოქმედების დენისგან, იმით რომ პირველი ურითმოთ მიმდინარეობს და პარაბიოტული ნაწილის ფარგლიდან არ გამოდის. ცხადია მოსვენების დენი სწარმოებს იმდენ ხანს, ეიდრე დაზიანებულ ალაგს ცოცხალი ნივთიერების დაშლა არ დასრულდება.

აგზნების ინტენსიობის შემცირება მის პარაბიოტულ ნ-ილში გატარებისას. პარაბიოტული მდგომარეობის გაღრმავების დროს შემჩნეული იყო აგრეთვე ერთი დამახასიათებელი ნიშანი. სახელდობრ, როდესაც აგზნება პარაბიოტულ ნაწილში ერცელდება, მისი სისწრაფე და ინტენსიობა უცელელი არ რჩება, როგორც ეს ნორმულ ნერვში ხდება, არამედ მისი ინტენსიობა თანდათან მცირდები და ამასთან ერთად მცირდება მისი გა-მტარებლობის სისწრაფეც. (Beruttau [1]) Fröhlich [4]). ამ მოელენას აგზნების დეკრემენ-ტით გავრცელება უწოდეს. რიმ ნორმულ ნერვში აგზნება შეუმცირებლად და სისწრაფის. შეუცელელად ერცელდება, ეს დამტკიცებული იყო არა ერთი მეცნიერის მიერ. „ან სულ, არ არა-ფრის“ კანონით ეს ასეც უნდა იყოს. ნერვული ბოკკოს თვითეული წერტილში აგზნებადი ნივთი-ერება „ან სულ, ან არაფრით“ უპასუხებს მიუხედავათ იმისა, თუ რა გზით იგზნება: პირდაპირი. გაღიზიანებით, თუ მეზობელ წერტლილიდან აგზნების გავრცელებით. ვინაიდან პარაბიოტულ ნ-წილში აგზნება დეკრემენტით ერცელდება, აქედან ის დასკვნა გამოიყვანეს, რომ პარაბიოტული ნაწილის მოქმედება არ სწარმოებს „ან სულ ან არაფრის“ კანონის მიხედვით, რომ ამ ნაწილში აგზნებადი ნივთიერება ნაწილობრივ იგზნება. მაგრამ აღნიშნული მოვლენა ნათლად შეიძლება აიხსნას ისე, რომ ცნობილი კანონი არ იყოს დარღვეული. პარაბიოზი ანუ კედომის პროცესი მთელ პარაბიოტულ ადგილში ერთნაირი ტემპით არ მიმდინარეობს. ცენტრალურ ნაწილში, სადაც გარეგანი აგენტი უმთავრესად მოქმედებს, პარაბიოზი უფრო ადრე და უფრო მძლავრად ეოთარდება, ვიდრე მის მეზობელ ნაწილებში. თავის თავად ცხადია, რომ როგორც გინდა იყო გარეგანი აგენტი: ქიმიური ნივთიერება თუ მაღალი ტემპერატურა ან თუ ელექტროდენი, იგი იმოქმედებს არა მარტო იმ ალაგზე, სადაც მას მიადებენ, არამედ მეზობელ ნაწილებზედაც. მაშ., აქაც პარაბიოზი განვითარდება, ხოლო უფრო გვიან და უფრო სუსტად და მასთან მით უფრო გვიან და სუსტად, რაც უფრო დაშორებული იქნება ეს ალაგი ცენტრალურ ნაწილიდან. თანახმად ამისა აგზნებადი ნივთიერება უფრო მეტი რაოდენობით უნდა მოიპოვებოდეს პერიფერიულ ნაწილში, ვიდრე ცენტრალურში. ამიტომ აგზნების პროცესი და მისი გამტარებლობის სისწრაფეც უფრო მეტი უნდა იყოს პერიფერიულ ნაწილში, ვიდრე ცენტრალურში. ამას გარდა აგზნების დასუსტებას მისი გავრცელების დროს პარაბიოტულ ნაწილში ერთი სხვა მიზეზიც აქვს. პარაბიოტულ ნაწილში ნერვულ ბოკკოთა სრული პარაბიოზი, ე. ი. აგზნებულების და გამტარ-ბლობის სრული მოსპობა ერთსა და იმავე დროს არ ხდება და არც ერთსა და იმავე დონეზე. მისდამიხედვით თუ როგორია ბოკკოს მდებარეობა, სრულ პარაბიოზს ზოგი ბოკკო ადრე გა-ნიცდის, ზოგი გვიან და მასთან სხვადასხვა დონეზე. ამის გამო აგზნების გავრცელებისას პარა-ბიოტულ ნაწილში აგზნებულ ბოკკოთა რიცხვი თანდათან უნდა მცირდებოდეს. ამნაირად მო-ქმედების ელექტროდენის დასუსტება, როდესაც აგზნება პარაბიო-ტულ ნაწილში ერცელდება, უნდა ხდებოდეს იმის წყალობით, რომ ჯერ ერთი აგზნებადი ნივთიერების მარაგი პერიფერიულ ნაწილში უფ-რო მეტი უნდა იყოს, ვიდრე შუა ალაგას და მერე აგზნებულ ბოკკოთა რაოდენობა აგზნების გავრცელების მიმართულებით თანდათან უნ-და კლებულობდეს (ბერიტაშვილი[5]).

საგულისხმოა, რომ იაპონელი მეცნიერის გ. კატოს და მის მოწაფეთა [12]) გამოკვლევე-ბით აგზნება ვრცელდება დეკრემენტით პარაბიოტულ ნაწილში მხოლოდ ნორმულ ნაწილთან მახლობლად. თუ რომ ვიმოქმედებთ დამაზიანებელი აგენტით ნერვის დიდ მანძილზე—რამდენი-მე სანტიმეტრი, მაშინ ნორმულ ნაწილიდან რამდენიმე მილიმეტრით დაშორებით აგზნების გა-ვრცელება სრულიად უდეკრემენტოთ სწარმოებს. ცხადია, იქ სადაც ნარკოტიულმა ნივთიერებამ სრულიად თანაბარი მდგომარეობა შექმნა, აგზნება უნდა ერცელდებოდეს, ისე როგორც ნორმულ ნერვში სრულიად უცელელად: არ უნდა ცვალებადობდეს ამ გავრცელების დროს არც აგზნების ინტენსიობა და არც მისი გამტარებლობის სისწრაფე.

პარაბიოტული მდგომარეობის სხვადასხვა სტადიების დამახასიათებელი ეფექტების წარმოშობა. აღნიშნულ ფუნქცი-ონალურ ცვლილებათა თვალთსაზრისით ადვილად შეიძლება აიხსნას პარაბიო-ზის თვითეული სტადიის თავისებურება. ტრანსფორმაციულ სტადიას ახასიათებს

აგზნების რითმის შემცირება და უსწორმასწორობა. ეს არის შედეგი შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის გაგრძელებისა. თუ ტეტანური გაღიზიანება წუთში 50—100-ჯერ ნორმულ ნერვში 50—100 მძლავრ აგზნების იმპულსს იძლევოდა, ეს იმიტომ ხდებოდა, რომ თვითეული გაღიზიანება რეფრაქტორული ფაზების შემდეგ მოდიოდა. პარაბიოზის დასაწყისში კი თვითეული გაღიზიანება შეფარდებითი ფაზის დროს მოდის ამ უკანასკნელის გახანგრძლივების გამო და ამიტომ თვითეული მეორე, ხან მეორე და მესამე გაღიზიანება ან სულ არ გამოიწვევს აგზნებას ან და მცირე ინტენსივობის აგზნებას მოიცემა.

ტრანსფორმაციულ ფაზაში მექანიკური ეფექტის ცვლილება: ჯერ სწრაფი შეკუმშვა და მერე მაშინვე თანდათანობით მოდუნება—აგრეთვე შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის გაგრძელებაზე და გაღრმავებაზეა დამოკიდებული. როგორც აღვნიშნეთ, სწრაფი დაღალვის გამო შეფარდებითი ფაზა უკვე პირველი წუთების განმავლობაში მნიშვნელოვნად გრძელდება. ამის გამო თვითეული მომდევნო აგზნება პირველის შემდგომ თანდათან მცირდება. ეს კიდე თავის მხრივ იწვევს კუნთის შეკუმშვის დასუსტებას უფრო ადრე, ვინემ იგი მაქსიმალურ ოდნობას მიაღწევდა.

პარადოქსალური სტადიის თავისებურება, ე. ი. გაღიზიანება, რომელიც ნორმულ მდგომარეობისას ოპტიმალურ ეფექტს იწვევდა, ეხლა პესიმალურს იძლევა, აგრეთვე პირობადებულია შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზის გახანგრძლივებით, როგორ ეს უკვე ნაჩვენები იყო ზევით. პარადოქსალურ სტადიაში გაძლიერებული გაღიზიანებაც უფრო ადვილად იწვევს პესიმალურ ეფექტს, ვიდრე ნორმულ მდგომარეობაში. გაღიზიანების გაძლიერებით აგზნების რითმი მატულობს და ეს ხელს უწყობს პარაბიოტულ ნაწილში აგზნების იმპულსთა ინტენსივობის მეტის-მეტად შემცირებას, ჯერ ერთი დეკრემენტის გამოისობით, და მერე სწრაფი დაღალვისა გამო, როგორც ეს ზევით იყო აღნიშნული. ამის გამო აგზნების იმპულსებიდან მხოლოდ პირველი ერთი-ორი მიაღწევს პარაბიოტული ნაწილის მეორე ბოლოს. ამიტომ კუნთი მხოლოდ ერთ ორ აგზნებას იძლევა გაღიზიანების დასაწყისში და მასზე დამოკიდებულებით მხოლოდ ხანმოკლე მარტივი სახის შეკუმშვას.

შემაკავებელა სტადიის დამახასიათებელი ნიშანია ის, რომ ნორმული პროქსიმალური ნაწილის ტეტანური გაღიზიანება შეკუმშვას არ იძლევა, პირიქით იგი აკავებს იმ შეკუმშვას, რომელიც პარაბიოტული ნაწილის გაღიზიანებით არის გამოწვეული. პროქსიმალური ნაწილიდან მოსული აგზნების იმპულსები იწვევენ პარაბიოტულ ნაწილში აგზნებას. ამას მოსდევს აქ გაძლიერებული რეფრაქტორული მდგომარეობა. ამავე დროს რომ პარაბიოტული ნაწილიც პირდაპირ გაეაღიზიანოთ, ცხადია საპასუხო ეფექტი შემცირებული იქნება.

ამნაირად **ნერვის კვდომის პროცესი და საერთოდ ყოველივე ცოცხალი ქსოვილისა წარმოადგენს ყველა სახიცოცხლო ფუნქციების თანდათანობით დაცემას ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის გაცუდებისა გამო.** მომაკვდავი ცოცხალი ქსოვილის მოქმედება სრულიად თავისებურ რამეს არ წარმოადგენს: აღნიშნული ტრანსფორმაცია აგზნების რითმისა, ოპტიმალური და პე-

სიმალური ეფექტი, დაღალვა და სხვა—ყველა ამ რეაქციებს ნორმული ნერვიც იძლევა. მთელი განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ ნორმულ მდგომარეობაში ეს რეაქციები უფრო მძლავრ, ხშირ და ხანგრძლივ გაღიზიანებისას იწვევა, ვიდრე მომაკვდავში.

კვდომის პროცესის ბუნება ვედენსკის თვალთსაზრისით. თითონ საკითხი ნერვის კვდომის პროცესისა იმ მოძღვრებასთან დაკავშირებით წარმოიშვა, რომელიც ნერვის გამტარებლობას და აგზნებულებას განიხილავდა, როგორც არსებითად სულ სხვა და სხვა მოელენას. იყო ისეთი ცდები, რომლებიც ამ ფუნქციების ერთი ერთმანეთისაგან გაყოფის შესაძლებლობას იძლეოდა (გრიუნჰაგენი [9]), ჰერცენი [10]). მაგ., შესაძლებლად იყო მიჩნეული სხვადასხვა ქიმიური აგენტების გავლენით ნერვში აგზნების უნარის დაკარგვა და გამტარებლობის შენარჩუნება. ვედენსკი დაინტერესდა ამ მოძღვრებით და პირველად დააყენა საზოგადო საკითხი ნერვის კვდომის შესახებ სხვა და სხვა ქიმიურ ნივთიერებათა გავლენის ქვეშ. ვედენსკიმ ამნაირი ჰიპოტეზა წამოაყენა. შედეგად მავნებელი აგენტის გავლენისა ნერვი განიცდის ერთგვარ აგზნებას, რომელიც იმით ირჩევა ნორმალურ აგზნებისგან, რომ მიმდინარეობს განუწყვეტლივ, ურითმოთ, როგორც ვედენსკი გამოსთქვამდა, პარაბიოტული აგზნება არის ურყევი. ამისდამიხედვ-ეით იგი ამტკიცებდა, რომ ამ დროს რეფრაქტორული მდგომარეობაც მუდმივია, რომ ვითომც მეორე და მესამე სტადიაში ნერვის პარაბიოტული ნაწილი შეფარდებით რეფრაქტორულ მდგომარეობას განიცდიდეს, მესამე სტადიის შემდგომ კი—სიკვდილის პირას—აბსოლუტურს. რადგანაც პარაბიოტული მდგომარეობა ნერვის საღ ნაწილებზედ არა ერცელდება. ვედენსკიმ აღიარა, რომ ეს თავისებური აგზნება მოკლებულია ნორმალური აგზნების გამტარებლობის თვისებას. ვედენსკიმ ამასთან ის აზრი გამოსთქვა, რომ ყოველივე ზედმოქმედება ამ ნაწილზედ, მაგ., იმპულსები ნორმალურ ნაწილიდან და აგრეთვე პირდაპირ ამ ნაწილის გაღიზიანება, პა-პარაბიოტულ მდგომარეობას აღრმავებსო. ამას მიაწერდა იგი ეფექტის ცვლილებას პარადოქსალური და შემაკავებელი სტადიის დროს. თუ მაგ. პარადოქსალური სტადიის დროს ძლიერი გაღიზიანება ეფექტს არ იწვევდა, ვედენსკის აზრით ეს იმაზე იყო დამოკიდებული, რომ პირველი შესამჩნევად აღრმავებდა ამ მდგომარეობას და მით შეუძლებლად ჰხდიდა აგზნების გატარებას პარაბიოტულ ნაწილში. თუ ამავე სტადიაში ნორმალურ ნაწილიდან გამომდინარე იმპულსები პარაბიოტულ ნაწილიდან გამოწვეული შეკუმშვას სპობდნენ, ეს იმას მოასწავებდა, რომ ნორ-მულ ნაწილიდან მიმდინარე იმპულსები პარაბიოზს აღრმავებდენ, რის გამოც პარაბიოტული ნა-წილის შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზა აბსოლუტურად უნდა ქცეულიყო.

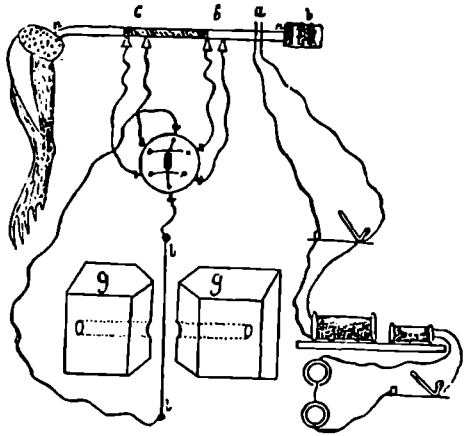
პრაქტიკუმი.

პარაბიოზის ექსპერიმენტალური შესწავლა. აიღებენ ბაყაყის ნერვკუნ-თის პრეპარატს n. ischiadicus—m. gastrocnémius. მოაქცევენ ნოტიო კამერაში და ისე შეისწავ-ლიან მის მოქმედებას კიმოგრაფის საშუალებით. ნერვის შეაალაგას პარაბიოზს გამოიწვევენ. ამისათვის ხმარობენ HCl-კოკაინის 0,5 პროცენტიან ხსნარს. ნერვზე ორი წყვილი ელექტროდ-ბია დადებული. ერთი პროკსიმალურ ბოლოზედ და მეორე პარაბიოტულ ალაგას. ორივე ალა-გი ცალკ-ცალკე ინდუქტორიუმით ლიზიანდება წუთში 50—100-მდე ჯერ. ორივე ალაგის ზღურბლს ოკვლევენ და შემდეგ ნერვის აღნიშნულ ალაგას ერთი სანტიმეტრის სიგძეზე ბამბით კო-კაინს წაუსვენ.

ამის შემდეგ აღიზიანებენ ნერვს ერთიდაიმავე ოპტიმალური გაღიზიანებით თვითეულ 3—5 წამში. პირველი ცვლილება მექანიკური ეფექტისა 15—20 წამის შემდეგ დაეტყობა: თუ თავდა-პირველად კუნთი იძლეოდა ჯერ სწრაფ და მერე დამატებით ნელა შეკუმშვას, ეხლა ეს დამა-ტებითი შეკუმშვა მცირდება და სრულიად ისპობა. ეს პირველი, პროვიზორული სტადიის მაჩვე-ნებელია. აგზნების რითმის ტრანსფორმაცია შეიძლება დაკვირვებულ იყოს მხოლოდ გალ-

ვანომეტრის საშუალებით. ამისათვის პარაბიოტულ ნაწილს ეინთხოვენის გალვანომეტრს შეუერთებენ, როგორც ეს სურათზეა ნაჩვენები (სურ. 83). გალვანომეტრის მაგიერ შეიძლება ტელეფონით ვისარგებლოთ. როგორც ამას ვედენსკი შერებოდა.

როდესაც ტემპერატურა 17—20°C უდრის, მაშინ პარადოქსული სტადია, როგორც ეს გამოიხატება შეკუმშვის მხრივ, 25—30 წამის შემდგომ დადგება. თუ ტემპერატურა დიდია, მაშინ ეს სტადია დაჩქარდება. პირიქით თუ ტემპერატურა დაბალია, ეს სტადია შეიძლება მხოლოდ ერთი საათის განმავლობაში დადგეს. შემდეგი შემაკავებელი სტადია ძლიერ სწრაფად მოსდევს, თუ ტემპერატურა მაღალია. ხოლო თუ ტემპერატურა ძლიერ დაბალია, მაშინ შეიძლება იგი ძალიან დაგვიანდეს, ან სრულებითაც არ წარმოიშვას. როდესაც დაკოკაინეებულ ალაგიდან ეფექტის გამოწვევა ისპობა, ე. ი. ნერვი სრულ პარაბიოზს განიცდის, მაშინ მთელს ნერვს ფიზიოლოგიურ ხსნარში რამდენიმე ხნით ჩადებენ. თუ ფიზიოლოგიური ხსნარის ტემპერატურა 17—20°C უდრის, ეს ხანი 15—30 წამს არ უნდა აღემატებოდეს. ამის შემდეგ პრეპარატის ზელაბალი გასინჯვა პარადოქსულ სტადიას აღმოაჩენს. თუ ფიზიოლოგიური ხსნარის ტემპერატურა მეტია, მაშინ ნერვის გამოსაბრუნებელი დრო უფრო ნაკლებია; თუ ტემპერატურა იმაზედ უფრო დაბალია, მაშინ, რასაკვირველია, ნერვის გამობრუნებას პირიქით უფრო მეტი დრო უნდა



სურათი 83.

სურ. 83. ეინთჰოვენის გალვანომეტრის საშუალებით პარაბიოზის შესასწავლი სქემა. ბაყაყის ნერვ-კუნთის პრეპარატი. ს—ხერხემლის ნაპერი, საიდანაც საჯდომი ნერვი nn გამოდის, a—გამაღიზიანებელი ელექტროდები, b და c მოქმედების დენის გალვანომეტრისკენ გამტარებელი ელექტროდები; კ—კომუტატორი (ერთნაირი იარალი, რომელსაც დენის მიმართულების შესაცვლელად ხმარობენ); სს—გალვანომეტრის სიმი.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. N. Wedensky, Pfl. Ar. 1903, 100, 5.
2. J. Berltoff, Z. Biol., 1923, 78, 231.
3. E. Adrian, J. Physiol., 1913, 46, 384.
4. Boruttan და F. Frölhich, Z. all. Physiol., 1904, 4, 153.

5. B. Werigo, Pfl. Ar., 1899, 76, 522.
6. N. Wedensky, Pfl. Ar. 1900, 84, 134.
7. H. Boruttau, Z. all. Physiol., 1904, 4, 134.
8. J. Vészi, Z. all. Physiol., 1912, 13, 320.
9. Grünhagen, Pfl. Ar., 1876, 6, 180.
10. Herzen, Centr. Physiol., 1899, № 18.
11. Д. Воронцов, Тр. физиол. Лаб. Петерб. Универс.,1911—1913,7—8.
12. Kato Genichi. The Theory of Decrementless Conduction in Narcotised Region of Nerve, Nankodo—Tokyo, 1924

7. ელექტროფიზიოლოგია.

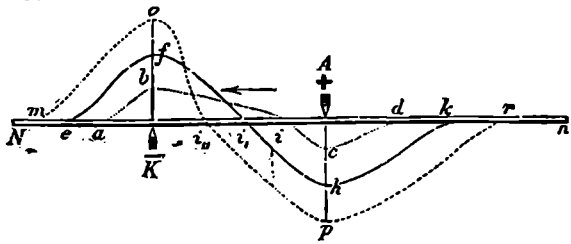
ელექტროფიზიოლოგია ეწოდება ცოცხალი ქსოვილის ყოველნაირ ელექტრული მოვლენების შესწავლას და აგრეთვე ყველა იმ ფუნქციურ ცვლილებათა შესწავლას, რომელნიც ამ ქსოვილში გარეშე ელექტროდენის გავლენით აღიძვრებიან. ცოცხალი ქსოვილების ელექტრულ მოვლენებს უკვე გავეცანით. ამათ ეკუთვნის მოქმედებისა და მოსვენების ელექტროდენი. ახლა უნდა განვიხილოთ თვით ელექტროდენის მოქმედება ცოცხალ ქსოვილზედ. ამ მხრივ დაწვრილებით შევეხებით განუწყვეტელი ელექტროდენის მოქმედებას ნერვ-კუნთის სისტემაზედ.

განუწყვეტელი ელექტროდენის პოლიუსებრივი მოქმედება. განუწყვეტელი ელექტროდენი სააგზნებო მოქმედებას ნერვის ან კუნთის მთელ იმ ფარგალში კი არ ახდენს, რომელიც პოლიუსთა შორისაა მოქცეული, არამედ მხოლოდ იმ ნაწილებში, სადაც ელექტროდენი შედის და გამოდის, ე. ი. სადაც კათოდი და ანოდი მდებარეობს. ამასთანავე ეს აგზნება ანოდზედ და კათოდზედ სხვადასხვა დროს აღიძერის: დენის ჩაკეტვის მომენტში კათოდზედ, გაღების დროს კიდე ანოდზედ (Pflüger[1]). ეს დიუბუა-რეიმონმა[2]) ამნაირად დაამტკიცა: ანოდი კუნთის მკვდარ ან უმოქმედო ნაწილზედ, მაგ., კუნთის მყესზედ მოათავსა, კათოდი კიდე თვით კუნთზედ. ამის შემდეგ დენის ჩაკეტვის დროს კუნთი იკუმშებოდა, მისი გაღების დროს კი შეკუმშვა არ ხდებოდა. ეს შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში მომხდარიყო, თუ კათოდის ალაგი ჩაკეტვის დროს ღიზიანდება, გაღების დროს კი არა. როდესაც ანოდი მოექცა კუნთზე, კათოდი კი მყესზე, მაშინ შეკუმშვას მხოლოდ გაღება იწვევდა. ეს ცხადად უჩვენებს, რომ ანოდზე გაღიზიანება მხოლოდ გაღებისას ხდება.

როდესაც განუწყვეტელი ელექტროდენი დიდი ინტენსიობისაა და ამასთანავე ხანგრძლივათაც მოქმედობს, მაშინ როგორც ელექტროდენის ჩაკეტვა, ისე-გაღება ხანგრძლივ ტეტანუსებრივ შეკუმშვას იწვევს. (რიტერის ტეტანური). ამ შეკუმშვას თან სდევს იმპულსების მთელი რიგი, როგორც ეს უკვე ზემოთ აღნიშნეთ.

ფიზიოლოგიური ელექტროტონი. განუწყვეტელი ელექტროდენის მოქმედება აგზნების გარდა გამოიწვევს აგზნებულების ცვლილებას. ეს მოვლენა დაწვრილებით შეისწავლა ფლიუგერმა[1]). აღმოჩენილი იყო, რომ დე-

ნის ჩაკეტვისას კათოდზედ აგზნებულება მატულობს, ანოდზედ კიდე პირიქით კლებულობს. აგზნებულებასთან ერთად გამტარებლობაც იცვლება: კათოდზედ იგი მატულობს, ანოდზედ კი—მცირდება. ამ მოვლენას ელექტროტონი ეწოდება. კათოდის ცვლილებას **კათელექტროტონს** უწოდებენ, ანოდისას კი—**ანელექტროტონს**. ეს ცვლილება მარტო პოლიუსზედ კი არა ხდება, ე. ი., სადაც ელექტროდებია, არამედ აგრეთვე მათი ორივე მხარის რამდენიმე მანძილზე. პოლიუსთა შორის ინდიფერენტული ალაგი მდებარეობს, რომელიც სუსტი და ზომიერ ელექტროდენის ხმარების დროს ანოდს უახლოვდება, ძლიერი დენის ხმარებისას კი—კათოდს. სურ. 84 გვაძლევს ნერვში აღნიშნული აგზნებულების ცვლილების სქემას.



სურ. 84.

სურ. 84. ფიზიოლოგიური ელექტროტონის დიაგრამა სხვადასხვა ინტენსივობის ელექტროდენისთვის. Nn—ნერვი (იგივე ნულის აბსცისა); K—კათოდი, A—ანოდი გალვანური ელექტროდენისა, რომლის წრე მოყვანილი არაა. ნერვის აგზნებულების ცვალებადობა დახატულია სამი ტალღობრივი ხაზით: a, b, c, d—სუსტი დენისას, e, f, h, k—საშუალო ინტენსივობის დენისას, m, o, p, r—ძლიერი დენისას. აბსცისის ზემოდან მრუდენი კათოდთან აგზნებულობის მომატებას უჩვენებენ, მის ქვემოთ კი—ანოდთან აგზნებულების დაცემას. მათი სიმაღლე ორივე მხარეს ელექტროტონულ ცვლილებათა ხარისხს უჩვენებს. i, i¹, i¹¹—იძლევიან ინდიფერენტული წერტილების მდებარეობას უცვლელი აგზნებულებით. ისარი უჩვენებს დენის მიმართულებას ნერვში (Laudois).

მაგრამ ამნაირი ელექტროტონური მოვლენები ყველა პირობებში არ ჩნდება. თუ განუწყვეტელი ელექტროდენი ნერვზედ ძლიერ და ხანგრძლივ მოქმედობს, მაშინ კათოდის აგზნებულება ჯერ სწრაფად ნორმას უბრუნდება, მერე ნორმაზე დაბლა დაიწევს და შეიძლება სრულიადაც მოისპოს (ვ ე რ ი გ ო ს კათოდური დეპრესია[4]). ამასთან კათოდზე გამტარებლობაც ცუდდება და ბოლოს სრულიად ისპობა (გ რ ი უ ნ ჰ ა გ ე ნ ი[5]), პ ე რ ნ ა[6]). ამავე დროს ანოდის შემცირებული აგზნებულება თანდათანობით გაივლის, ბოლოს ეს ალაგი უბრუნდება თავის ნორმალურ აგზნებულებას (პ ე რ ნ ა).

განუწყვეტელი ელექტროდენის გაღებისას აგზნებულება და გამტარებლობა თვითეულ პოლიუსზე უკუღმა მიმართულებით ცვალებადობს. გაღებისას კათოდზე აგზნებულება ნორმაზე დაბლა დაიწევს, ანოდზე კიდე პირიქით იგი მატულობს. გამტარებლობაც კათოდზე ცუდდება, ანოდზე კი უკეთესდება. რამდენიმე წუთის შემდეგ აგზნებულება და გამტარებლობა ორივე პოლიუსზე ნორმას უბრუნდება.

განუწყვეტელი ელექტროდენის ჩაკეტვისას ანოდზე, გაღებისას კი კათოდზე აგზნებულება შეიძლება სრულიადაც გაჰქრეს, თუ რომ ელექტროდენი ინტენსიურია (4 ვოლტი), ან და ძალიან ხანგრძლივი. ამავე დროს აგზნების გამტარებლობაც ისპობა. ელექტროდენის შეწყვეტის შემდეგ ნერვს აგზნებულების და გამტარებლობის უნარი უბრუნდება. მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში ეს უნარი საბოლოოთ იკარგება. ასე ხდება, თუ ხმარებული ელექტროდენი მეტად ძლიერი და ხანგრძლივი იყო.

ელექტროტონურ მოვლენათა წარმოშობა. ყველაზე უფრო გავრცელებულია ამ მოვლენათა ფიზიკოქიმიური ახსნა. ლ ი ო ბ ი ს (Loeb) აზრით ელექტროტონური მოვლენები პირობადებულია იონების ერთი პოლიუსიდან მეორეზე გადატანით, რომელსაც განუწყვეტელი ელექტროდენის გატარება იწვევს. ლ ი ო ბ ი ს[3]) დაკვირვებით ამ იონების მოქმედებაზე უნდა იყოს დამოკიდებული აგზნებულების ცვალებადობა პოლიუსებზე. ლ ი ო ბ მ ა პირველად მიაქცია ყურადღება იონების მოქმედებას ცოცხალ ქსოვილზე. მისი ცდებით ბაყაყის კუნთი რომ NaCl-ის $^1/_8$ ნორმალურ ხსნარში ჩავდოთ, დაახლოვებით ერთი საათის განელისას კუნთი შეკუმშვას იწყებს. თუ რომ ამ მარილის ხსნარი უფრო დიდი კონცენტრაციისა არის— $^1/_6$ ან $^1/_4$ ნორმალური ხსნარი, მაშინ ოთახის ტემპერატურისას შეკუმშვა მაშინვე ჩადების შემდეგ იწყება. ამნაირადვე მოქმედებს კალიუმის იონები, მხოლოდ კალიუმის მიერ გამოწვეული შეკუმშვა ისე დიდხანს არ გრძელდება. პირიქით Ca, Mg კატიონები კუნთის შეკუმშვას აბრკოლებენ: ნატრიუმის ან კალიუმის მიერ გამოწვეული შეკუმშვა ისპობა კალციუმის და მაგნიუმის ზეგავლენით. აქედან ლ ი ო ბ მ ა დაასკვნა, რომ აგზნების გამოწვევა კათოდზე განუწყვეტელი ელექტროდენის ჩაკეტვისას უნდა იყოს დამოკიდებული შემდეგი კოეფიციენტის მომატებაზე $\frac{Na, K}{Ca, Mg}$. ამაზედვე უნდა იყოს დამოკიდებული აგზნებულების მომატებაც. მართლაც დღეს ცნობილია, რომ კალიუმის და ნატრიუმის იონები აგზნებულებას მატებენ, როგორც კუნთს, ისე ნერვს, კალციუმის და მაგნიუმის კი პირიქით აგზნებულებას დასწევენ. ანოდზე აგზნებულების დაწევა ამ ფიზიკო-ქიმიური თვალთსაზრისით ამნაირად აიხსნება. როგორც ცნობილია, ელექტროლიზის დროს იონების მსვლელობის სისწრაფე ერთი და იგივე არ არის. მაგ., კალიუმის და ნატრიუმის იონების გადატანა უფრო სწრაფად სწარმოებს, ვიდრე კალციუმის და მაგნიუმისა. ამიტომ ნერვ-კუნთში განუწყვეტელი დენის გატარებისას Na, K-ის იონები უფრო მალე მიაღწევენ კათოდს ვიდრე Ca და Mg-ის იონები. ამის გამო აღნიშნული კოეფიციენტი ანოდზე მცირდება, როდესაც იგი კათოდზე მატულობს. ამაზე უნდა იყოს დამოკიდებული ანოდზე აგზნებულების დაწევა, როდესაც იგი კათოდზე მატულობს. როგორც ჩვენ უკვე გავეცანით (იხ. გვ. 47), სწორედ ასეთია რუსეთის ცნობილი მეცნიერის ლ ა ზ ა რ ე ვ ი ს აზრი. აგზნებულების ანოდზე დაწევაში აგრეთვე მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს ამ ალაგას ანიონების დაგროვებას (Чаговец[7]).

დღეს იონების კონცენტრაციის ცვლილებას უკავშირებენ აგრეთვე ნახევრად გამჭვირვალი პროტოპლაზმატური აპკების ცვლილებას. ამასთან მთავარ

მნიშვნელობას მიაკუთვნებენ იონების დაგროვებას კი არა, არამედ იმ ცვლილებას, რომელსაც ნახევრად გამტვირვალი აპკი მათი გავლენის ქვეშ განიცდის (Overton, Höber [10]). ამ აპკის ცვლილებას უკავშირებენ როგორც აგზნებულების მომატებას, ისე აგზნების გამოწვევას. ჰიობერის აზრით ზოგიერთი იონების გავლენით ცოცხალი ელემენტის პროტოპლაზმატური აპკის გასიეება-გაფაშარება ხდება და ამას აგზნების პროცესის წარმოება შეუფარდდება. სხვა იონები პირიქით ამკვრივებენ ამ აპკს და ამას შედეგად მოსდევს აგზნების განელება, აგზნების უნარის დაკარგვა. მაგრამ ეს რთული თეორიაც არ ეთანხმება ზოგიერთ ფაქტებს. მაგ., ბევრი ნივთიერება, როგორც კალიუმი და ნატრიუმი ამაგრებენ პროტოპლაზმატურ აპკს, მაგრამ მიუხედავად ამისა იმავე ჰიობერის გამოკვლევით აგზნებულებას მატებენ.

ამ ბოლო ხანებში პერნა ეედენსკის ლაბორატორიიდან ამ კათოდის მოვლენას ისე იკვლევს, როგორც პარაბიოზის ორ სტადიას: პირველად აღმატებული აგზნებულება, შემდგომ—დეპრესია. ზევით უკვე იყო ნაჩვენები, რომ ზოგიერთი აგენტის გავლენით უპირველესად აგზნებულება მატულობს და მისი დაცემა მხოლოდ შემდეგ იწყება. ეს პერნას [12]) თვალთსაზრისი სრულებით მიაღები იქნებოდა, რომ ამავე დროს შესაძლებელი ყოფილიყო აგრეთვე პარაბიოზის თვალხედვით ანოდის ელექტროტონური ცვალებადობისთვის რაიმე ახსნა რომ მიგვეცა. როგორც ცნობილია, თუ განუწყვეტელი ელექტროდენის ინტენსიობა და ხანგრძლივობა გადიდებულ იქმნა, ანოდის აგზნებულების დაცემა გაიელის და ნორმალური აგზნებულება ბრუნდება. ეს მოვლენა პერნამ გაურჩეელად დასტოვა.

ფიზიკური ელექტროტონი. ზემოთ აღწერილი ელექტროტონური მოვლენების გარდა განუწყვეტელი ელექტროდენის გავლა ნერვში შემდეგ მოელენასაც იწვევს: პოლიუსთა ორივე მხარეზედ აღმოცენდება ერთნაირი ელექტროდენი, რომელსაც სწორედ ისეთი მიმართულება აქვს, როგორც თვითონ განუწყვეტელს. ამისი გამოკვლევა გალვანომეტრის საშუალებით სწარმოებს. ეს ნერვის ელექტროდენი მით უფრო ძლიერია, რაც უფრო ახლოა განუწყვეტელი ელექტროდენის ელექტროდებთან. იგი ნერვის ღეროში უფრო სწრაფად ვრცელდება, ვიდრე აგზნება. აღნიშნული ნერვის ელექტროდენი რაიმე ფიზიოლოგიურ პროცესს არ გამოხატავს. თუ ნერვი მოკლულ იქმნა ეთერით, მისი ფიზიოლოგიური პროცესები ისპობა, მაგრამ აღნიშნული ელექტროდენი კი რჩება (ბიდერმანი [11]). ამასთანავე გამოკვლეული იყო, რომ ნოტიო-გარსიანი მავთული იმავე პირობებში ასეთსავე ელექტროდენს იძლევა (მათეუჩი [13]). ამავე დროს ცოცხალი ნერვი, რომლის ბოკკოებს მიელინური გარსი არა აქვს, ამ ელექტროდენს არ გვიჩვენებს, თუმცა მას ფიზიოლოგიური ელექტროტონი აქვს. აქედან ცხადია, რომ **ნერვის ის ელექტროდენი, რომელიც განუწყვეტელ ელექტროდენის გატარების დროს აღიძვრება, საკუთარი ფიზიკური მოვლენაა.** ზოგი ავტორი განიხილავს მას, როგორც პოლიარიზაციულ ელექტროდენს, რომელიც ნერვის ბოკკოს ცენტრალურ ცილინდრს და მიელინურ გარსს შორის აღიძერება (ჰერმანი [11]). ზოგის აზრით კი ეს ფიზიკური ელექტროდენი წარმოსდგება იქიდან, რომ მიელინურ გარსში უფრო ცუდად გატარდება დენი, ვიდრე ღერძიან ცილინდრში და ამიტომ ელექტროდენი ძლიერ იწეწება, რის გამოც მისი ყულფები გალვანომეტრში გატარდება (Grünhagen).

განხილული წმინდა ფიზიკური ელექტროდენიდან უნდა გაირჩას მეორენაირი ელექტროდენი, რომელიც განუწყვეტელი დენის გატარებისას აღმოცენდება. ის ნაწილი, რომელიც განუწყვეტელი ელექტროდენის მოქმედებას განიცდის, თავის მხრივ იძლევა ელექტრობას: ეს ადგილი რომ შეუერთოთ სხვა ალაგთან ერთად გალვანომეტრს, მივიღებთ ისეთ ელექტროდენს, როგორც საერთოდ დაზიანებულ ალაგს შეეფერება. მაშ. ეს არის მოსვენების ელექტროდენი, რომელიც ცოცხალი ქსოვილის დაზიანებისას ვითარდება და რომელიც საზოგადოთ დამახასიათებელია პარაბიოტულ ნაწილისთვის (ვ ე დ ე ნ ს კ ი [15]). განუწყვეტელი ელექტროდენის გატარება უეჭველია პარაბიოტულ მდგომარეობას იწვევს და მასთან ერთად აღნიშნულ წმინდა ფიზიოლოგიურ ელექტროდენს.

ფ ლ ი უ გ ე რ ი ს შ ე კ უ მ შ ვ ი ს კ ა ნ ო ნ ი. როდესაც ნერვი განუწყვეტელი ელექტროდენის ჩაკეტვით და გაღებით ღიზიანდება, კუნთის შეკუმშვის სხვა და სხვაობა ელექტროდენის მიმართულებისა და ინტენსიობაზეა დამოკიდებული.

1. ძალიან სუსტი ელექტროდენი შეკუმშვას მხოლოდ ჩაკეტვის დროს იწვევს. ასე ხდება, როგორც კუნთისკენ მიმავალი ელექტროდენის ხმარებისას—ჩამავალი დენი, ისე კუნთის მხრიდან მომავალისას—ამავალი დენი.

2. საშუალო ინტენსიობის ელექტროდენი შეკუმშვას გამოიწვევს, როგორც ჩაკეტვის დროს, ისე გაღების დროს. ასე ხდება როგორც ამავალი, ისე ჩამავალი ელექტროდენის ხმარებისას.

3. დიდი ინტენსიობის ელექტროდენი შეკუმშვას მხოლოდ ჩაკეტვის დროს იწვევს, თუ მისი მიმართულება ჩამავალია; პირიქით, თუ ამავალია, მაშინ შეკუმშვას მხოლოდ გაღების დროს გამოიწვევს.

ამ მოვლენას საფუძვლად უდევს პოლიუსებრივი მოქმედების კანონი და ფიზიოლოგიური ელექტროდენი. როდესაც ნერვის გასაღიზიანებლად სუსტი ელექტროდენია ნახმარი, მაშინ შეკუმშვა მხოლოდ ჩაკეტვისგან წარმოიშვის, ვინაიდგან ჩაკეტვა უფრო მეტს გამაღიზიანებელ ძალას იჩენს, ვინემ გაღება. ამიტომ ორივე მიმართულების ელექტროდენი ეფექტს მხოლოდ ჩაკეტვისას იწვევს. როდესაც ელექტროდენი საშუალოა, მაშინ ამავე პოლიუსებრივი კანონის თანახმად, ეფექტს ორივე მიმართულების ჩაკეტვა და გაღება იწვევს. ხოლო თუ ხმარებული ელექტროდენი ძლიერია, მაშინ ფიზიოლოგიური ელექტროტონიც დიდ როლს თამაშობს. ჩამავალი ელექტროდენის ხმარებისას შეკუმშვას მხოლოდ ჩაკეტვა იძლევა, ვინაიდგან კათოდი კუნთის მხარისკენ არის და აქ გამოწვეული აგზნება კუნთამდე დაუბრკოლებლივ აღწევს. გაღება კი ეფექტს ვერ გამოიწვევს, რადგან ამ დროს კათოდზედ აგზნებულება და გამტარებლობა იმდენად ეცემა ძირს, რომ აგზნებას, რომელიც ანოდზედ იწვევა, არ შეუძლიან კუნთამდის გატარდეს. თუ ელექტროდენის მიმართულება ამავალია, მაშინ ჩაკეტვა ეფექტს არ იწვევს, რადგან აგზნებულებისა და გამტარებლობის დაცემა ანოდზედ აფერხებს კათოდზედ აღმოცენებული აგზნების კუნთამდე მიხწეევას. ეფექტს მხოლოდ გაღება იწვევს, რადგანაც გაღების დროს ნერვი ანოდზედ იგზნება, კუნთთან მახლობელ პოლიუსზედ.

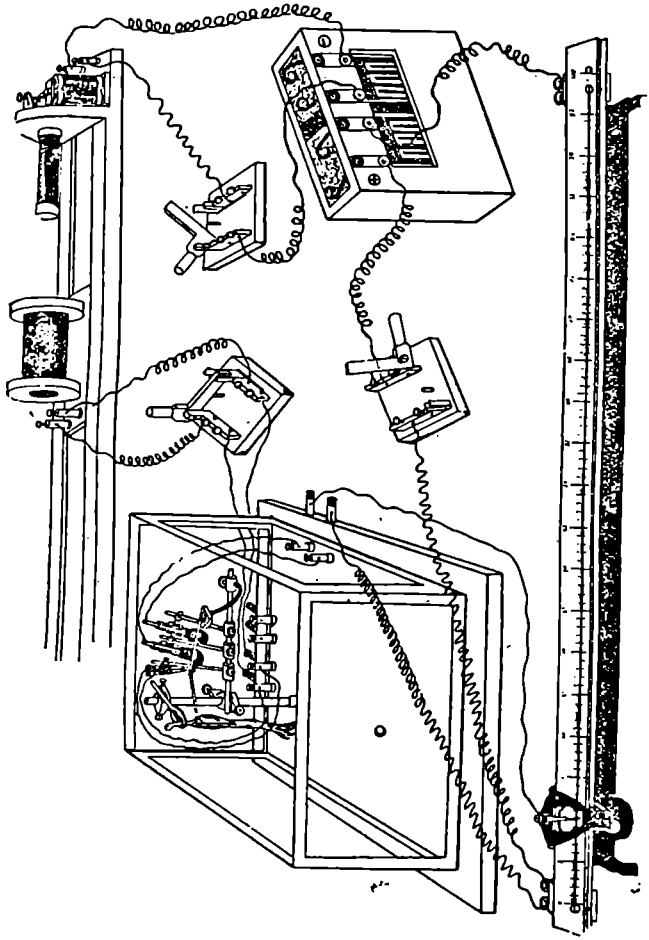
თუ ელექტროდი ნერვის დაზიანებული ნაწილის მახლობლად მდებარეობს, შეიძლება მეტად სუსტმა ელექტროდენმაც კი შეკუმშვა გამოიწვიოს, როგორც ჩაკეტვის, ისე გაღების დროს და ზოგჯერ გაღებისას უფრო ადვილად, ვიდრე ჩაკეტვისას. ასე ხდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ანოდი სუმბუქად დაზიანებულ ადგილზე სდგას. რადგან აქ აგზნებულება აღმატებულია დაზიანებისა გამო, ამიტომ გაღებისას ისეთსავე ეფექტს იძლევა, როგორც ჩაკეტვა, ან უფრო მეტს. თუ კიდევ დაზიანება იმდენად ძლიერია, რომ აგზნებულება პირიქით დაწეულია, მაშინ ეფექტი უფრო მეტად ცვალებადობს. განუწყვეტელი დენის მოქმედებას უერთდება დაზიანებული ნაწილში აღმოცენებული მოსვენების დენის ჩაკეტვა და გაღება. სახელდობრ, თუ დაზიანებულ ალგას ანოდია მოთავსებული, მაშინ ჩაკეტვა სუსტი ელექტროდენისა უფრო მეტ ეფექტს მოიცემა, ვიდრე ჩვეულებრივ; გაღება კიდევ გამოიწვევს ეფექტს უფრო მძლავრი ელექტროდენის ხმარებისას, ვიდრე ნორმულ ნერვში. პირიქით, თუ დაზიანებულ ადგილს კათოდია მოთავსებული, მაშინ სუსტი ელექტროდენის გაღება ეფექტს მოგვცემს. ჩაკეტვა კი არა. უკანასკნელი მხოლოდ მძლავრი ელექტროდენის ხმარებისას გამოიწვევს ეფექტს.

ინდუქციურ კვეთებათა პოლიუსებრივი და ელექტროტონური მოქმედება. რადგან ინდუქციურ კვეთებათა მოქმედება ძალიან ხანმოკლეა, ამიტომ აგზნება მხოლოდ კათოდზედ აღმოცენდება, ე. ი. ელექტროდენის ძალის ზრდისას. ინდუქციური კვეთების დროს ელექტროდენის ძალის დაცემა ანუ გაქრობა ანოდზე აგზნებას არ იწვევს, ეინაიდგან ეს ელექტროდენის გაქრობა მაშინ ხდება, როდესაც ცოცხალი ქსოვილი აბსოლუტურ რეფრაქტორულ ფაზაში იმყოფება წინასწარი აგზნებისა გამო. რასაკვირველია ეს ასე ხდება იმ შემთხვევაში, თუ ინდუქციური კვეთების ხანგრძლივობა აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზისაზე უფრო ნაკლებია. მაგრამ თუ ინდუქციური კვეთების ხანგრძლივობა რაიმე მიზეზით დიდი არის, როგორც მაგ. ინდუქციურ კოჭთა დაახლოებისას (გაღების ინდუქციური კვეთების ხანგრძლივობა კოჭთა დაახლოებისას 2 სიგმიდან 10 სიგმამდე და მეტადაც იზრდება), მაშინ აგზნებას გამოიწვევს თვითეული კვეთება არა მარტო კვეთების დროს ელექტროდენის ძალის გაზრდისას, არამედ მისი გაქრობისასაც, ე. ი. როგორც კათოდზე, ისე ანოდზე. ამნაირად თვითეული კვეთების საპასუხოდ ორი აგზნების იმპულსი იწვევა.

ინდუქციური ელექტროდენის მოქმედებით აგზნებულებაც იცვლება პოლიუსებზე, როგორც განუწყვეტელი ელექტროდენის ზეგავლენისას ხდება. მაშ., ინდუქციური კვეთების ძალის გაზრდისას ანოდზე აგზნებულება დაიწევს, კათოდზე კი მატულობს. ამნაირად იყო შემჩნეული, ელექტროდენი რომ ამავალი იყოს, ე. ი. როდესაც ანოდი კუნთთან ახლოა, მაშინ კოჭთა დაახლოვებისას ინდუქციური კვეთება სულ უფრო და უფრო სუსტ ეფექტს იწვევს კუნთში და შეიძლება სულაც არ მოიცეს. ეს იმაზეა დამოკიდებული, რომ კათოდზე აღმოცენებული აგზნება კუნთამდის ვერ აღწევს ანოდზე აგზნებულების და გამტარებლობის დაცემის გამო (Fick [16]). მხოლოდ კოჭების უფრო მეტად დაახლოვებისას კუნთის შეკუმშვა ხელახლად იწვევა, რომელიც ელექტროდენის გაძლიერებისას მატულობს. ეს შეკუმშვა უკვე დამოკიდებულია ანოდზე აგზნების აღმოცენებაზე ინდუქციური ელექტროდენის გაქრობის დროს.

პრაქტიკუმი.

პოლიუსებრივი შეკუმშვის კანონის დაკვირვება. ნერვ-კუნთის პრეპარატი, გამაღიზიანებელი ელექტროდები რამდენიმე სანტიმეტრით არიან დაშორებულნი. ამ ცდაში საშუალო ძალის განუწყვეტელ ელექტროდენს ხმარობენ. ამის გამო შეკუმშვას როგორც ჩაკეტვა, ისე გაღება იწვევს. ამისათვის საკმარისია ერთი აკუმულიატორი. როდესაც დადასტურ-



სურ. 85. ცდის მოწყობილება ელექტროტონური მოვლენების შესასწავლად. ნერვ-კუნთის პრეპარატი მთავრდებულია ნოტილ კამერაში. ნერვი გადებულია უპოლარიზაციო ელექტროდების წყვილზე, საითკენაც განუწყვეტელი ელექტროდენი იგზავნება კომპენსატორის შეწყობით და მით ელექტროტონური ცვლილება იწვევა. დიტალური ელექტროდის მახლობლად ყენთის მბრეიდან ალიტინის ელექტროდებია მიდებული ნერვზე, ამ ელექტროდებით იკვლევენ გაღიზიანების ზღურბლს განუწყვეტელი ელექტროდენის მოქმედებისას (ბერიტაშვილი).

სურ. 85.

დება, რომ როგორც ჩაკეტვა, ისე გაღება შეკუმშვას იწვევს. მაშინ ელექტროდების შუა ადგილზე უსვამენ ამონიუმს შუშის ჩხირით. შემდეგ ამოწმებენ გამაღიზიანებელ ელექტროდენის მოქმე-

დებას. თუ იგი ჩამავალია, ე. ი. კუნთისკენ არის მიმართული, მაშინ ეფექტს ჩაკეტვა გამოიწვევს, გაღება კი—არა. პირიქით, თუ მიმართულება ამავალია, ე. ი. კუნთის მხრიდან მომდინარეობს, მაშინ ეფექტს მხოლოდ გაღება გამოიწვევს, ჩაკეტვა კი--არა. აქედან ცხადად სჩანს, რომ ჩაკეტვის დროს აგზნება მხოლოდ კათოდზედ სწარმოებს, გაღების დროს კი მხოლოდ ანოდზედ.

ფიზიოლოგიური ელექტროდენის დაკვირვება. ნოტიო კამეროაში მოაქცევენ ნერვ-კუნთის პრეპარატს. განუწყვეტელ ელექტროდენს გაატარებენ უპოლიარიზაციო ელექტროდებით. აგზნებულების ცელილების დაკვირვებისათვის ადებენ აგრეთვე პლატინის ელექტროდებს კუნთის მხარეზე უპოლიარიზაციო ელექტროდიდან 1—2 მილიმეტრის მანძილზე (იხ. სურ. 85). ჯერ იპოვიან გალიზიანების ზღურბლს ფარადიზაციის მიმართ. მერე გაატარებენ საშუალო ინტენსიეობის განუწყვეტელ ელექტროდენს. თუ დენი ჩამავალაა, ე. ი. კუნთთან უახლოესი ელექტროდი კათოდია, მაშინ ჩაკეტვის შემდეგ გალიზიანების ზღურბლი დაიწევს 5—10 სანტიმეტრით, რაც აგზნებულების მომატებას უჩვენებს. მაშინვე გაღების შემდეგ კი გალიზიანების ზღურბლი მატულობს ნორმასთან შედარებით რამდენიმე სანტიმეტრით, რაც აგზნებულების დაწევას გამოხატავს. თუ დენი ამავალია, მაშინ კუნთთან უახლოესი ელექტროდი ანოდი იქნება. ამის გამო ჩაკეტვისას ზღურბლი მატულობს, გაღებისას კი კლებულობს.

ფლიუგერის შეკუმშვის კანონის დაკვირვება. ნერვ-კუნთის პრეპარატი ნოტიო კამეროაში. უპოლიარიზაციო ელექტროდები. ჯერ სინჯავენ სუსტი ინტენსიეობის განუწყვეტელი დენის მოქმედებას. ამას მიიღებენ კომპენსატორის საშუალებით. ამ ხელსაწყოს შეერთება ნაჩვენებია სურათზე. საშუალო ინტენსიეობის დენის მისაღებად სარგებლობენ იმავე კომპენსატორით ან და შეაყავთ წრეში მთლიანად ერთი აკუმულიატორი. მძლავრი დენის მისაღებად ხმარობენ ორ ან სამ აკუმულიატორს, რომელიც პირდაპირ ნერვის წრეში შეაყავთ.

არ შეიძლება, რომ სუსტი დენის მოქმედება გაიშინჯოს ერთს და იმავე პრეპარატზე მძლავრი დენის ხმარების შემდეგ. მძლავრი დენის გატარებისას აგზნებულება იმდენად ცვალებადობს, რომ სუსტი დენი უკვე სულ გადასხვაფერებულ ეფექტს იძლევა. მაგ. თუ რომ ანოდზე აგზნებულება მომატებულია ან და კათოდზე იგი დაწეულია მძლავრი დენის ხმარების გამო, მაშინ სუსტი დენი შეკუმშვას უფრო გაღებისას მოგვცემს, ვიდრე ჩაკეტვისას. შეცვლილი ეფექტი აგრეთვე შეიძლება მივიღოთ, თუ რაიმე მიზეზით დაზიანდა ნერვი, მაგ. თუ რომ გოგირდ-მჟავა ცინკი კუნთის მახლობელ ელექტროდიდან გამრეონა და ნერვს წვაცხო. ამ ალაგას აგზნებულება იკლებს, ამიტომ ჩამავალი დენის ხმარებისას არა მარტო გაღება, ჩაკეტვაც არ გამოიწვევს ეფექტს. რადგან კუნთთან მახლობელი ელექტროდი ისეთ ალაგას ძევს, რომელიც აგზნებულებას და გამტარებლობას ორივეს ერთნაირად არის მოკლებული.

ლიტერატურა.

1. E. Pflüger, Physiologie des Elektrotonus, 1859, Berlin.
2. E. du Bois Reymond, Unters. üb. d. tier. Elektrizität, 2, გვ. 383, 390.
3. J. Leob, University California Publication, 1905, 3, 9; Pfl. Ar. 1907, 116, 193; Динамака живого вещества. Русский перевод. 1910.
4. B. Werigo, Pfl. Ar., 1901, 84, 260 და 595; 1883, 31, 417.
5. A. Grünhagen, Elektromot. Wirk. leb. Gewebe, 1871, Berlin.
6. N. Paerna, Pfl. Arch., 1903, 100, 145.
7. B. Чаговец, Электрические явления в живих тканях, 1-часть, 1903, 2 часть, 1906.

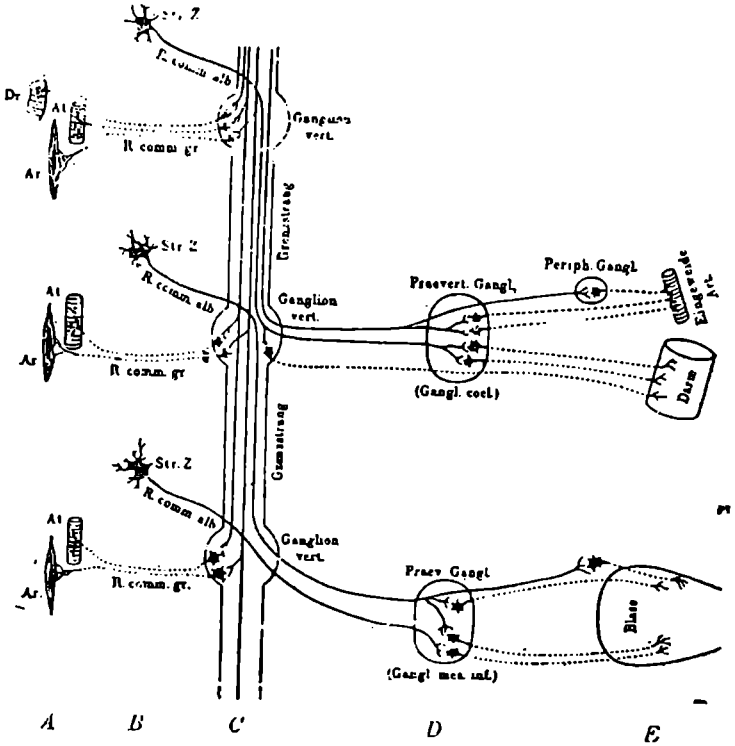
8. П. Лазарев, Ислед. по юнной теории возбуждения, 1916, Москва.
10 R. Höber, Physikalische Chemie der Zelle u. d. Gewebe, 1922, Leipzig.
11. W. Biedermann, Sitzungsb. d. k. Akad. zu Wien. Meth.—nat. Kl. 1884, 97, Abt. 3, გვ. 84.
12. Н. Пэрна, Тр. Физиолог. лабор. Петерб. университета, 1911—1912; VI—VIII.
13. Ch. Matteucci, Comp. rend. de l'akad. d. sciences, 1863, 56, 760; 1867, 56. 151, 194, და 884; 1864, 66, 580.
14. L. Hermann, Pfl. Ar., 1872, 5, 264; 1872, 6, 312; 1873, 7, 301.
15. N. Wedensky, Pfl. Ar., 1903, 100, 5.

8. ავტონომიური ნერვული სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგია.

ზოგადი ცნება. ხერხემლიან ცხოველთა ავტონომიური ნერვული სისტემა შეიცავს იმ პერიფერიულ ნერვულ სისტემას, რომელიც ემსახურება შინაგან ორგანოებს, სისხლის ძარღვებს და ჯირკვლებს. ავტონომიური ნერვული სისტემა ნიშანდობლივად განსხვავდება ცერებრო-სპინალურიდან. უკანასკნელის ცენტრიდან მომავალი ნერვული ბოჭკოები ისე მიაღწევენ პერიფერიულ ორგანოს, რომ გზადაგზა არსად გასწყდებიან. ავტონომიური სისტემის ასეთი მოჭკოები კი ვიდრე მიაღწევდენ მამოძრავებელ ან სასეკრეციო ორგანოს, უსათუოდ სადმე უნდა გასწყდნენ. ავტონომიური სისტემის ცენტრიდან მომავალი ბოჭკოები თავდებიან ნერვულ უჯრედებთან, რომელიც სიმპატიური წველის ან შინაგან ორგანოებში გაფანტულ კვანძებში და ან საზოგადოთ ავტონომიური სისტემის ბოჭკოთა გზებში მდებარეობენ. აქ თავდება ცენტრიდან მომავალი ნერვული ბოჭკოები და აქედან იწყება ახალი ნეირონები, რომელნიც პერიფერიულ ორგანოებს გაუწყვეტელად მიაღწევენ. შეიძლება ცენტრიდან მომავალ ნერვულ ბოჭკომ გაიაროს რამდენიმე კვანძი, მაგრამ იგი გასწყდება მხოლოდ ერთ კვანძში. ცენტრიდან მომავალ ბოჭკოებს, რომელიც სიმპატიურ კვანძებში სწყდებიან, უწოდებენ **პრეგანგლიურ ბოჭკოებს**; იმ ბოჭკოებს კიდე, რომელნიც ამ კვანძებიდან იწყებიან და სადმე პერიფერიულ მამოძრავებელ და სასეკრეციო ორგანოში საბოლოოდ თავდებიან, **პოსტგანგლიური უწოდეს**. (სურ. 86).

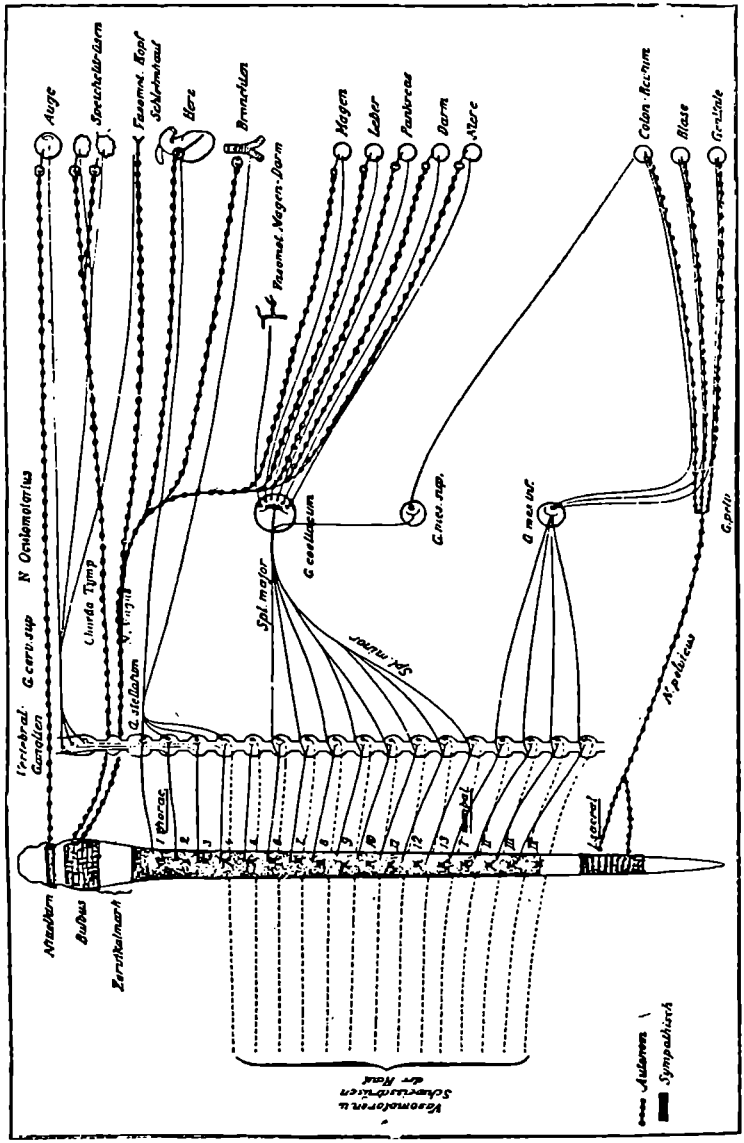
პრეგანგლიური ბოჭკოები გზადაგზა იყოფიან, ე. ი. იძლევიან კოლატერალებს. ეს ტოტებიც სწყდებიან რომელიმე კვანძში, ხშირად ძალიან დაშორებულ კვანძებშიაც. ყოველ შემთხვევაში ძნელი არაა იმის გამორკვევა, თუ რომელი ბოჭკო ეკუთვნის პრეგანგლიურს და რომელი პოსტგანგლიურს. პრეგანგლიურ ბოჭკოებს, რომელნიც ტვინიდან გამოდიან და კვანძებში თავდებიან, მიელინიანი გარსი აქვთ. პოსტგანგლიური ბოჭკობი კი უმიელინოა (სურ. 88). მაგრამ პრეგანგლიურ ბოჭკოებს მიელინიანი გარსი უფრო ნაკლები სისქისა აქვთ, ვიდრე ცერებრო-სპინალურ სისტემაში.

ავტონომიური სისტემის ანატომიური და ფიზიოლოგიური დანაწილება. იმისდამიხედვით თუ ცენტრალურ ნერვულ სისტემის რომელ ნაწილიდან გამოდის პრეგანგლიური ბოკკოები, ავტონომიური სისტემა შემდეგ ნაწილებად იყოფა.



სურ. 86.

სურ. 86. **ავტონომიური სისტემის აგებულობის სქემატური გამოხატულება.** A—კანი ზურგზე; B—ზურგის ტვინი C—სიმპატიური წველი: D—შიგნეულობათა დამატებითი სიმპატიური კვანძები; E—შიგნეულობა. Str. Z—წველის, ნერვული უჯრედები ზურგის ტვინში; Dr—ოფლის ჯირკვლები. At—კანის არტერიები; Ar.—arrectores pilorum (თმის მამოძრავებელი კუნთი), R. comm. gr.—ნაცარა rami communicantes; R. comm. alb.—თეთრი; Periph. Gangl,—პერიფერიული კვანძები შინაგან ორგანოთა ახლო ან მათ შიგნით; Praevert. Gang.—დიდი სიმპატიური კვანძები. Eingeweide Art.—შიგნეულების არტერია; Darm—ნაწლავი; Blase— საშარდე ბუშტი. პრეგანგლიური ნერეული ბოკკოები გამოხატულია განუწყვეტელი ხაზით, პოსტგანგლიური—პუნქტირით. ყველა აქ გამოყვანილი ნერეული ბოკკოები მხოლოდ ცენტრიდან მომავალთ ეკუთვნის, ე. ი. მამოძრავებელთ და სასეკრეციოთ (P. Schultz-ის)


Auge
Sprechzentr.-Darm
Pneumat. Kopf Schleimhaut
Herz
Bronchien
Pneumat. Magen-Darm
Magen
Leber
Pankreas
Darm
Niere
Colon descens
Blase
Genitale
N. Oculomotorius
Chorda Tymp.
N. Vagus
Spl. major
G. coeliacum
G. mes. sup.
G. mes. inf.
N. splanchnicus
G. pelvi
Vertebral-Ganglien
G. cervic. sup.
G. stellatum
Sympathicus
Medulla
Bulbus
Zerebrospinalmark
Vasomotorenzentren der Aorta
Autonom
Sympathisch

სურ. 87.

სურ. 87. **სქემატური გამოხატულობა ავტონომიური სისტემისა, მისი წარმოშობა და გავრცელება.** პარასიმპატიკური სისტემა შტრიხებიანი ხაზითაა ნაჩვენი, სიმპატიკური კი—განუწყვეტლივი ხაზით. Mittelhirn—შუა ტვინი; Bulbus—მოგრძო ტვინი; Zervikalmark—ზურგის ტვინის კელის ნაწილი; Vasomot. u. Schweissdrüsen b. Haut—ოფლის ჯირკვლები და კანის ვაზომოტორები; Auge—თვალი; Speicheldrüsen—ნერწყვის ჯირკვლები; Vasom. Kopf. Schleimhaut—თავისა და ლორწოვანი გარსის ვაზომოტორები; Herz—გული; Bronchien—ბრონხები; Magen Darm—კუჭი და ნაწლავები; Leber—ღვიძლი; Niere—თირკმელი; Colon-Rectum—კოლონჯი და სწორნ ნაწლავი; Genitale—სასქესო ორგანოები; Blase—შრდის ბუშტი; Spl.—n. splanchnicus; G. mes.—gang. mesenteriemu; ტვინის გვერდით მარჯვნივ ძვეს კვანძიანი წნული სიმპატიური სისტემისა. აქ გამოხატულია მხოლოდ ცენტრიდან მიმავალი ნერვები. სურათზედ ქვემო მარცხენა კუთხეში შეცდომით სწერია: „Autonom". უნდა იყოს: „Parasympathicus" (Gottlieb და Meyer).

I. **სიმპატიური სისტემა.** ამას ეკუთვნის ანატომების სიმპატიური წველი.. ამ წველის პრეგანგლიური ბოჭკოები გულმკერდის და წელის ტვინიდან გამოდიან—დაწყებული კისრის მეორე სეგმენტიდან წელის მეოთხე სეგმენტამდე.

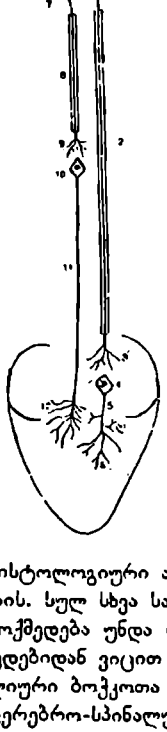
II. **პარასიმპატიური სისტემა.** ამ სახელს ავტონომიური სისტემის ყველა დანარჩენს ნაწილებს უწოდებენ, რომელთა პრეგანგლიური ბოჭკოები შუა და მოგრძო ტვინიდან გამოდიან—კრანიალური ანუ თავის ავტონომიური სისტემა. თავის სისტემის ბოჭკოები გამოდიან თავის ნერვებთან ერთად: nn. oculomotorius, facialis, glossopharingeus და vagus. სამღრთო სისტემის ბოჭკოები ზურგის ტვინის სამღრთოს ნაწილიდან შედიან plexus hypogasricus-ში და აქ იყოფიან n. Pelvicus-ის ტოტთა შორის.

აღნიშნული სისტემათა გავრცელების ფარგალი ერთნაირი ოდნობისა არ არის. სიმპატიური სისტემა (ანატომებისა) მთელს სხეულში ვრცელდება. პარასიმპატიური სისტემის ბოჭკოები კი მხოლოდ განსაზღვრულ ფარგლებში მოიპოვებიან. ამას გარდა, სიმპატიური სისტემა იძლევა ნერვებს ყველა იმ ორგანოებისთვინაც, რომელნიც მათ აგრეთვე პარასიმპატიური სისტემიდან ღებულობენ. მაგრამ ამასთანავე ისეთი ორგანოებიც არსებობს, რომელნიც ნერვებს მხოლოდ სიმპატიური სისტემიდან ღებულობენ. ამნაირ ორგანოებს ეკუთვნიან: ოფლის ჯირკვლები, კანის წყლტუ კუნთები, და აგრეთვე შიგნეულობის ძარღვთა ერთი ნაწილი. მაშასადამე, მეტი ნაწილი ძარღვებისა და ყველა მასაზრდოებელი ორგანოები ნერვებს ორი სათავიდან ღებულობენ. (იხ. სურ. 87, 88).

ავტონომიური ნერვეული სისტემის შესახებ დაწვრილებითი ცნობები მოგვცა გამოჩენილმა ინგლისელმა მეცნიერმა ლენგლიმ (Langley[1]). მანვე მოგვცა სახელწოდება, ავტონომიური სისტემა, რადგან ეს სისტემა როგორც ანატომიის, ისე ფიზიოლოგიის მხრივ მართლაც თავისებურ რამეს წარმოადგენს. ლენგლი მიაკუთვნებს ავტონომიურ სისტემას აგრეთვე აუერბახის და მეისნერის ნერვეულ წნულს, რომელიც საკმლის მომნელებელი მილის კედელშია და პირდაპირი კავშირი ცენტრალურ ნერვეულ სისტემასთან არა აქვს. ლენგლიმ სიტყვა ავტონომიური მიტომ იხმარა, რომ ამით აღნიშნულიყო ძალიან მცირე დამოკიდებულება სიმპატიური და მისი მსგავსი პარასიმპატიური ნერვეული სისტემის მოქმედებისა ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე.

ნიკოტინის მეთოდი. პირველად გირშმანმა (1863) დაგვანახა, რომ ნიკოტინით შინაური კურდღლის მოწამვლა ადამბლებს სიმპატიურ სისტე-

მას, მაგ., მისი გაღიზიანება თვალის გუგის გაფართოებას აღარ გამოიწვევს. ამ ნიკოტინის თვისებით ლ ენ გ ლ ი მ ერცლად ისარგებლა. იგი ან მთელ ცხოველს შეუშხაპუნებდა ნიკოტინის ხსნარს, ან მხოლოდ ერთ რომელიმე კვანძს სწამლაედა ნიკოტინის ხსნარის წასმით (1—2%). ნიკოტინის მოქმედება მუდამ ერთი და იგივე ხასიათის აღმოჩნდა: იგი ადამბლებს სიმპატიური კვანძების უჯრედებს და მათ პრეგანგლიურ და პოსტგანგლიურ ბოჭკოებზე კი სრულებით არ მოქმედობს. როდესაც ნიკოტინით მთელი ცხოველია მოწამლული, მაშინ არც ერთი პრეგანგლიური ნერვის გაღიზიანება პერიფერიაზე ეფექტს არ იწვევს. პირიქით, პოსტგანგლიური ნერვების გაღიზიანება ჩვეულებრივ ეფექტს იძლევა. ხოლო როდესაც მხოლოდ ერთი კვანძია მოწამლული, მაშინ პრეგანგლიური ბოჭკოების გაღიზიანება ზოგან პერიფერიაზე იწვევს ჩვეულებრივ ეფექტს, ზოგან კი—არა. აქედან ცხადია, რომ ზოგი ბოჭკო ამ კვანძში უნდა სწყდებოდეს, ზოგი—არა. ამ ბოჭკოთა გაყოლებით მდებარე კვანძების მოწამვლით შეიძლება სწორედ გამოვარკვიოთ, თუ სად, რომელ კვანძში სწყდება თვითეული მათგანი, ე. ი. თვითეული პოსტგანგლიური ბოჭკო სად, რომელ ალაგას იწყება. ამნაირად იყო გამოკვლეული მთელი ავტონომიური ნერვული სისტემის კვანძების და მათი ბოჭკოების ურთიერთობა.



სურ. 88. გ უ ლ ი ს ნ ე რ ვ ე ბ ი ს დ ი ა გ რ ა მ ა. 1. N. vagus-ის განგლიური უჯრედი მოგრძო ტვინში (პირსიმპატიური სისტემა). 2. ამავე ნერვის პრეგანგლიური მიელინიანი ბოჭკო. 3. მისი დაბოლოება გულის ნერვულ უჯრედში (4). 5. პოსტგანგლიური უმიელინო ბოჭკო და მისი დაბოლოება გულის კუნთში (6). 7. გულის ამჩქარებელი უჯრედი მოგრძო ტვინში (სიმპატიური სისტემა). 8. მისი პრეგანგლიური მიელინიანი ბოჭკო რომელიც gl. stellatum-ის ნერვულ უჯრედთან (10). 9. მისი დაბოლოება gl. stellatum-ის ნერვულ უჯრედში (12). 11. პოსტგანგლიური უმიელინო ბოჭკო და მისი დაბოლოება გულის კუნთში. (Pembrey და Phillips).

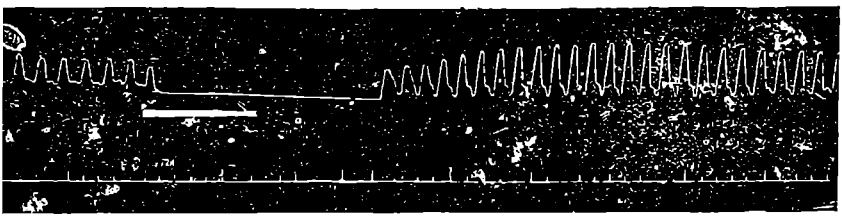
ავტონომიური ნერვული სისტემის ზოგადი თვისებანი. პრეგანგლიური ბოჭკოების ფუნქციური მოქმედება არსებითად არ უნდა ირჩეოდეს ცერებრო-სპინალურიდან. მართალია მათი აგზნების და რეფრაქტორული ფაზების შესახებ პირდაპირი ცდები არ არსებობს, მაგრამ მაინც შეიძლება ამის მტკიცება, ვინაიდან მათი ჰისტოლოგიური აგებულება არსებითად ისეთივეა, როგორც ცერებრო-სპინალურის. სულ სხვა საკითხია პოსტგანგლიური უმიელინო ბოჭკოთა შესახებ. მათი მოქმედება უნდა ირჩევოდეს ცერებრო-სპინალურიდან და მართლაც პირდაპირი ცდებიდან ვიცით ზოგიერთი რამ საგულისხმო ამის შესახებ. გულის პოსტგანგლიური ბოჭკოთა აგზნების პროცესი გაცილებით უფრო ხანგრძლივია, ვიდრე ცერებრო-სპინალური ნერვისა. ასეთი დასკვნა იყო გამოყვანილი შემდეგი დაკვირვებიდან. ცნობილია n. vagus-ის გაღიზიანება შეაკავებს გულის ავტომატიურ მოქმედებას. ეს შეკავება უფრო ხანგრძლივად და მძლავრად მაშინ სწარ-

ჩოებს, როდესაც გაღიზიანების რითმი 30 უდრის. თუ სიხშირე ან მასზე მეტია ან ნაკლები, გული სუსტად შეკავდება (ეორონცოეი[2]). შემაკავებელი მოქმედების შემცირება გაღიზიანების გახშირებისას წუთში 30 ზეევით არ შეიძლება მიეწეროს იმას, რომ თვით გაღიზიანებულ პრეგანგლიურ ბოჭკოებში დასუსტდა აგზნების იმპულსები მათი გახშირების წყალობით. უკანასკნელი ნერვი მსგავსად ცერებრო-სპინალურისა არ უნდა მოდიოდეს პესიმალურ მოქმედებაში ასეთი მცირე სიხშირით. მაშ., შემაკავებელი ეფექტის მოქმედების შემცირება აღნიშნულ შემთხვევაში უნდა მივაწეროთ პოსტგანგლიური ნეირონის შემაკავებელი მოქმედების შემცირებას. ალბად აბსოლუტური და შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზების ხანგრძლივობა ამ შემაკავებელი ნერვისა უფრო დიდია, ვიდრე ჩვეულებრივი ცერებრო-სპინალურისა. იგი უნდა უდრიდეს წუთის 0,033-ს, როდესაც ცერებრო-სპინალური ბოჭკოს ორივე ფაზის ხანგრძლივობა ბაყაყის ნერვში არ აღემატება წუთის 0,01-ს. აქედან შეიძლება გამოვიყვანოთ ბაყაყის გულის პოსტგანგლიონარული ბოჭკოს აგზნების ხანგრძლივობა. როგორც აღვნიშნეთ, შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზა აბსოლუტურზე ორჯელ უფრო ხანგრძლივია. მაშ., გულის პოსტგანგლიონარული ბოჭკოში აბსოლუტური ფაზის ხანგრძლივობა 0,01 უნდა უდრიდეს. ცხადია აგზნების პროცესის ხანგრძლივობაც ამას უნდა უდრიდეს.

აგზნების გამტარებლობაც პოსტგანგლიურ ნერვში ცერებრო-სპინალურზე გაცილებით ნაკლებია. მაგ. უახლოვეს დროის გამოკვლევით ბაყაყის სიმპატიურ ბოჭკოში, რომელიც საჯდომი ნერვის საშუალებით კანის ჯირკვლებში თავდება, გამტარებლობის სისწრაფე 2 მეტრს უდრის (Fischer და Schill[1]). შემდეგ ცნობილია, რომ სიმპატიური ბოჭკოებით რომელიმე ორგანოს ამოქმედება მოითხოვს გაცილებით მეტ გამაღიზიანებელ ძალას, ვიდრე ჩონჩხის კუნთის ამოქმედება ცერებრო-სპინალური ნერვის საშუალებით. ასე რომ პოსტგანგლიური ნეირონის აგზნებულება ცერებრო-სპინალურზე დაბალი უნდა იყოს. ამ ფაქტებიდან ცხადლივ სჩანს, რომ **საზოგადოთ უმიელინო პოსტგანგლიური ბოჭკოებში აგზნების პროცესი, მისი გატარება და საერთოდ ყველა პროცესები გაცილებით უფრო ნელა უნდა სწარმოებდენ, ვიდრე ცერებრო-სპინალურ მიელინიან ბოჭკოებში.**

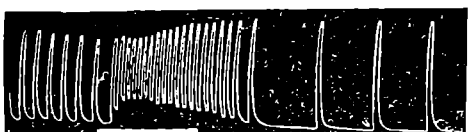
ანტაგონისტური მოქმედება სიმპატიური და პარასიმპატიური სისტემისა. აღნიშნული ორკეცი ინერვაცია შემდეგ ქარაქტერულ ფიზიოლოგიურ მოქმედებას აწარმოებს. თვის და სამღრთოს ავტონომიური სისტემა წარმოადგენს სიმპატიური სისტემის ფიზიოლოგიურ ანტაგონისტს. თუ ერთი სისტემის ნერვი პერიფერიულ ორგანოში აგზნებას გამოიწვევს, მეორე სისტემის ნერვი იმავე ორგანოში უთუოდ შეკავებას იძლევა. მაგ.: თვის ავტონომიური სისტემა n. oculomolorius-ის საშუალებით თვალის გუგის შევიწროებას იწვევს, გულმკერდიდან მომდინარი სიმპატიური ნერვი კი მის გაგანიერებას. გულში n. vagus-ის საშუალებით თვის ავტონომიური სისტემა გულის ცემის განელებას იწვევს, სიმპატიური ნერვი კი—მის აჩქარებას. ბაყაყის n. vagus-ი იერთებს სიმპატიკუსის პოსტგანგლიურ ბოჭკოებს, რომელნიც გულის მოქმედებას

აცხოველებენ. ამიტომ n. vagus-ის გაღიზიანება ზოგიერთ შემთხვევაში იძლევა გულის მოქმედების შეკავებას (სურ. 89), ზოგჯერ კიდევ აჩქარებას (სურ. 90) ეს დამოკიდებული უნდა იყოს სხვათა შორის შემაკავებელ და ამჩქარებელ ბოჭკოთა განაწილებაზე ნერვულ ღეროში. თუ ამჩქარებელ ბოჭკოებს ხედაპირული მდებარეობა უპირავთ, მაშინ სუსტი ფარადიული გაღიზიანება გულის აჩქარებას გამოიწვევს. შეკავება კი უფრო მძლავრი გაღიზიანებისას მოხდება. პირიქით, თუ ამჩქარებელ სიმპატიურ ბოჭკოებს ღრმა მდებარეობა აქვთ, მაშინ სუსტი გაღიზიანება შეკავებას გამოიწვევს. აჩქარება შეიძლება მძლავრი გაღიზიანების შიერაც იყოს გამოწვეული, ხოლო გაღიზიანების დროს კი არა, არამედ მის შემდეგ. ეინაიდგან გაღიზიანების დროს შემაკავებელის მოქმედება კადააჭარბებს ამჩქარებელისას. ხოლო გაღიზიანების შემდეგ შესაძლებელია სიმპატიუსის ამჩქარებელმა შემდეგმოქმედებამ კადააჭარბოს ვაგუსის შემაკავებელ შემდეგმოქმედებას (სურ. 89).



სურ. 89.

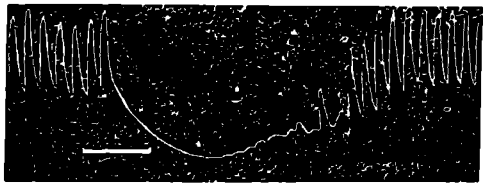
სურ. 89. Vago-sympathicus-ის შემაკავებელი მოქმედება აბაკაკის გულზე. ნერვი ღიზიანდება დიდი ინტენსიობის ფარადიზაციული ელექტროდენით. გაღიზიანების დრო აღნიშნულია თეთრი ხაზით. გაღიზიანების დროს და ცოტა მის შემდეგ გულის ცემა შეჩერებულია. ბრრმე კი მისი ბოქმედება პირიქით უფრო გაძლიერებულია. ოოგორც ამ ლიტერატურის ასე რითმის მბრრე, ვიდრე გაღიზიანებამდე იყო. (Pembrey და Phillips).



სურ. 90.

სურ. 90. N. sympathicus-ის ამჩქარებელი მოქმედება ბაკაკის გულზე. ნერვი ღიზიანდება მცირე ინტენსიობის ფარადიული ელექტროდენით. გაღიზიანების დრო აღნიშნულია თეთრი ხაზით. გაღიზიანების დროს გულის ცემა აჩქარებულია და გაძლიერებულია, რაც სიმპატიური ბოჭკოების უპირატეს გაღიზიანებას უნდა მიეწეროს. (Pembrey და Phillips).

კრანიალური სისტემა (n. vagus) ნაწლავთა ავტომატიურ მოძრაობას აძლიერებს, სიმპატიური კი მას ასუსტებს და კიდევაც სპობს (n. splanchnicus) (სურ. 91, 92). პარასიმპატიური საკრალური სისტემა საშარდე ბუშტის შეკუმშვას აძლიერებს (n. errigens), სიმპატიური კი მას აკავებს (nn. hypogastrici).

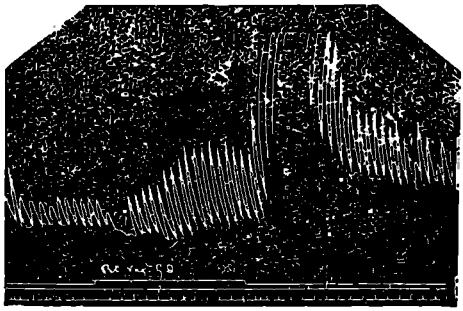


91.

[illegible]

91

[illegible] Isochronous [illegible] (Starling).



92.

[illegible] (Starling).

ავტონომიური სისტემის შემაკავებელი მოქმედების ბუნება. როგორც ავღნიშნეთ, როდესაც პარასიმპატიური სისტემა რომელიმე ორგანოში შეკავებას იწვევს, მაშინ სიმპატიური სისტემა ამ ორგანოში აგზნებას იძლევა. საკითხავია ეხლა, შეკავების პროცესი ავტონომიური სისტემისა რომელი შემადგენელი ნაწილის ფუნქციას შეადგენს. აქ მხედველობაში უნდა მივიღოთ შემდეგი ნაწილები: პრეგანგლიონული ნეირონი, პოსტგანგლიური ნეირონი და ნერვის დაბოლოვება. პრეგანგლიური ნეირონები რომ მხოლოდ გაატარებენ აგზნებას ცენტრალურ სისტემიდან და ამ მხრივ ისინი არ უნდა ირჩევოდენ ჩვეულებრივ ცერებრო-სპინალურ ბოჭკოებიდან, ეს იქიდან სჩანს, რომ შეფარდებული პოსტგანგლიური ბოჭკოების გაღიზიანება სწორედ ისეთსავე შეკავებას იძლევა. ეს უკანასკნელი ფაქტი პირდაპირ მიგვითითებს, რომ შეკავება არაა დამოკიდებული პოსტგანგლიური უჯრედის ანუ კვანძის უჯრედის თავისებურ მოქმედებაზე. ცხადია, შეკავება ვითარდება განსაზღვრული პოსტგანგლიური ბოჭკოს ზეგავლენით მაგრამ თვითონ ამ ბოჭკოს მოქმედება წარმოადგენს თუ არა თავისებურ რამეს, ე. ი. ამ ბოჭკოში აღმოცენებული პროცესი ირჩევა თუ არა არსებითად ჩვეუ-

ლებრივ აგზნების პროცესიდან, თუ ის სხვადასხვა პროცესები, რომელიც პოსტ-განგლიური ბოჭკოების გავლენით პერიფერიული ორგანოს უჯრედებში გამოიწვევა, თვით ამუ ჯრედების ნივთიერების თავისებურებაზეა დამოკიდებული, აი საკითხი, რომელიც აქნობამდის გადაუწყვეტელია. არსებობს ისეთი ფაქტები, რომელიც ხელს უწყობენ მეორე აზრს. ცნობილია, რომ ადრენალინი სწორედ ისე მოქმედებს, როგორც სიმპატიკუსი, პილოკარპინი კიდე ისე, როგორც პარასიმპატიკუსი. დამტკიცებული იყო, რომ ეს ორივე ნივთიერება აწარმოებს თავის მოქმედებას ისეთ შემთხვევაშიაც, როდესაც ნერვების მოქმედება სრულიად მოსპობილია მათი გადაჭრის შემდეგ დეგენერაციისა გამო (Lewandowsky [4]), Langley [5]), Elliot [6]), Anderson [7]). მაშ., ამ შხამების სიმპატიური და პარასიმპატიური ხასიათის მოქმედება სწარმოებს ნერვების საშუალებით კი არა, არამედ პირდაპირ მომაძრავებელი თუ სასეკრეციო ორგანოს უჯრედებზე მოქმედებით. აი ასეთი ფაქტების ნიადაგზე ლ ე ნ გ ლ ი ს [1]) დაასკვნა, რომ კუნთის და ჯირკვლის უჯრედში, სადაც ავტონომიური სისტემა ბოლოვდება, არსებობს ორნაირი მიმღებელი ნივთიერება (receptive substance): ერთი იწვევს აგზნებას, მეორე კიდეკ შეკავებას. სიმპატიურ და პარასიმპატიურ პოსტგანგლიურ ნერვებს შეუძლიან გამოიწვიონ როგორც შეკავების, ისე აგზნების ეფექტი. შედეგის თავისებურება დამოკიდებული იქნება იმაზე თუ უჯრედის რომელ ნივთიერებაზე მოქმედებს ესა თუ ის ნერვი.

ლ ე ნ გ ლ ი ს მიერ გამოთქმულ აზრს კარგად უდგება შემდეგი ფაქტი: n. vagus-ის და eccelerans-ის გაღიზიანებისას ბაყაყის გულში ვითარდება ისეთი ნივთიერება, რომელიც საზოგადოთ გულზე შეფარდებული ნერვის მსგავსად მოქმედებს. N. vagus-ის გაღიზიანებით რომ გული ხანგრძლივად შევაყენოთ და მერე ამ დროს განმავლობაში გულში გაელილი სისხლი ან რინგერის ხსნარი გავატაროთ სხვა ცემულ გულში, უკანასკნელი შეკავდება. სიმპატიკუსის გაღიზიანების დროს შეკრეფილი სისხლი ან რინგერის ხსნარი კი პირიქით გულის მოძრაობას აძლიერებს და ახშირებს. გულის შეცულობის თავისებური მოქმედება არ უნდა იყოს შედეგი იმ ნივთიერების ცვლისა, რომელიც შეკუმშვას ანუ მექანიკური ეფექტის წარმოებას მოსდევს, რადგან ბაყაყის n. vago-sympathicus-ის გაღიზიანებისას შეკავებული გულის შეცულება ზოგჯერ ამჩქარებელ თვისებას იჩენს (Loewi [8]). ჯერ გამორკვეული არაა თუ რომელ ნივთიერებაზეა დამოკიდებული გულის შეცულობის თავისებური მოქმედება. N. vagus-ის გაღიზიანებისას გულის შეცულობაში აღმოაჩინეს კალიუმის და ხოლინის რაოდენობის მომატება, მაგრამ აღნიშნული მოვლენების თავისებური მოქმედება ამ ნივთიერებებზე არ არის დამოკიდებული (Loewi [8]).

სიმპატიური და პარასიმპატიური სისტემის ანტაგონიზმი ზოგიერთ საწამლავთა მიმართ. არსებობს ზოგიერთი ისეთი საწამლავი, რომელიც ერთს სისტემაზე მოქმედობს, მეორეზე კი არა. **ადრენალინი**—თირკმლის ზედა ჯირკვლების სეკრეტი—ავტონომიურ სისტემაზე ასეთი შერჩევით მოქმედობს: სიმპატიურ სისტემაში იგი აგზნებას იწვევს, პარასიმპატიურ სისტემაზე კი სულაც არ მოქმედობს. ამასთანავე, თუ სიმპატიურ ბოჭ-

კოთა გაღიზიანება პერიფერიული ორგანოს მოქმედებას აძლიერებს, მაშინ ამ ორგანოს მოქმედებას ადრენალინიც ასწევს (ძარღვები, გული, ნერწყვის ჯირკვლები); პირიქით, თუ სიმპატიური ნერვის გაღიზიანება პერიფერიულ ორგანოში მოქმედებას აკავებს, მაშინ ადრენილინიც ამ ორგანოს მოქმედებას აკავებს (ნაწლავი, საშარდე ბუშტი), გამონაკლისს მხოლოდ ოფლის ჯარკვლები შეადგენს; იგინი ნერვს სიმპატიურ სისტემიდან ღებულობენ, თუმცა ადრენალინი მათზე არ მოქმედობს.

არის ისეთი საწამლავიც, რომელიც პარასიმპატიურ სისტემაზე მოქმედობს, ხოლო სიმპატიურ სისტემაზე—არა. **ატროპინი**, მაგ., ამდაბლებს პარასიმპატიური სისტემის მოქმედებას პერიფერიულ ორგანოებზე, სიმპატიურ სისტემაზე კი არ მოქმედობს. მეორე მხრივ, **მუსკარინი, პილოკარპინი, ხოლინი** პარასიმპატიური სისტემის აგზნებას იწვევენ; სიმპატაურ სისტემაზედ არც ესენი მოქმედებენ. აქაც ოფლის ჯირკვლები გამონაკლისს შეადგენენ. თუმცა ისინი ნერვებს სიმპატიურ სისტემიდან ღებულობენ, მაგრამ ატროპინი ამ ჯირკვლებს ადამბლავებს, მუსკარინი, პილოკარპინი, ხოლინი კი მათში აგზნებას იწვევენ.

ავტონომიური სისტემის მგრძნობიარე ნერვები. ავტონომიურ სისტემაში გარდა ცენტრიდან მომავალ ნერვებისა ცენტრისკენ მიმავალი, ე. ი. მგრძნობიარე ნერვებიც შედის. იმათი გზა ისე კარგად არაა გამორკვეული, როგორც პირველების. ლენგლის გამოკვლევით ამ მხრივაც გარჩევა არსებობს სამპატიურ და პარასიმპატიურ სისტემას შორის. თავისა და სალმრთოს ავტონომიური ნერვები ორივე მიმართულების ბოკკოებს შეიცავენ, გულმკერდის და წელის ავტონომიური ნერვები კი მეტ წილად ცენტრიდან მომავალ ბოკკოებისგან შესდგება. მხოლოდ შიგნეულობის მიმართ იგი შეიცავს ცენტრისკენ მიმავალ ანუ მგრძნობიარე ბოკკოებსაც, სხვა დანარჩენ ორგანოთა მგრძნობიარე ბოკკოები კი ზურგის ტვინის ნერვებით გაიელიან. ავტონომიური სისტემის მგრძნობიარე ბოკკოები არაფრით არ განსხვავდებიან სხვა ცენტრისკენ მიმავალ ბოკკოებიდან: ისინი გაიელიან ავტონომიურ სისტემას გაუწყვეტლივ, მათი უჯრედები ზურგის კვანძში მდებარეობენ, რომელნიც მათთვის ტროფიკულ ცენტრს წარმოადგენენ. ამ მგრძნობიარე ბოკკოებსაც მთელ მათს სიგრძეზე მიელინის გარსი აქვთ.

ავტონომიური სისტემის კვანძების ცენტრალური მოქმედების შესახებ. მარტო ის გარემოება, რომ ავტონომიური სისტემის მგრძნობიარე ნერვები გაუწყვეტლივ შედიან ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში, გვიმტკიცებს, რომ ავტონომიურ სისტემას არა აქვს დამოუკიდებელი რეფლექსური მოქმედების უნარი, რომ უკანასკნელი მხოლოდ ცენტრალური სისტემის საშუალებით სწარმოებს. კვანძების ჰისტოლოგიური აგებულება სრულიად ეთანხმება ამ დებულებას. თვითეული უჯრედი ცოტად თუ ბევრად გამოცალკევებულია, იგი დენტრიტებით ან ნეირიტის კოლატერალებით კვანძის სხვა უჯრედებს არ უერთდება, როგორც ეს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაშია. ამისდა მიუხედავად ზოგიერთი ავტორი შესაძლებლად სთვლის ავტონომიური კვანძების

რეფლექსურ მოქმედებას. მაგალ., როჟანსკი ამტკიცებდა, რომ ზურგის ტვინის დანგრევის შემდეგ ვაზომოტორული რეფლექსის მიღება შეიძლებაო, ე. ი. მხოლოდ ავტონომიური სისტემის საშუალებით. სახელდობრ, n. splanchnicus-ის ცენტრალური ნაპერის გაღიზიანებისას მან ნახა სისხლის წოლის რეფლექსური გადიდება, რომელიც სიმპატიური წველის გადაპრისას მოისპო. რადგან ზურგის ტვინი დანგრეული იყო, ცხადია ეს მოძრაობა სიმპატიური კვანძების საშუალებით უნდა მომხდარიყო. მაგრამ ამნაირ ნერვულ მოქმედებას ლ ენ გ ლ ი ს გამოკვლევით არ შეიძლება რეფლექსი დაერქვას. მისი აზრით, ამნაირი მოვლენა იმის გამო უნდა წარმოიშოს, რომ თვითეული ცენტრიდან მომავალი ნერვი, ე. ი. პრეგანგლიური ბოჭკო, კოლატერალებს რამდენიმე კვანძში იძლევა. როდესაც მისი ცენტრალური ნაპერი ღიზიანდება, აგზნება უკუღმა ვრცელდება და მერე კოლატერალების საშუალებით კვანძების მთელ წყებაზე გადადის. ამას რასაკვირველია პერიფერიული ორგანოს მოქმედებაც უნდა მოჰყვეს, სწორედ იქ, სადაც ამ კვანძების ნეირიტები ბოლოვდება. ცხადია, აქ მგრძნობიარე ნერვიდან მამოძრავებელ ნერეზე იმპულსის გადასვლასთან კი არა გვაქვს საქმე, არამედ თვითონ მამოძრავებელ ნერვში აგზნების უკუღმა გავრცელებასთან. ამნაირ ნერვულ მოქმედებას უწოდა ლ ენ გ ლ ი მ **„ფსევდო-რეფლექსი“ ან „პრეგანგლიური აქსონის რეფლექსი.“**

კიდევ მოვიყვან „ფსევდორეფლექსის“ მაგალითს, რომელიც ლ ენ გ ლ ი მ დაწერილებით გამოიკვლია. ს ო კ ო ვ ი ნ მ ა ‚ კატას გადაუჭრა ყველა ის ნერვი, რომელიც gl. mesentericum int.-ს ზურგის ტვინს უერთებს; შემდეგ გადასჭრა ერთი n. hypogastricus, რომელიც plex. hypogastricus-სკენ მიდიოდა, და ამ ნერვის ცენტრალური ნაპერი ელექტროდენით გაღიზიანა, გადაუჭრელ plexus hypogactricus-ის საშუალებით მიიღო საშარდე ბუშტის, sphincter ani int. შეკუმშვა და ძარღვთა შეკეწროვება mucosa recti-ის ქვემო ნაწილში. ლ ენ გ ლ ი მ [1]) დაამტკიცა რომ ს ო კ ო ვ ი ნ ის ცდაში მგრძნობიარე ნერვი კი არ ღიზიანდება, არამედ ცენტრიდან მომავალი. ლ ენ გ ლ ი მ დეგენერაციის საშუალებით გამოარკვია, რომ გადაჭრილ hypogastricus-ს არაეითარი კავშირი მგრძნობიარე ნერვულ კვანძებთან (gangl. spinalia და nn. sympathici) არა აქვს, რომ იგი პირაღებით ცენტრიდან მომავალ ბოჭკოებიდან შესდგება.

ყველა რეფლექსი ავტონომიური სისტემის ფარგალში მხოლოდ ტვინის საშუალებით სწარმოებს. ამ რეფლექსთა რკალი ზოგ შეთხვევაში თვითონ შიგნეულობათა ფარგლიდან იწყება, ზოგჯერ კი გარეგან ორგანოებში. ცნობილია, რომ თითქმის ყველა მგრძნობიარე ნერვის საშუალებით შეიძლება გამოეიწვიოთ სისხლის წოლის ცვლილება და აგრეთვე გულის ცემის შეკავებაც. შიგნეულობის გრძნობელობა დღეს საეჭვო არ არის. მაგრამ აქნობამდის გამორკვეული არაა, რა ნაირია ეს გრძნობელობა: ზოგიერთის აზრით ეფექტს მხოლოდ მძლავრი მტკივნეული გაღიზიანება იწვევს; შეხება და საერთოდ მცირე ინტენსიობის გაღიზიანება კი არ მოქმედობს. მაგრამ, ცნობილია, რომ ზოგიერთ პათოლოგიურ პროცესის დროს გრძნობელობა მეტად მატულობს. ამაზე უთითებს ის მოვლენაც, რომ გ ო ლ ც ის ცნობილი ცდა—„Klopf-versuch“-ად წოდებული უფრო კარგად გამოდის, თუ შიგნეულობაზე რამდენიმე ხნით ჰაერმა იმოქმედა. ეს ცდა იმაში მდგომარეობს, რომ შიგნეულობაზე ბუშტიკი დარტყმა გულის ცემას ანელებს n. vagus-ის საშუალებით. ავტონომიური სისტემის მგრძნობიარე ნერვები, ალბად, მონაწილეობას იღებენ შიგნეულობათა რეფლე-

ქსური თუ ავტომატიური მოქმედების რეგულიაციაში. ასეთია სწორედ n. depressor-ის როლი. იგი შეიცავს მგრძნობიარე ნერვებს აორტიდან და გულიდან. როდესაც არტერიული წოლა ნორმას გადააჭარბებს, მაშინ ეს მგრძნობიარე ნერვები ღიზიანდებიან. მათი აგზნება ცენტრალურ ნერვულ სისტემას გარდაეცემა და მის საშუალებით სწარმოებს სისხლის კალაპოტის გაგანიერება. ამით სისხლის წოლა ნორმას უბრუნდება.

ავტონომიური სისტემის კვანძების ტონური მოქმედება. ამტკიცებენ, რომ ავტონომიურ სისტემას აქვს ტონური გავლენა იმ ორგანოებზე, სადაც იგი მოიპოვება. მაგ. თვალის გუგის ტონური გაფართოვება დამოკიდებულია კისრის ზემო სიმპატიურ კვანძზე. ეს იქიდან გამოჰყავთ, რომ სიმპატიური ნერვის გადაჭრისას გუგა ვიწროდება (n. oculomotorius-ის გადაჭარბების გამო). მაგრამ ეს შევიწროვება მაქსიმალური არაა. ხოლო თუ ნახევარი საათის შემდეგ თვითონ ზემო კვანძი ამოსჭრეს, ან მას ნიკოტინი წაუსვეს, შევიწროვება მაშინვე მაქსიმალური ხდება. მაგრამ შულცის[3]) დაკვირვებით ყელის კვანძის უმტკივნეულო მოცილება არ იწვევს შეფარდებული თვალის გუგის შევიწროვებას. ლენგლის აზრით სიმპატიური კვანძების და საერთოდ ავტონომიური სისტემის ტონური მოქმედება ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზეა დამოკიდებული. მართალია ავტონომიური სისტემა რომ ცენტრალურს მოვაშოროთ ავტონომიური სისტემის ფარგალში ტონური მოქმედება არ ისპობა. მაგრამ ეს მოქმედება არაა რეფლექსური ხასიათისა. იგი დამოკიდებულია სხვადასხვა ჰორმენობის მოქმედებაზე, რომელიც თვითონ ორგანიზმის ქსოვილებში წარმოიშვება და მერე სისხლის საშვალებით მოძრავ ორგანოებზე მოქმედობს. ასეთია სხვათა შორის ადრენალინი, რომელიც თირკმელის ზედა ჯირკველში წარმოიშვება და მერე სხვადასხვა ორგანოებზე სიმპატიური სისტემის მსგავსად მოქმედობს, და ხოლინი, რომელიც საკმლის მომნელებელი მილის კედელში ვითარდება და ნაწლავთა მოძრაობაზე პარასიმპატიური სისტემის მსგავსად მოქმედობს.

ჩონჩხის კუნთის ავტონომიური ინერვაციის შესახებ. 1884 წელს ბრემერმა[11]) აღმოაჩინა, რომ კიდურთა და ენის კუნთის უჯრედებში ბოლოვდებიან როგორც მიელინიანი, ისე უმიელინო ნერვული ბოკკოები. ამ სიმპატიურ ნერვულ ბოკკოთა და ჩონჩხის კუნთის უჯრედთა კავშირი დაწელილებით იყო შესწავლილი ბუკეს (Boecke[1]) მიერ (1912-1917) და მის შემდეგ აგდურის Adguhr[13]) მიერ (1919). დეგენერაციის მეთოდით მათ დაამტკიცეს, რომ კუნთში არსებობს სიმპატიურ ნერვთა წნული, რომლიდანაც კუნთის უჯრედები ნერვულ ბოკკოებს მიმღებლობენ. მათი დაბოლოვება სწორედ ისეთივე ხასიათისაა, როგორიც საერთოდ ცნობილია ნორმული კუნთის ცერებრო-სპინალური მამოძრავებელი ნერვისთვის. ამ ჰისტოლოგიური ფაქტის მიხედვით დ ებორი (de Boer[14]) შეეცადა გამოირკვია სიმპატიკუსის ფუნქცია ჩონჩხის კუნთის მიმართ. მან შეამჩნია ბაყაყის, მერე კატის უკანა კიდურებზე ტონუსის შემცირება წელის სიმპატიკუსის გადაჭრის შემდეგ. აქედან მან დასკვნა ჩონჩხის კუნთის ტონური მოქმედების დამოკიდებულება სიმპატიურ ნერვულ სისტემაზე. ამავე

დროს არსებობს ისეთი დაკვირვებაც, რომ ტონური მოქმედების დროს კრეატინის რაოდენობა მატულობს, რომელიც ცილოვანი ნივთიერების დაშლის პროდუქტს წარმოადგენს. ამასთან ერთად შემჩნეული იყო, რომ ტონური მოქმედებისას გლიკოგენი არ იხარჯება, ნახშირ მჟავა ნორმაზე მეტი არ წარმოიშვება (Pekelharing და Hoogenhuyze [15]).

თანახმად ამ ფაქტებისა დ ე ბ ო ე რ ი ს აზრით სიმპატიკუსი იწვევს სარკოპლაზმაში ცილოვანი ნივთიერების დაშლას და ამას შედეგად მოჰყვება სარკოპლაზმატური ნივთიერების შეკუმშვა.

მაგრამ დ ე ბ ო ე რ ი ს შემდეგ მრავალი მეცნიერის მიერ იყო სიმპატიკუსის ტონური ფუნქცია შესწავლილი, მაგრამ უმეტესობამ დ ე ბ ო ე რ ი ს დასკვნა არ გაიზიარეს. მართალია, კატაზე წელის სიმპატიკუსის გადაკრის შემდეგ შეფარდებულ უკანა კიდურზე ტონუსი ისპობა; მაგრამ ეს მხოლოდ დროებითი მოვლენა აღმოჩნდა. რამდენიმე დღის (Negrin y Lopez და v. Brücke [16]) ან კვირის შემდეგ (Dusser de Barenne [17]) ტონუსი ხელახლად აღდგება და ნორმას უბრუნდება. ამიტომ შესაძლებელია გავიზიაროთ ლ ე ნ გ ი ს [18]) აზრი, აღნიშნული დროებითი დაკარგვა ტონუსისა დამოკიდებულია კუნთში მჟავე პროდუქტების შემცირებაზე სისხლის ძარღვების გაგანიერების გამო. შემდეგ დამტკიცებული იყო, რომ ტონური შეკუმშვა ბაყაყის უკანა კიდურის მომხვრელებისა, რომელსაც დ ე ბ ო ე რ ი შეისწავლიდა, რამდენადაც იგი იწვევა ცენტრალური ნერვული სისტემის საშვალებთ არაა დამოკიდებული სიმპატიურ სისტემაზე. სიმპატიკუსის გადაკრა, მისი გაღიზიანება სრულიად არ მოქმედებს ამ კუნთების რეფლექსურ ტონუსზე (ბ ე რ ი ტ ი შ ვ ი ლ ი [19]). აგრეთვე დამტკიცებული იყო, რომ ის არა რეფლექსური, კონტრაქტორული შეკუმშვა, რომელსაც მამოძრავებელი ნერვის ხანგრძლივი გაღიზიანება იწვევს, აგრეთვე არაა სიმპატიკუსზე დამოკიდებული (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [20]). ყველაზე უფრო საგულისხმო ფაქტი დ ე ბ ო ე რ ი ს ჰიპოტეზის საწინააღმდეგოდ იმაში მდებარეობს, რომ სიმპატიკუსის გაღიზიანება ჩონჩხის კუნთში შეკუმშვას არ იძლევა. ცხადია ჩონჩხის კუნთის სიმპატიკუსი რომ მამოძრავებელი ნერვი იყოს, იგი აქაც მოიცემოდა შეკუმშვას, როგორათაც იგი წყლტუ კუნთში იძლევა. სულ უკანასკნელ წლებში ო რ ბ ე ლ ი მ [28]) და მისმა თანამშრომლებმა [29]) მოიცეს ისეთი ფაქტები, რომ ვითომც სიმპატიკუსის გაღიზიანება პირდაპირ ჩონჩხის კუნთზედაც მოქმედობს, სახელდობრ მათ შეამჩნიეს, რომ ცერებრო-სპინალური გაღიზიანებით დაღლილი კუნთი იბრუნებს მოქმედების უნარს სიმპატიკუსის გაღიზიანების ქვეშ. მაგრამ ჩვენს ლაბორატორიაში პირდაპირი ცდებით იყო დამტკიცებული, რომ ასეთი ფაქტები გაღიზიანების მეთოდიკის შეცდომაა, სახელდობრ, რომ იგი შედეგია ელექტროდენის გავრცელებისა სიმპატიკუსიდან მამოძრავებელ ნერვზე. სიმპატიკუსი არ ახდენს ასეთ გავლენას, თუ რომ გაღიზიანება ისე ვაწარმოვეთ, რომ იგი მხლოდ სიმპატიკუსზე მოქმედობდეს (ვ ა წ ა ძ ე [31]). ამასთან პირდაპირი ცდებით იყო აგრეთვე დამტკიცებული, რომ კრეატინის გამოყოფა პირობადებული არაა სიმპატიური სისტემით. ამის გადაკრის შემდეგ ერთი კიდურის მიმართ კრეატინის რაოდენობა ორივე კიდურის კუნთებში ერთი და იგივე რჩება (v. Rynberk [21]).

თუ რომ სიმპატიური ნერვული სისტემა ჩონჩხის კუნთის ტონურ მოქმედებას განაგებს, მაშინ ადრენალინსაც უნდა ემოქმედა ჩონჩხის კუნთზე და ტონური შეკუმშვა გამოეწვია. ბევრჯელ შეისწავლეს ადრენალინის მოქმედება ჩონჩხის კუნთზე. მაგრამ ამ ცდებმაც არ გაამართლეს დ ე ბ ო ე რ ი ს ჰიპოტეზა. ნორმულ ჩონჩხის კუნთზე იგი არ მოქმედებს. იგი შეკუმშვას არ გამოიწვევს და არც აძლიერებს არსებულ შეკუმშვას (Panella [22]). მხოლოდ დაღლილ კუნთზე იგი ასე თუ ისე მოქმედებს: ზოგს შემთხვევაში, მაგ., ადრენალინის მცირე კონცენტრაციის ხმარებისას, დაღალული კუნთის შეკუმშვა ძლიერდება, ზოგში — დიდი კონცენტრაცია — პირიქით სუსტდება (Dessy და Grandis [23]), Panella [26]), Gruber [27]). მაგრამ ადრენალინის გამაძლიერებელი მოქმედება იმას არ უჩვენებს, რომ იგი პირდაპირ კუნთის ნივთიერებაზე ან მის სიმპატიკუსზე მოქმედებს. მრავალი ავტორი იმ აზრისაა, რომ ეს მოვლენები ადრენალინის ეაზომოტორული მოქმედების შემდეგია, ე. ი. სისხლის ძარღვების შეევიწროებისა (Langley [18]), Cannon და Nice [21]). ძარღვების შეევიწროებას მოსდევს კუნთის ჟანგბადით ნაკლები მომარაგება და შემდეგ რძის მჟავის ნაკლები რაოდენობით ნეიტრალიზაცია მის განვითარების ეაძს. და აგრეთვე ნაკლებად რძისმჟავის დიფუზია კუნთის უჯრედიდან სისხლში ეს სამივე გარემოება ხელს უწყობს რძის მჟავის დაგროვებას და მასთან ერთად მის შეკუმშველ მოქმედებას.

ამნაირად **ჩონჩხის კუნთის სიმპატიური ბოჭკოების ტონური ფუნქცია არა მტკიცდება, ისე როგორც ეს არა მტკიცდება წყლტუ კუნთის მიმართ.**

რა ფუნქციას ასრულებს სიმპატიური სისტემა ჩონჩხის კუნთის მიმართ. ჯერ-ჯერობით გამოურკვეველია. შეიძლება ვიფიქროთ. რომ ეს ფუნქცია წმინდა ტროფიკულია. ჩონჩხის კუნთში სწარმოებს რთული და ძლიერი ქიმიური პროცესები, რომელზედაც არის დამოკიდებული ერთის მხრით ორგანიზმის მოძრაობა და მეორეს მხრივ ორგანიზმში სითბოს განვითარება. შესაძლებელია, რომ ამ რთული პროცესების მოწესრიგებისათვის საჭირო გახდა სიმპატიკუსის დახმარება.

ა ვ ტ ო ნ ო მ ი უ რ ი ნ ე რ ვ უ ლ ი ს ი ს ტ ე მ ი ს დ ა ნ ი შ ნ უ ლ ე ბ ა. მიუხედავათ იმისა, რომ ავტონომიური სისტემა როგორც აგზნებას, ისე შეკავებას აწარმოებს, შეიძლება ითქვას, რომ მას კოორდინაციული მოქმედების უნარი არა აქვს. მართალია, პ. ჰ ო ფ მ ა ნ ი (1904 [24]) ამტკიცებდა, რომ სიმპატიური კვანძები კოორდინაციულ ცენტრებს წარმოადგენენ, მაგრამ მისი დასკვნა უტყუარ საბუთებიდან არ გამომდინარეობს. სახელდობრ ჰ ო ფ მ ა ნ მ ა შეამჩნია, რომ გაღიზიანება პირველი და მეორე გულმკერდის ნერვისა, რომელიც პოსტგანგლიურ ბოჭკოებს შეიცავს, თვალის გუგის საერთო გაფართოვებას იწვევს. N.ciliaris-ის რომელიმე ტოტის გაღიზიანება კი, რომელიც პოსტგანგლიურ ბოჭკოებს შეიცავს, მხოლოდ გუგის რომელიმე ნაწილის გაფართოვებას იძლევა. აქედან ის დასკვნა გამოიყვანა, რომ ვითომ განგლიური უჯრედები, საიდანაც n. ciliaris-ის პოსტგანგლიონარული ბოჭკოები იწყებიან, ერთიერთმანეთს უერთდებიან კომისურალური ე. ი. შემაერთებელი ბოჭკოებით საკოორდინაციო ცენტრის შესადგენად. მაგრამ ლ ე ნ გ ლ ი მ საკუთარი გამოკვლევით უარჰყო ეს მტკიცება [26]). სახელდობრ მან აღმოაჩინა, რომ თუ გულმკერდის სამი ნერვიდან მხოლოდ ერ-

თი წერილი ტოტი გაღიზიანდა, მაშინ თვალის გუგა მთლიანად კი არ გაფართოვდება, არამედ მისი ერთი რომელიმე მხარე. შემდეგ ლ ე ნ გ ლ ი მ გამოარკვია, რომ ერთი და იმავე კვანძის პრეგანგლიური და პოსტგანგლიური ბოკკოების გაღიზიანება ერთნაირ ეფექტს იწვევს, რომ შემდეგ საჭიროა მუდამ გაღიზიანდეს რამდენიმე პრეგანგლიური ან პოსტგანგლიური ბოკკო, რომ მივიღოთ თვალის გუგის მაქსიმალური და სრული გაფართოვება. აქედან ცხადათ სჩანს, რომ ავტონომიური სისტემის კვანძები არ უერთდებიან ერთიერთმანეთს კომისულარული ბოკკოებით და არ წარმოადგენენ საკოორდინაციო ცენტრებს. ავტონომიური სისტემის პოსტგანგლიური ნეირონები თავის ფუნქციონალური მოქმედებით მიემსგავსებიან ცერებრო-სპინალურ მამოძრავებულ ნეირონებს. განსხვავება მხოლოდ იმაშია, რომ უკანასკნელებით აგზნება უცვლელად ერცელდება პერიფერიულ ორგანომდე, ე. ი. ჩონჩხის კუნთამდე. პოსტგანგლიური ბოკკოებით კი სწარმოებს როგორც პერიფერიული ორგანოს აგზნება, ისე მისი შეკავება. პრეგანგლიური ბოკკოები ჩვეულებრივი რეფლექსური რკალის საკოორდინაციო ინტერასპინალური ნეირონების ნეირიტებს ანუ ნერვულ ბოკკოებს უნდა წარმოადგენდენ. ესენი გაატარებენ აგზნებას, რომელიც ტვინში მდებარე საკოორდინაციო ცენტრებში აღმოცენდება, კვანძებისკენ და მათი საშუალებით განსაზღვრულ პერიფერიულ ორგანოებში აგზნება-შეკავებას გამოიწვევენ.

ლ ე ნ გ ლ ი ს აზრით, ავტონომიური სისტემის კვანძები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ცენტრალური მოქმედების დამატებითი გამაძლიერებელი ორგანო. რადგან პრეგანლიური ბოკკოები იძლევიან კოლატერალებს მთელ რიგ კვანძებში და მასთან პოსტგანგლიონარული ბოკკოების რაოდენობა აღემატება პრეგანგლიონარულთა რაოდენობას, ამიტომ ცხადია, რომ ავტონომიური სისტემის ფუნქციას უნდა შეადგენდეს პრეგანგლიონარული ბოკკოებით მოსული აგზნების გავრცელება ფართო ფარგალში. ამ მხრივ იგი მართლაც წააგავს ცენტრალურ ნერვულ სისტემას, რომელიც კოორდინაციასთან ერთად აწარმოებს ძალიან ფართოდ აგზნების გავრცელებასაც. მაგრამ თვითონ ფარგალი აგზნების გავრცელებისა მუდამ შეზღუდულია, რადგან იგი დამოკიდებულია იმაზე თუ რომელი პრეგანგლიონარული ბოკკოებია აგზნებული. ვინაიდან კვანძის უჯრედები ერთიერთმანეთს არ უერთდებიან, აგზნებას შეუძლიან გადავიდეს ერთ რომელიმე პრეგანგლიონარულ ბოკკოდან მხოლოდ იმ პოსტგანგლიონარულ ბოკკოებზე, რომელთაც იგი უკავშირდება უშუალოთ. მაშ., **ფარგალი მოქმედების გავრცელებისა ავტონომიურ სისტემაში პირდაპირ დამოკიდებულია ცენტრალურ ნერვიულ სისტემაზე; იგი სრულიად შეუფარდდება იმას, თუ რომელი და რამდენი პრეგანგლიური ნეირონი იგზნება ცენტრალურ სისტემაში.**

პ რ ა ქ ტ ი კ უ მ ი.

1. ბ ა ყ ა ყ ი ს გ უ ლ ზ ე, N. vago-sympathicus-ის შ ე მ ა კ ა ვ ებ ე ლ ი მ ო ქ მ ე დ ე ბ ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა. გაკრავენ სახურგტვინო ბაყაყს საცობის ფიცარზე გულაღმა. n. vago-sympathicus-ს იპოვიან ერთს ან ორივე მხარეზე და ანთავისუფლებენ გარემო ქსოვილებიდან. გუ-

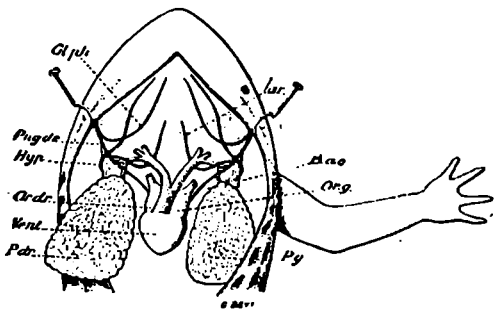
ლის მოძრაობას კიმოგრაფზე სწერავენ, როგორც ეს უკვე აღწერილი იყო. N. vagus-ზე პლატინის ელექტროდებს ადებენ. N. vago-sympathicus-ის მდებარეობა ნაჩვენებია მე-93 სურათზე. ამ სურათით სარგებლობენ ამ ნერვის გამოჩენის ღროს.

ა. აღზიანებენ ნერვს სუსტი ფარადიული ელექტროდენით (14—20 სანტ.) წუთში 20—30 ინდუქციის კვეთებით. გულის ცემა ნელდება და სუსტდება. მაგრამ შეიძლება მოხდეს მისი აჩქარება და გაძლიერებაც. ეს იქნება შედეგი სიმპატიური ამჩქარებელი ბოკკოების გაღელვისა თუ რომ მათი მდებარეობა გაღიზიანებას ხელს უწყობს.

ბ. აძლიერებენ ფარადიულ ელექტროდენს ინდუქციურ კოკთა 2—5 სანტიმეტრით დაახლოვებით. გულის ცემა შეკავდება ერთი ან ორი სისტოლის შემდეგ. შეკავება გაღიზიანების შეწყვეტის შემდეგაც გაგრძელდება. თუ გაღიზიანება შედარებით დიდხანს გაგრძელდა, მაშინ გულის ცემა გაღიზიანების დროსვე დაიწყება. შეკავების შემდეგ ზოგჯერ გულის ცემის რითმი და ამპლიტუდა მატულობს. ეს არის შედეგი სიმპატიური ნერვის გაღიზიანებისა.

2. ნიკოტინის მოქმედება ბაყაყის გულზე. აპკურებენ გულს 0,1% ან 5%-ს ხსნარს. გულის სპონტანური ცემა არ იცელება. ამ მოწამელის შემდეგ n. vagosympathicus-ის გაღიზიანება გულის ცემას არ შეაკავებს. ეს არის შედეგი გულის განგლიური უჯრედების დადამბლავების ნიკოტინის გაღელვით. პირიქით, ამ გაღიზიანებას შეიძლება მოჰყვეს გულის ცემის აჩქარება და გაძლიერება. რაც სიმპატიკური ბოკკოების მოქმედებას უნდა მიეწეროს. ვინაიდან ეს ბოკკოები უშუალოთ გულის კუნთში თავდებიან. თუ ნიკოტინის ხსნარი სუსტია, მაშინ მხოლოდ განგლიური უჯრედების გაღიზიანება სწარმოებს. ამის გამო გულის ცემა ნელდება და კიდეეაც შესდგება. ეხლა n. vago-sympathicus-ის უფრო სუსტი გაღიზიანება იწვევს გულის შეკავებას, ვიდრე მოწამელამდის. თუ გაღიზიანება მძლავრია გულის ცემა ჯერ შეკავდება, მერე კი აჩქარდება.

3. ბაყაყზე გულის ცემის რეფლექსური შეკავება. ცდამდის ერთი საათის წინ საზურგტვინო ბაყაყს გააკრავენ გულაღმა და შიგნეულებათ გამოაჩენენ. გაშრობილი შიგნეულების მგრძნობიერება გაღიზიანებისადმი მატულობს. ჯერ გამოარკვევენ გულის ცემის სიხშირეს. მერე პინცეტით გადასწევ-გადმოსწევენ შიგნეულობას. ამ დროს გულის ცემა ნელდება. სკალპელის ყუთი რომ შიგნეულებაზე დაეარტყათ, გულის ცემა შეიძლება შესდგეს რამდენიმე წუთით. N. vagus-ი რომ ორივე მხარეზე გადიკრას, მაშინ იგივე გაღიზიანება გულის ცემას არ შეაყენებს.



სურ. 93.

სურ. 93. ნერვების მსელელობა ბაყაყის გულ-მკერდის ფარგალში. Gl. ph.—n.glossopharyngeus; Pngdr—vagosympathicus; hyp—hypoglossus: Org—მარცხენა წინაგული; Ordr—მარჯვენა წინაგული; Vent—პარკუჭი; Pdr—ფილტვი; Bao—bulbus aortae; lar—laringeus (Morat და Doyon).

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Langley, Text book of Physiol. 1900, 2, 264; Brain, 1903, 26. 1; Erg. Physiol., 1903, 2, 813; Das Autonome Nervensystem: 1922, Berlin.
2. Д. Воронцов. Тр. Петер. Общ. Естествоисп., 1913, 43, вып. 6.
3. Fischer და E. Schiff, Pfl. Ar., 1923, 200, 227.
4. Lewandowsky, Zeitsch. f. ges. Neurol. 1913, 14· 281; Zent. Physiol., 1898, 12; 599; Ar. An. Physiol., 1899, გვ. 360.
5. Langley, J. Physiol., 1905., 33, 374; Proc. Roy. Soc. B. 1906. 78. 170
6. Elliot, J. Physiol., 1905, 32, 401; 1907, 35, 367.
7. Anderson, J. Physiol., 1905, 33, 414.
8. O. Leewi, Pfl. Ar., 1921, 189, 239; 1921, 193, 201.
9. P. Schultz, Ar. An. Physiol., 1894, გვ. 124.
10. Langley და Anderson. J. Physiol., 1894, 16, 410.
11. Bremer, Ar. mikr. Anat., 1882, 21, 165.
12. J. Boeke, Jnter. Monats. Anat. Physiol., 1911, 28, 377;—Verhandl. d. Anat. Geselch. München, April, 1912; Anat. Anz., 1913, ტ. 44.
13. E. Adguhr, Verhand. d. k. Akad. v. Wet., Amsterdam. 1920, sect. 2, 20, №6.
14. de Boer, Folia Neurobiol., 1913, 7, 358, 837.
15. Pekelharing და v. Hoogenhuyze. Z. Physiol. Chem., 1910, 64, 252.
16. Negrin y Lopez და v. Brücke, Pfl. Ar., 1917, 166, 55.
17. Dusser de Barenne, Pfl. Ar. 1916, 166, 145.
18. Langley. Das Autonome Nervensystem, 1922, Berlin.
19. J. Beretoff, Folia neuro-biol., 1914, 8, 421.
20. J. Beritoff, Pfl. Ar. 1923, 198, 590.
21. G. v. Rynberk, Ar. néerl. d. Physiol,. 1917, 1, 727.
22. Panella, Ar. Jtal. d. Biol., 1907, 48, 430,
23. Dessy და Nice, Ar. Jtal. de Biol., 1904, 41, 225.
24. Connon და Nice, Am. J. Physiol, 1913. 32, 44.
25. Hoffmann, Schm. Jahrb. d. ges. Med. 1904, 281. 113.
26. Langley, J. Physiol., 1904, 31, 244.
27. Ch. Gruber, Journ. of Pharm. a. exp. Therap. 1924, 23, 235.
27. Л. Орбели, Известия научного института в Ланинграде, 1923, ტომი 6; Юбилейный Сборник посвященый 75—летию со дня рождения ак. Павлова, 1925, გვ. 386.
29. А. Гинецинский, Русск. физиол. Журнал. 1924, ტ. 6.
30. Г. Вацадзе, Жур. экспер. биологии. и мед. 1926. № 8.

IV

ცენტრალური ნერვული სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგია.

1. ზოგადი ცნება ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედების შესახებ.

ცენტრალური ნერვული მოქმედების მაჩვენებელი და გამომწვევი. ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედების შესწავლა პირდაპირ ცენტრალური ორგანოების დაკვირვებით აქნობამდის შეუძლებელი იყო. მართალია, ნერვული სისტემის მოქმედებისას ელექტროდენი ჩნდება, რომელიც პირდაპირ ცენტრალურ ორგანოდან შეიძლება გალვანომეტრში გავატაროთ და დაახლოებით შევისწავლოთ, მაგრამ აქნობამდის ამნაირ შესწავლას ნაყოფი არ მოჰქონდა. საქმე ისაა, რომ ცენტრალური ნერვული სისტემა მეტად რთული ორგანოა: იგი შესდგება ნერვული უჯრედების მრავალ სხვადასხვა ჯგუფისგან და ნერვულ ბოჭკოთა მრავალ სხვადასხვა კონისგან. მასთან ყველა ეს ჯგუფები და კონები ერთმანეთშია არეული. ამიტომ მოქმედების ელექტროდენი იმდენად რთული გამოდის, რომ მისი სისწორით გარკვევა, ტვინის რომელიმე ნაწილზე მიკუთვნება თითქმის მომავალშიაც შეუძლებელი რამ უნდა იყოს. ამიტომ ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედების შეხწავლა მხოლოდ მის მიერ გამოწვეული გარეგანი ეფექტების შემწეობით სწარმოებს. ამ გარეგან ეფექტს შეიძლება ეკუთვნოდეს კუნთის შეკუმშვა, ჯირკვლებიდან სეკრეტის გამოდენა, სისხლის ძარღვებში წოლის აწევ-დაწევა და სხვა. ტვინის მოქმედება ერთის მხრივ გრძნობათა ორგანოების გარეგან არედან გაღიზიანებით გამოიწვევა, ე. ი. **გარეგან გაღიზიანებისგან** ასეთია, მაგ., მექანიკური და ტემპერატურული გაღიზიანება კანის რეცეპტორებისა, სინათლეთი თვალის ბადისებრ გარსისა, ბგერით ყურის ლოკოკინისა; ამნაირ გარეგან გაღიზიანებას ეკუთვნის აგრეთვე პირის ღრუს და მისი გაგრძელების საქმლის მომნელებელი მილის მგრძნობიარე ორგანოების გაღიზიანება. მეორე მხრივ ცენტრალური სისტემა მოდის მოქმედებაში იმ გაღიზიანების გაელენით, რომელიც თვითონ ორგანიზმში წარმოიშობა. ამნაირ **შინაგან გაღიზიანებას** ეკუთვნის, მაგ., კუნთეაის და შეკ-

სების მგრძნობიარე ნერვების ანუ რეცეპტორების მექანიკური გაღიზიანება მათი გაჭიმვის გამო, სახსრების რეცეპტორების გაღიზიანება მათი მდებარეობის ცვლილებით, სისხლის ძარღვის რეცეპტორების გაღიზიანება მისი გაფართოვების გამო სისხლის წოლის მომატებისას.

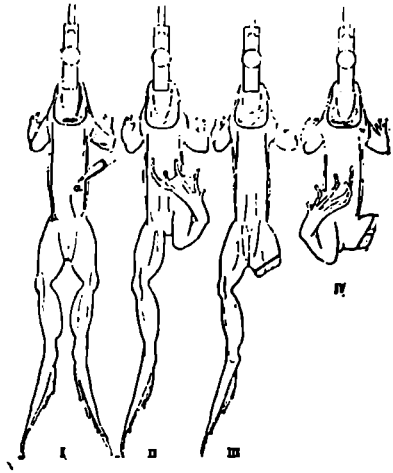
რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს ც ნ ე ბ ა. ცენტრალური ნერეული სისტემის მოქმედების გარეგან ეფექტს, რომელიც განსაზღვრულ გაღიზიანების საპასუხოდ იწვევა, დიდი ხანია რაც **რეფლექსის** სახელი უწოდეს. სიტყვა „რეფლექსი" უკუგდებას ნიშნავს. იგი იმას გამოსატავს, რომ მსგავსად სხივის უკუგდებისა სარკისაგან, ტვინში მისული პერიფერიულ გაღიზიანებისგან გამოწვეული აგზნება შემდეგ უკუ იგდება პერიფერიისკენ მოძრაობის ან სხვა რაიმე რეაქციის გამოსაწვევად. მაგრამ უწინ რეფლექსის სახელს იმნაირ ცენტრალური ნერეული სისტემის მოქმედების შედეგს უწოდებდნენ, რომელიც თანშობილ ანუ შთამომავლობით აქტს წარმოადგენდა. დღეს ამ სახელს ატარებს ცენტრალური ნერეული სისტემის ყოველივე მოქმედების გარეგანი ეფექტი, როგორც თანშობილი, ისე ინდივიდურად მოპოვებული. ყველა ცხოველის და მათ შორის ადამიანისაც ყოველივე ც. ნ. ს.-ის მოქმედება უსათუოდ ან გარეგან და ან შინაგან გაღიზიანებისგანაა გამოწვეული. უამისოდ ცენ. ნერ. ს.-ის მოქმედება შეუძლებელია. მაშასადამე **რეფლექსად უნდა ჩაითვალოს ყოველივე გაღიზიანების საპასუხო ც. ნ. ს.-ის გარეგანი ეფექტი.**

სურ. 94. მოხვრის რეფლექსი ბაყაყის სახურგანტეინო პრეპარატზედ. (ნაკეთ ტვინი მოშორებულია). პრეპარატი დაკიდებულია. მას ბარძაყზე ფეხებზედ უჭერენ, რის გამოც ფეხი ზემოთ ტანისკენ მიიკრიფა. ფოტოგრაფიული სურათი (ცენტლეის წიგნიდან).

სურ. 94.

ო რ გ ა ნ ი ზ მ ი ს რ ე ფ ლ ე ქ ს ი. ც. ნ. ს.-ის მოქმედება მუდამ მიმართულია ან საკვების მოპოვებისკენ, ან ორგანიზმის მტერთაგან და მავნებელ აგენტთაგან დაცვისკენ, **ორგანიზმის თავდაცვა,** ან არა და ორგანიზმის გამრავლებისკენ, **მოდგმის დაცვა.** ბაყაყს რომ ფეხზე უჩხვლიტოთ, იგი ფეხს ტანისკენ მიიკრეფს. ეს არის ცენტრალური აქტი, რომელიც ორგანიზმს გაღიზიანებისაგან დაიცავს, რადგან ფეხი გამაღიზიანებელ აგენტს შორდება (იხ. სურ. 94). ამ აქტს **მოხვრის რეფლექსი** ეწოდება. ბაყაყს რომ ან ზურგზედ და ტანის გვერდებზედ, ან წინა ფეხზედ პინცეტით უჩქმიტოთ, იგი მაშინვე გაღიზიანებული მხრის უკანა ფეხს გაღიზიანებულ ალაგს მიიზიდავს და თითებით მას ხახუნს დაუწყებს; ამავე დროს

-თითებითვე პინცეტის მოშორებას ეცდება. ამ რეფლექსური აქტის მიზანია გამაღიზიანებელი აგენტის თავიდან მოშორება. (იხ. სურ. 95). ეს ცენტრალური **აქტი მოცილების რეფლექსად** იწოდება. თუ რომ ბაყაყის წინ ბუზი, ან რაიმე პატარა საგანი გაინძრევა, იგი გამოაგდებს ენას და ბუზს ამით პირში იკრავს. ესეც რეფლექსურ აქტს წარმოადგენს, რომლის მიზანი ორგანიზმის კვებაა. თუ რომ გაზაღხულზე მამალ ბაყაყს წინა კიდურის ცერის კორძზე ჩლუნგი საგნით შეეხებით და ოოტათი დავაკერთ, იგი ორივე წინა თათებს მოჰხრის და მით საგანს მოეხვევა. ეს **მოხვევის რეფლექსი** აგრეთვე რეფლექსურ რეაქციას წარმოადგენს, რომლის მიზანი მოდგმის დაცვაა, რადგან ამ მოხვევის მოძრაობით მამალი ბაყაყი დედალს იმაგრებს განაყოფიერების დროს (Sherrington [1]), Bagliоni [2]).



სურ. 95.

სურ. 95. მოცილების რეფლექსი საზურგტეინო ბაყაყზე. მოძრაობის სქემატიური გამოხატულება: I—დაკიდებულ ბაყაყს ზურგზედ მარჯვენა მხარეს ძმრის მეავა აქვს წასმული (a):—2—მაშინვე მარჯვენა უკანა ფეხი მოძრაობაში მოდის და სცდილობს მოიშოროს მეავა ზურგიდან; 3 —მაგრამ თუ ეს ფეხი მთლიანად მოეკრა, მაშინ 4—იმავე მიზნით ბაყაყი მოიხმარს მეორე, ე. ი. მარცხენა უკანა ფეხს (ფ ე რ ნ ე ვ ო რ ნ ი ს ა).

რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ ი რ ე ა ქ ც ი ი ს კ ო ო რ დ ი ნ ა ც ი უ ლ ი თ ვ ი ს ე ბ ა. ცხოველს რომ უჩხვლიტოთ ფეხზედ, გინდა ადამიანს, ფეხი მაშინვე გამაღიზიანებელ საგანს მოშორდება. ეს ხდება იმის გამო, რომ მთავარი ფეხის სახსრები იხვრება. ეს არის რეფლექსი, რომელშიაც გამაღიზიანებლიდან მიზან შეწონილი დაშორება გამოიხატება. მაგრამ თუ ავიღებთ ფეხის უმთავრეს მამოძრავებელ ნერვს,– საჯდომ ნერვს, გადაეკრით მას და შემდეგ მის პერიფერიულ ნაპერს გავაღიზიანებთ, ფეხი აგრეთვე მოძრაობს. ხოლო ეს მოძრაობა არ იქნება რეფლექსი. ამის მიზეზი მარტო ის კი არ არის, რომ ეს მოძრაობა ცენტრალური მოქმედების შედეგს არ წარმოადგენს. უმთავრესი მიზეზი ისაა, რომ **რეფლექსური მოძრაობა, როგორც ცენტრალური მოქმედების შედეგი, ერთგვარ კოორდინაციულ აქტს წარმოადგენს, ე. ი. იმნაირ მიზანშეწონილ აქტს, რომლის წყალობით ორგანიზმი დაიცავს თავის თავს და თავის მოდგმას.** მაგ., როდესაც ნორმალური ორგანიზმი გაღიზიანების საპასუხოდ ფეხს მოჰხრის, იგი მეტად რთულს, მაგრამ სავსებით კოორდინაციულ მუშაობას აწარმოებს. ფეხის კუნთების ერთი წყება იკუმშება, აქტიურად მოკლდება, მეორე ანტაგონისტთა ჯგუ-

ფი კი უმოქმედოდ რჩება, ე. ი. შეკუმშვას არ განიცდის. ამასთან თვითონ შეკუმშვის ინტენსივობა ყველა შეკუმშულ კუნთებში ერთნაირი არაა. ზოგში იგი მეტია, ზოგში კი ნაკლები. საჯდომი ნერვის გაღიზიანებისაგან გამოწვეული ფეხის მოძრაობა კი სავსებით მოკლებულია ამ კოორდინაციულ ხასიათს. იგი წარმოადგენს მთელი ფეხის კუნთების ერთნაირად შეკუმშვის შედეგს; მასში ერთნაირად მოქმედობენ, როგორც ფეხის მომხვრელნი, ისე გამშლელნი, ე. ი. ყველა ის კუნთები, რომელნიც საჯდომ ნერვიდან მამოძრაველ ნერვს იღებენ. თუ საჯდომი ნერვის გაღიზიანებისას ფეხი მხოლოდ გაიშლება, ეს იმის გამო ხდება, რომ გამშლელები უფრო ძლიერ კუნთებს წარმოადგენენ, ვიდრე მომხვრელები, და ამიტომ საერთო მოქმედებისას პირველები სჯობნიან. ამნაირად, ცენტრალური ორგანოს საშუალებით გამოწვეული მოძრაობა კოორდინაციულია; მხოლოდ ამიტომ ფეხის გაღიზიანებისას ფეხი გამაღიზიანებელ აგენტს შორდება; მეორე მოძრაობა კი, რომელსაც მამოძრაველი ნერვის გაღიზიანება იწვევს, კოორდინაციას მოკლებულია, ამიტომ ფეხი ამ მოძრაობით გაღიზიანებულ აგენტს არ შორდება და მას არც თავიდან იშორებს (Sherrington [1]).

მოვიყვან მეორე მაგალითს. როდესაც ადამიანი ან ცხოველი პირში რაიმე ნივთიერებას ჩაიდებს, მაშინვე სანერწყვო ჯირკვლებიდან პირში ნერწყვი მოსდის. ამასთან, როგორც ნერწყვის რაოდენობა, ისე მისი თვისება საკმლის მიხედვით ცვალებადობს. ძაღლს, მაგ., გამშრალი პურის ან მშრალი ხორცის ფხვნილის ჭამისას უფრო მეტი ნერწყვი მოსდის, ვიდრე ისე ხორცის ან რძის ჭამისას. შემდეგ, ორგანიული ნივთიერების შემადგენლობა ნერწყვში საკმელი ნივთიერების პირში ჩადებისას 2—3-ჯერ მეტია, ვიდრე უკმელი ნივთიერების ჩადებისას. ნერწყვს რამდენიმე დანიშნულება აქვს: 1) იგი მშრალ საკმელს ასველებს და მით გადაყლაპვას ამსუბუქებს; 2) უკმელ ნივთიერების მიღებისას ხელს უწყობს მისგან პირის ღრუს განთავისუფლებას; 3) შეიცავს ერთნაირ ფერმენტს—პტიალინს, რომელიც სახამებელს დაშლის და დექსტრინების საშუალებით მალტოზას დისახარიდს იძლევა; 4) შეიცავს მუცინს—ერთნაირ ლორწოიან ნივთიერებას, რომელიც დაწვრილმანებულ საკმელ ნივთიერებას ასორსლებს და მით გადაყლაპვას აადვილებს. და აი მისდა მიხედვით, თუ რანაირი ნივთიერება შედის პირის ღრუში, ნერწყვის ჯირკვლები გამოყოფენ ხან მეტს, ხან ნაკლებ ნერწყვს, ხან მუცინით მდიდარს, ხან კი არა, ხან ფერმენტების მეტი შემადგენლობით, ხან კი ნაკლებით. ამ ნერწყვის საკმელთან შეფარდებაში სეკრეციის კოორდინაცია გამოიხატება. ეს მიზანშეწონილი ჯირკვლების მოქმედება ცენტრალური ნერვული სისტემის საშუალებით სწარმოებს. ამიტომ თვითეული აღნიშნული სეკრეტული აქტი რეფლექსს წარმოადგენს.

როდესაც კიდე ავიღებთ ცენტრიდან მომავალ სასეკრეციო ნერვს—chorda tympani-ს (სახის ნერვის ტოტია) ან კიდევ სიმპატიურ ნერვს ყელის ზემოთა კვანძიდან და მათ პირდაპირ გავაღიზიანებთ, მაშინაც ნერწყვი გამოდის ქვედა ყბის ჯირკვლებიდან. ხოლო ეს ნერწყვი არ წარმოადგენს კოორდინაციულ აქტს, რადგან მას არავითარი დამოკიდებულება საკმლის თვისებასთან არა აქვს. გარდა ამისა, იგი ორგანიზმს ან მოდგმას არ დაიცავს. ამიტომ ეს ნერწყვის გამოდენა. რეფლექსური არაა.

რეფლექსური მოქმედება და ცენტრალური ნერვული სისტემა. ნორმალურ რეფლექსურ რეაქციას უმთავრესად ის კი არ ახასიათებს, რომ ც. ნ. ს. მონაწილეობას ღებულობს, არამედ ის გარემოება, რომ იგი თავის მიზანშეწონილი კოორდინაციული მოქმედებით ინდივიდს ან მოდგმას იცავს, ამიტომ **სრულიად მისაღებია, რომ რეფლექსი საერთოდ იმნაირ მოქმედებას უწოდოთ, რომელიც ინდივიდს და მოდგმას** დაიცავს. ხერხემლიან და უმაღლეს უხერხემლო ცხოველებში ამნაირი მოქმედება ც. ნ. ს.-ის საშუალებით სრულდება. მაგრამ არსებობს ცხოველთა მთელი წყება, რომელთაც ც. ნ. ს. არა აქვთ: მაგ., უმარტივეს ერთ უჯრედიანებს და დაბალი საფეხურის მრავალ უჯრედიანებს, რომელთაც ყველა spongia და coelenterata (hydra, medusa, actinia) ეკუთვნის. ეს ცხოველები აგრეთვე მიზანშეწონილი მოძრაობით უპასუხებენ გარეგან გაღიზიანებას, ე. ი. იმნაირ რეაქციას იძლევიან, რომელიც ინდივიდს და მოდგმას დაიცავს. თუ ცოცხალ ინფუზორიას მიკროსკოპის საშუალებით დავაკვირდებით, შევამჩნევთ, რომ იგი ერთნაირ მასაზრდოებელ ნივთიერებას ყლაპავს, ზოგიერთ გამოუყენებელს კი არა, ზოგს მავნე ნივთიერების კიდე გაურბის. ამასთან იგი დაბრკოლებას გვერდზე მოუვლის (მეტალინკოვი [2]). ყველა ამ რეაქციებს მიზანშეწონილი ხასიათი აქვს, მაშასადამე, იგინი წმინდა რეფლექსურია, თუმცა ც. ნ. ს.-ის ნასახიც ამნაირ ცხოველებს არ აბადია. თუ ზღვის ვარსკვლავის (echinodermata) ერთს სხივს შევეხებით, იგი გაღიზიანებულ მხარეს იხრება და ამით გაღიზიანებული ალაგი გამაღიზიანებელს შორდება. ეს არის ნამდვილი რეფლექსი, იგი სრულდება ინდივიდის დასაცავად, თუმცა ამ ცხოველს ცენტრალური დიფერენციული ნერვული სისტემა არა აქვს. მისი ნერვული ქსოვილი არ იყოფა პერიფერიულ და ცენტრალურ სისტემად. აღნიშნულ რეფლექსს სხივი იძლევა მაშინაც, როდესაც იგი ორგანიზმს მოშორდა (Loeb [3]).

ამნაირად, **უხერეხმლო ცხოველთა შორის მიზანშეწონილი რეფლექსური მოძრაობა სრულდება არამც-თუ ცენტრალური ნერვული სისტემის უმონაწილოთ, არამედ პირდაპირ უნერვოთაც.**

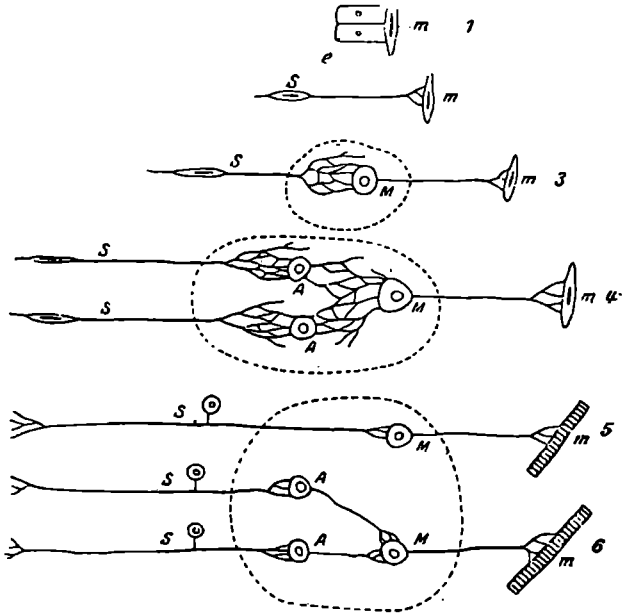
უხერხემლო ცხოველთა რეფლექსური მოვლენები. Spongia-ს პირი (osculum) ზღვის წყლის მოძრაობის გავლენით ხან იხსნება, ხან კი იკუმპება. ეს მიზანშეწონილად ხდება ზღვის წყლიდან საზრდოს მისაღებად. ამ მრავალ უჯრედიან ცხოველებს ნერვული სისტემა სრულიად არა აქვთ. მათ მხოლოდ კუნთის უჯრედები აქვთ, რომელნიც ან პირდაპირ ან და ექტოდერმულ უჯრედების საშუალებით ღიზიანდებიან. (სურ. 96, 1)

Coelenterata-ს ნერვული სისტემა აქვს, მაგრამ იგი არაა პერიფერიულ და ცენტრალურ ნაწილებად დაყოფილი. ყველაზედ უმარტივესი—ჰიდრა, მაგ., რეფლექსურ მოქმედებას ამნაირად ასრულებს. ექტოდერმაში ერთნაირი მიმღები უჯრედი ძევს, რომელიც მორჩს პირდაპირ კუნთისკენ იძლევა. იგი იგზნება გაღიზიანებისგან და მასვე აგზნება კუნთზე გადააქვს. აქ ერთი და იგივე უჯრედი მგრძნობიარე და მამოძრავებელი ნერვის დანიშნულებას ასრულებს (სურ. 96, 2)

უფრო რთული აგებულობის მქონე scyphozoa-ს ნერვული სისტემა უფრო განვითარებული აქვს. მიმღებელი ნერვული უჯრედის მორჩები ერთმანეთში გა-

დაიწვნებიან და მით რთულ ბადეს გამოსახავენ—ნეიროპილს. კუნთის მოქმედება ამ ნეიროპილის კონტროლის ქვეშ იმყოფება (სურ. 96, $_9$)

ცენტრალური ნერვული სისტემის მსგავსი რამ პირველად vermes აჩნდება. მათი რეფლექსური მოქმედება სამი ნეირონის საშუალებით მიმდინარეობს: მიმ-



სურ. 96

სურ. 96. ცენტრალური ნერვული სისტემის ფილოგენეტური განვითარების სქემატური გამოხატულება. S—მგრძნობიარე ნეირონი. A—შემაერთებელი ანუ საკოორდინაციო ნეირონი. W—მამოძრავებელი ნეირონი. e—ეპიტელიარული უჯრედი, m—კუნთის უჯრედი. პუნქტირით შემოხაზულია ნერვული ცენტრის საზღვრები. 1—სპონგიერ 2—ჰიდროზოა. 3—სციფოზოას და პიანყელის უმარტივესი ფორმა. 4—შემაერთებელი ნეირონის ჩამატებით პიანყელისა. 5—ხერხემლიან ცხოველთა უმარტივესი რეფლექსური რკალი, როგორც მაგალითად მყესის რეფლექსს აქვს. 6—ხერხემლიან ცხოველთა რეფლექსური რკალის ჩვეულებრივი ტიპი. მგრძნობიარე ნეირონის უჯრედი მდებარეობს ტვინის გარეშე მალთა შუა კვანძში.. ეს ნეირონი უკავშირდება მამოძრავებელ ნეირონს შემაერთებელი ნეირონის საშუალებით (Bayliss-ისა).

ლებელ-მგრძნობიარესი, მამოძრავებელის და აგრეთვე საშუალო ნეირონის, რომელიც პირველსა და მეორეს შორის განგლიურ კვანძებში იმყოფება (სურ. 96, $_1$)

მაგრამ coelenterata და vermes-ს შორის განგლიური უჯრედები რეფლექსებისთვის არსებით საჭიროებას არ წარმოადგენენ. ეს იქიდან სჩანს, რომ რეფლექსური მოქმედება ამ უჯრედების მოშორებით არ ისპობა ეს სხვათა შორის ბეტეს მიერ crustacea-ზე იყო დამტკიცებული (იხ. გვ. 129).

ლ ი ო ბ [3]) მხარს უჭერს იმ აზრს, რომ ორგანიზმის ყოველივე რეაქცია უნდა მიჩნეული იყოს, როგორც რეფლექსი თითქოს რეფლექსს მხოლოდ აგზნება და აგზნების გამტარებლობა ახასიათებდეს. ორივე ეს თვისება ეკუთვნის საზოგადოთ პროტოპლაზმას. მისი აზრით მცენარეთა გელიოტროპიზმი. ე. ი. მცენარის ფოთოლთა ან ყვავილის მზისკენ მიბრუნება ისეთივე რეფლექსია, როგორც ჩრჩილის ღამით გაფრენა სინათლისკენ. ამ აზრის დასამტკიცებლად ლ ი ო ბ ს მოჰყავს უმაღლეს ცხოველებიდანაც ზოგიერთი ვითომდა ისეთი რეფლექსი, რომელიც უცენტროთ მოქმედობს. ცნობილია, რომ ამოკრილი თვალის გუგა ვიწროდება ძლიერი სინათლის გავლენით. ცენტრალურ ნერვულ სისტემას მოშორებული საშარდე ბუშტი იღება თავის თავადროდესაც ბუშტის შიგნითი წოლის მომატება ერთგვარ ოდნობას მიაღწევს. ასევე anus-ის სფინქტერს ემართება. მაგრამ ლ ი ო ბ ი ს მაგალითები უმაღლეს ცხოველებიდან საკვლევით კრიტიკას მოკლებულია. ყველა აღნიშნული სფინქტერების მიზანშეწონილი მოქმედება თვითონ მათი ანატომიურ ორგანიზაციისაგან წარმოსდგება. სფინქტერები წარმოადგენენ რგოლისებრ გაწყობილ კუნთის კონებს და ამიტომ თავის თავად გასაგებია, რომ ყოველივე ამნაირი კუნთების გაღიზიანება სფინქტერის პირის შეიწროებას ან გაფართოვებას გამოიწვევს, რომ ამნაირ მოქმედებაში კოორდინაცია არ გამოიხატება.

თ ა ნ შ ო ბ ი ლ ი და ი ნ დ ი ვ ი დ უ რ ა დ მ ო პ ო ვ ე ბ უ ლ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ე ბ ი. ზოგიერთი რეფლექსი, რომელიც ცენტრალური ნერვული სისტემის საშუალებით სრულდება, თანშობილია, შთამომავლობითი, მაშასადამე, იგი თვითონ ც. ნ. ს.-ის ორგანიზაციაზეა დამოკიდებული. ზოგიერთი კი ინდივიდურად მოპოვებულია პირადი გამოცდილების საფუძველზედ. ძაღლს რომ ქვა მივარტყათ ძაღლი დაიწმეკუნებს და გაიქცევა. ეს არის თანშობილი, შთამომავლობითი რეფლექსი. იგი გამოიწვევა თავიდანვე გამოცდილების გარეშე. ძაღლის წინ რომ დაიხარო თითქოს ქვის ასაღებად, მაშინაც შეიძლება ძაღლი წმეკუნით გაიქცეს. ეს აგრეთვე რეფლექსი იქნება, ხოლო იგი ინდივიდურად მოპოვებულია. ინდივიდური რეფლექსი საზოგადოდ იმით განირჩევა თანშობილისაგან, რომ მას ხანდისხან თანსდევს ცნობიერება ე. ი. ფსიქიური მოვლენა. მაგრამ ეს გარემოება რეფლექსების კლასიფიკაციაში გარდამწყვეტ როლს არ თამაშობს. ადამიანის მრავალი ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსები, როგორც პირადი გამოცდილებიდან ვიცით, უცნობიერებოდ სწარმოებენ. ასეთია ყველა ჩვეული, კარგად დასწავლილი მოძრაობანი. მეორე მხრივ, ბევრი ინდივიდური რეფლექსი მუდამ უცნობიერებოდ სწარმოებს. ასეთია ყველა ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსი ჯირკვლების და აგრეთვე წყლტუ კუნთების მოქმედების სფეროში. მაგ., საკმლის დანახვაზე ან მის სუნზედ პირში ნერწყვი მოგვდის თავისთავად, ჩვენდა უნებურად, ე. ი. უცნობიერებოდ. ეს რეფლექსი ამიტომ არის ინდივიდური, რომ იგი მხოლოდ ცნობილი საკმლის დანახვაზე მოგვდის. სუნი და დანახვა უცნობი საკმლისა ნერწყვის დენას არ გამოიწვევს (პ ა ვ ლ ო ვ ი [6]), ბ ე ხ ტ ე რ ე ვ ი [7]).

უფრო მეტი გარჩევა დასახელებულ რეფლექსთა შორის მდებარეობს მასში, რომ შთამომავლობითი რეფლექსები ც. ნ. ს.-ის ყოველი განყოფილების საშუალებით სწარმოებს, ინდივიდურად მოპოვებული კი მხოლოდ დიდი ჰემისფეროთა ქერქის საშუალებით. მაგრამ ამ გარჩევასაც არსებითი ნიშვნელობა არა აქვს. ამფიბიების და თევზების ჰემისფეროებს განვითარებული ქერქი არა აქვს, მაგრამ ინდივიდური რეფლექსის მოპოების უნარი მათაც მოპოვებათ (Nacker), Фролов[11]). Crustacea-ს აგრეთვე აქვს ეს უნარი, თუმცა მათ სრულებით არ მოპოვებათ

არამც თუ ჰემისფეროების ქერქი, არამედ თვით ეს ჰემისფეროებიც (Dofflein [9]). უფრო მეტიც, ფრინველებს აქვთ კარგად განვითარებული დიდი ჰემისფეროები, მაგრამ დამტკიცებული იყო, რომ ამ ცხოველებზე ინდივიდური რეფლექსების განვითარება არ საჭიროებს დიდი ტვინის ჰემისფეროებს. მაგ. მტრედებზე მათი მოშორების შემდეგაც კვების და თავდაცვის ინდივიდური რეფლექსები ადვილად ვითარდებიან (ბერიტაშვილი [10])

თანშობილი რეფლექსები ონტოგენეზის სხვა და სხვა საფეხუბზე ჩნდებიან. თვითეული ცხოველი იბადება რამდენიმე რეფლექსის მარაგით, რომელიც მის არსებობას უზრუნველყოფს. ხოლო ყველა თანშობილი რეფლექსები დაბადებისთანავე არ შეიძლება გამოვიწვიოთ. დაბადება, გაჩენა ეწოდება ემბრიონის განვითარების იმ მომენტს, როდესაც იგი საზრდოს მიღებას გარეგან არედან იწყობს. ეს მომენტი კი ორგანიზმის ემბრიონული განვითარების სხვა და სხვა საფეხურზე დგება, მაშასადამე, ნერვული სისტემის და ასევე სხვა ქსოვილების განვითარების სხვა და სხვა საფეხურზედ. ამისდა შესაფერად ზოგი თანშობილი რეფლექსი მოქმედებას შობისთანავე იწყებს, ზოგი კი შემდეგში, როდესაც ორგანიზმის განვითარება სათანადო საფეხურს ახწევს. ძაღლის ლეკვი, მაგ., დგომის და სიარულის უნარს დაბადებიდან რამდენიმე კვირის შემდგომ იჩენს. პროფანი დგომის უნარის განვითარებას ისე უყურებს, როგორც ინდივიდურად მოპოვებულ რეფლექსს, ე. ი. როგორც დასწავლის შედეგს. მაგრამ ნამდვილად დგომა და სიარული წმინდა თანშობილი რეფლექსებია. დაბადებისას ეგი არა ჩნდება მხოლოდ იმიტომ, რომ ნერვული და კუნთის სისტემის განვითარება ამისათვის საკმარისი არაა. ქსოვილთა ჰისტოლოგიური შესწავლიდან ვიცით, რომ ლეკვის დაბადებისას ნერვ-კუნთის ემბრიონალური განვითარება დასრულებული არაა. ფიზიოლოგიური გამოკვლევაც ამას გვიჩვენებს: ახლად დაბადებული ლეკვი გარეგან გაღიზიანებას მხოლოდ საერთო შენძრევით და წკმუტუნით უპასუხებს. მას არ შეუძლიან ფეხი მოხაროს და გაშალოს ისე, რომ დგომა და სიარული შესაძლებელი იყოს. რომ ძაღლის დგომა და სიარული თანშობილია და არა ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსია, ამას ისიც ამტკიცებს, რომ დიდი ტვინის თავიდან ამოჭრის შემდეგ დგომის და სიარულის უნარი არ იკარგება, თუმცა ამავე დროს ყველა ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსები საბოლოოდ ისპობიან. მეორე მხრივ, არსებობს ისეთი ცხოველებიც, რომელნიც გაჩენისთანავე ამ მოძრაობას ისე ასრულებენ, როგორც მათი მშობლები: ცხენის კვიცი, ეირის ჩოკინა და სხვა. მაშასადამე, თავისთავად ცხადია ეს მოძრაობანი მუდამ თანშობილი უნდა იყვნენ.

მსგავსად დგომისა და სიარულისა თანშობილთ ეკუთვნის: a) საორიენტაციო რეფლექსები, რომელთა მიზანია დაშორებულ გაღიზიანებათა საუკეთესოდ მიმღებლობა: თავის მიხერა-მოხერა, ყურების აცქვეტა, ნესტოების გაფართოვება; b) თვით დაცვის რეფლექსები, როგორც კბილების კრაჭუნი, კლანჭის ან ეშვის დარტყმა, წიხლის მირტყმა, ფხანვა, მოცილება, ხახუნი, ფეხის აწევა; c) ხმის რეაქცია, როგორც ყეფა, წკმუნვა, ღნავილი, რომელთა დანიშნულება ინდივიდის ან მოდგმის დაცვაში გამოიხატება; d) მასაზრდოებელი ანუ კვების რეფლექსე-

ბრ, როგორც წოვნა, ღეჭვა, ყლაპვა, ლოკვა, ძებნა, მიპარვა, დაცემა, ნერწყვის, კუჭის წვენის, ნაღველის გამოყოფა და სხვ.; e) მოდგმის დაცვის რეფლექსები: მამალ-დედალის რბენა ერთი-ერთმანეთისკენ, მოხვევა, სასქესო ორგანოთა სუნვა, კრუხის ქცევა და საზოგადოთ შთამომავლობის მოვლა და დაცვა და სხვა. ყველა ჩამოთვლილი რეფლექსები და კიდევ სხვა მრავალი ცხოველთა ყველა კლასებში თანშობილთა ჯგუფს ეკუთვნიან. ამასთანავე, **ცხოველთა ყველა კლასებში ზოგი თანშობილი რეფლექსი გაჩენისთანავე მოქმედობს, ზოგიც მცირე თუ დიდი ხნის შემდგომ პოსტემბრიონალური განვითარების სხვა და სხვა საფეხურზ-ედ, მაგრამ ყოველ შემთხვევაში მათი წარმოება თვითონ ნერული სისტემის შთამომავლობით ორგანიზაციაზე იქნება დამოკიდებული.**

მიუხედავად იმისა, რომ თანშობილი და ინდივიდური რეფლექსური მოძრაობანი არსებითად არ განსხვავდებიან ერთი-ერთმანეთისაგან, ინდივიდურ რეფლექსურ მოქმედებას განვიხილავთ ცალკე დიდი ტვინის ზოგად ფიზიოლოგიასთან ერთად. ინდივიდური რეფლექსური მოქმედება იმდენად რთული რამ არის, რომ აუცილებლად საჭიროა ჯერ უფრო მარტივი თანშობილი მოქმედება იქმნეს განხილული, ცენტრალური ნერეული სისტემის ჯერ უფრო მარტივი კანონწონილებანი იყოს შესწავლილი. ამასთან ინდუვიდური მოქმედება იმდენად დაკავშირებულია დიდი ტვინის ქერქის მოქმედებასთან, რომ შეუძლებელი იყო მისი დამოუკიდებლად განხილვა, ისე რომ წინასწარ დიდი ტვინის ზოგად ფიზიოლოგიას არ გაეცნობოდით.

პ რ ა ქ ტ ი კ უ მ ი.

რ ე ფ ლ ე ქ ს თ ა დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა ბ ა ყ ა ყ ი ს ს ა ზ უ რ გ-ტ ვ ი ნ ო. პ რ ე პ ა რ ა ტ ზ ე დ. ზურგის ტვინის პრეპარატი ასე მზადდება: თავსა და ხერხემალს შუა გადეპრიან ზურგის ტვინს: ამით თავსა და ზურგის ტვინს შორის ურთიერთობას სპობენ. ამნაირ ოპერაციის შემდეგ ტვინისა და ფეხების ყოველიეე რეფლექსური მოქმედება მხოლოდ ზურგის ტვინის საშუალებით ხდება.

1) მ ო ხ ვ რ ი ს დ ა მ ც ვ ე ლ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი უ კ ა ნ ა ფ ე ხ ებ ზ ე დ. ტერფისა და წვივის მექანიკური გაღიზიანება, როგორც პინცეტით ჩქმეტა, მოხვრის რეფლექსს გამოიწვევს: გაღიზიანებული ფეხი მიიკრიფება ტანისკენ ყველა სახსრების მოხვრის საშუალებით.

2) მ ო ც ი ლ ე ბ ი ს დ ა მ ც ვ ე ლ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ე ბ ი უ კ ა ნ ა ფ ე ხ ზ ე დ. პირველი ტიპი: ბარძაყის ლატერალური მხრის, ტანის, გვერდების და ზურგის, აგრეთვე წინა ფეხის გაღიზიანება იწვევს ერთნაირ მოცილების რეფლექსს. გაღიზიანებული მხრის უკანა ფეხი მიიკრიფება ტანისკენ და გაღიზიანებულ ალაგს თითებით რამდენიმეჯერ გაუხახუნებს. მეორე ტიპი: აქილესის მყესზედ კანის მექანიკური გაღიზიანება სხვა ტიპის მოცილების რეფლექსს ვამოიწვევს. ორივე უკანა ფეხი გაიშლება და გაღიზიანებულ ფეხს რამდენმეჯერ შეეხება მეორე ფეხი წვივ-ტერფის სახსრით, ე. ი. აქილესის მყესის ფარგლით. მესამე ტიპი: �111ᴇ-ის ირგვლივ გაღიზიანება იწვევს მესამენაირ მოცილების რეფლექსს, ორივე ფეხი ხან მორიგეობით, ხან ერთად მიიკრიფება გაღიზიანებულ ალაგს და წვივ-ტერფის სახსრით გაუხახუნებს. რეფლექსი მეორდება რამდენმეჯერ.

3) გ ა შ ლ ი ს რ ე ფ ლ ე ქ ს ი. ჰაერში დაკიდულ პრეპარატს რომ თითი დაედოს ტერფის გულზედ და სუმბუქად მიეჭიროს, თითები რეფლექსურად იშლებიან. დაწოლა რომ

მძლავრად მოხდეს, ისე კი რომ დამაზიანებელ გაღიზიანებას ალაგი არ ჰქოდეს, მაშინ მთელი ფეხი გაიშლება. ეს რეფლექსი დამცველი არაა. მას აქვს ლოკომოციის დროს ერთგვარი მნიშვნელობა. მაგ., უკანა ფეხების გაშლა, როდესაც ბაყაყი კედელს ებღაუტება, ამ რეფლექსს უნდა წარმოადგენდეს.

4) **მოხვევის სასქესო რეფლექსი.** იღებენ საზურგტვინო მამალ ბაყაყს, რომელიც დედლისაგან სხვათა შორის იმით ირჩევა, რომ მას წინა კიდურის ცერზედ დიდი კორძი აქვს. ამ კორძის გაღიზიანება მოხვევის რეფლექსს გამოიწვევს. ამ რეფლექსის საუკეთესოდ მისაღებად უნდა მოამზადონ უდიდტვინო პრეპარატი: ბაყაყს მოაცლიან დიდ-ჰემისფეროებს და შუამდებარე ტვინს ანუ სამხედველო ბორცვებს. ხოლო ეს ცდა გაზაფხულზე გამოვა კარგად, როდესაც ბაყაყები გამრავლებია, სეზონში იმყოფებიან (Steinach [9]). საზურგტვინო ბაყაყზედ, მამალი იყოს იგი თუ დედალი სულ ერთია, გულზედ კანის გაღიზიანება იწვევს ორივე წინაკიდურის მოხვრას გამაღიზიანებელ აგენტისკენ. ხოლო ეს არაა სასქესო მოხვევის რეფლექსი. მას თავდაცვის დანიშნულება აქვს: მოცლა გამაღიზიანებელი აგენტისა.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Ch. Sherirngton, The Integrative Action of the Nervous System. 1915. London.
2. С. Метальников, Рефлекс, как творческий акт. 1917. Русская мысль.
3. J. Leob, Einleit. in d. Vergleichende Gehirnphysiologie u. Vergleichende Psychologie. 1899. Leipzig.
4. A. Bethe, Allg. Anat. u. Physiol d. Nervensystems. 1903. Leipzig.
5. S. Baglioni, Zur Analyse d. Reflexfunktion. 1907. Wiesbaden.
6. И. Павлов, 20 летний опыт об'ектив. изучения высшей нервной системы, 1922. Ленинград.
7. В. Бехтерев, Об'иективная психология. 1912-1914. Петербург.
8. F. Dofflein, Festschr. z. sechzigster Geburtstag Richard Hertwigs. 1910 **3. 215.**
9. Steinach, Zentr. Physiol., 1910, 24, 551.
10. J. Beritoff. Pfl. Ar. 1926, **213**, 370.
11. И. Фролов, Pfl. Ar.., 1925. **208**, 261.

2. რეფლექსების მიმღები აპარატი და მისი დანიშნულება.

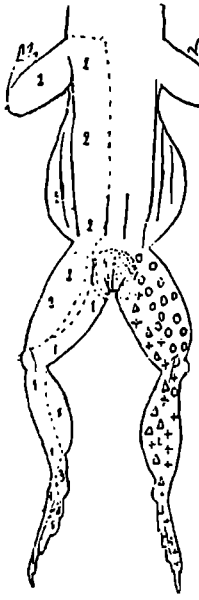
„სპეციფიური ენერგიის პრინციპი“. თვითეულ მგრძნობიარე ორგანოდან რეფლექსური რეაქცია ნორმალურად მხოლოდ ერთი რომელიმე თვისებების გაღიზიანებისაგან გამოიწვევა. მხედველობითი ორგანოდან—მხოლოდ ბგერებით, გემოვნების ორგანოდან—მხოლოდ პირში ჩადებული საკმლით, კანიდან—მხოლოდ შეხებით, დაზიანებით, სითბოთი. თვალი და კანი არადროს ბგერით არ გაღიზიანდება, და პირიქით ყური სინათლის სხივებით არ გაღიზიანდება. ამნაირად **თვითეული გაღიზიანება სპეციფიურად, ე. ი. განსაკუთრებით ერთ რომელიმე მგრძნობიარე ორგანოზე მოქმედობს.** ზოგიერთ განსაზღვრულ პირობებში შეიძლება თვითეული მგრძნობიარე ორგანო სხვა გვარი **არა სპეციფი-**

ური გაღიზიანებით ავამოქმედოთ. მაგრამ ყველა პირობებში ეს არა სპეციფიური გაღიზიანება სწორედ ისეთ მოქმედებას გამოიწვევს, როგორც სპეციფიურს შეეფერება. მაგ., თვალზე დაპერისას მძლავრ სინათლეს ეგრძნობთ, სისხლის თავში ცემისას ყურში ხმაურობა ისმის (ლოკოკინის გაღიზიანება სისხლის გაძლიერებული მიმოქცევით). მხედველობის ნერვის ელექტრული ან ხელოვნური გაღიზიანება ძაღლზედ იწვევს თვალის მიბრუნებას გაღიზიანებულ მხარეზე, ხან მთელი თავისაც და აგრეთვე თვალის გუგის შეეიწროებას, ე. ი. როგორც ეს თვალის სინათლით გაღიზიანებას შეეფერება. ამნაირად, **მგრძნობიარე ორგანოს არა სპეციური გაღიზიანება სწორედ იმ შეგრძნებას და მოძრაობას იწვევს, რაც მისი სპეციფიური გაღიზიანება წარმოშობს.** ამ გარემოებას დიდი ხანია რაც ყურადღება მიაქციეს. გამოჩენილმა ფიზიოლოგმა მ ი უ ლ ე რ მ ა ამ კანონ-შეწონილობას „**სპეციფიური ენერგიის კანონის**" სახელი უწოდა. ამით იგი უჩვენებს, რომ თვითეული გარეგანი ენერგია, რომელიც მგრძნობიარე ორგანოზე მოქმედობს, ამ ორგანოს სპეციფიურ ენერგიად გარდაიქცევა [1]).

მაგრამ, საქმე მგრძნობიარე ორგანოს სპეციფიური ენერგია კი არაა, არამედ მისსა და ც. ნ. სისტემას შორის ურთიერთობა. სრული დარწმუნებით შეიძლება ითქვას, რომ სასმენი ნერვის პერიფერიული ნაწილი რომ შეეზარდოს მხედველობის ნერვის ცენტრალურ ნაპერს, მაშინ ბგერით გაღიზიანება სინათლის შეგრძნებას და გუგის შეეიწროებას გამოიწვევს. ჩვენ ვიცით, რომ კანის ან კუნთის მგრძნობიარე ნერვის ღეროს გაღიზიანება ისეთივე ტკივილს გამოიწვევს. როგორც თვით კანის ან კუნთის, ე. ი. მგრძნობიარე ორგანოთა გაღიზიანება: ყველამ უწყის, რომ იდაყვის დარტყმისას ოგრძნობა თითებში ჩხვლეტის მზგავსი ტკივილი. ეს იქიდან წარმოსდგება, რომ გაღიზიანდა იმ მგრძნობიარე ნერვის ღერო, რომელიც თითების მგრძნობიარე ორგანოებში თავდება. ამნაირად, **თვითეული პერიფერიული მგრძნობიარე ორგანო წარმოადგენს მხოლოდ ერთგვარ გაღიზიანების მიმღებელ აპარატს. მგრძნებიარე ნერვი კიდე—აგზნების გამტარებელს ც. ნ. სისტემის განსაზღვრულ განყოფილებისკენ. ხოლო უკანასკნელზეა დამოკიდებული, როგორც შესაფერი ფსიქიური განცდა, ისე მთელი რეფლექსური რეაქციის ქარაქტერული მსვლელობა.**

კ ა ნ ი ს მ ი მ ღ ე ბ ე ლ ი ვ ე ლ ებ ი. ჩვენ უმთავრესად იმ რეფლექსურ რეაქციებთან გვექნება საქმე, რომელნიც კანის გაღიზიანებით იწვევიან. ამიტომ საჭიროა კანის მიმღებელ აპარატებს უფრო დაწვრილებით გავეცნოთ. კანის ზედაპირში იმისთანა მგრძნობიარე ელემენტები ანუ რეცეპტორები არსებობენ. რომელნიც სხვადასხვა დამაზიანებელ აგენტებისგან ღიზიანდებიან: ჩხვლეტა. მძლავრი მოჭერა, ელექტროდენი, ქიმიური ნივთიერება და სხვა. ასეთ მგრძნობიარე ელემენტებს უნდა წარმოადგენდენ ნერვის თავისუფალი დაბოლოებათა ხლართი ეპიდერმისში. თევზების კანში მხოლოდ ასეთი მგრძნობიარე აპარატები მოიპოვებიან და ამ ცხოველებს შეუძლიანთ მხოლოდ განარჩიონ ტემპერატურის დიდი ცვლილებანი, ქიმიური გაღიზიანება, ტლანქი შეხება და საზოგადოთ დამაზიანებელი გაღიზიანება. კანშივე მდებარეობს ისეთი მგრძნობიარე ელემენტები, რომელნიც შეხებას მიმღებლობენ. ასეთ ელემენტებად მიჩნეულია

მერკელის შეხებითი უჯრედები და მეისნერის სხეულაკები და სხვა. ასეთი რეცეპტორების არსებობა უმაღლეს ცხოველებიდან იწყება (ამფიბიები და რეპტილიები). კანში არსებობს ისეთი მგრძნობიარე ელემენტებიც, რომელნიც დაწოლას, გაჭიმვას და მდებარეობის ცვლილებას მიმღებლობენ. ამ ელემენტებს მიაკუთვნებენ იმ რთულ ნერვულ წარმოქმნას, რომელიც ეპიდერმისის ქვეშ მდებარეობს და ფატერ-პაჩინის სხეულაკების სახელს ატარებს. ასეთი სხეულაკები აღმოჩენილი იყო უმაღლეს ცხოველებში: ადამიანზე, ძუძუმწოვარ ცხოველებზე და აგრეთვე ფრინველებზე.



სურ. 97. რეფლექსთა მიმღებელი ველები ბაყაყზედ (მარცხენა მხარე) და წელის უკანა ფესვების გაღრეცვება ფეხის კანში (მარჯვენა ფეხი). მარცხენა მხარეზე შტრიხანი ხაზებით შემოფარგლულია თვითეული რეფლექსის მიმღებელი ველი: 1—მოხრის მიმღებელი ველი, 2, 3, 4—სხვა და სხვა მოცილების ველები, 5—გაშლის ველი, რომელიდანაც გაშლის რეფლექსი იმავე ფეხზედ იწვევა, 6—მეორე ტიპის გაშლის რეფლექსის ველი. მარჯვენა ფეხზედ ოგოლებით აღნიშნება წელის პირველი უკანა ფესვის (თავიდან მე-VII) გაღრეცვება, ჯვრედ ბოლო მეორისე (მე-VIII), სამეუთხედით—მესამე უკანა ფესვისა (IX) და წერტილებით—მეთხუთმეტე (X) (ბერიტაშვილი).

სურათი 97.

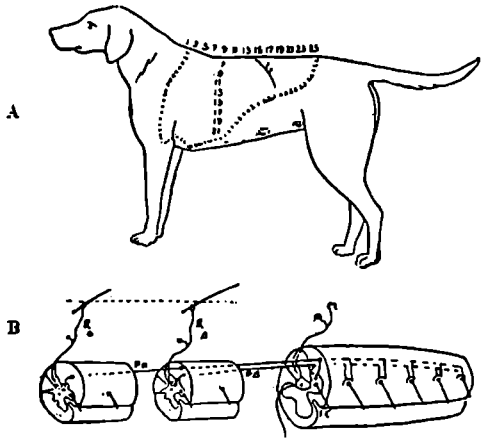
ყველა ეს ელემენტები ერთი ერთმანეთში არეულია; ამიტომ ერთი და იმავე კანის ნაკვეთიდან შეიძლება გამოიწვიოთ, როგორც დამცველი რეაქცია დამაზიანებელი გაღიზიანების მიერ, ისე სხვა რეაქციაც, რომელიც ან ლოკომოციას და ან გამრავლებას შეეხება. მაგ., ბაყაყის საზურგტვინო პრეპარატზე უკანა ფეხის გულს რომ მივაპირეთ ჩლუნგი საგანი, ფეხის თითები გაიშლება; ცოტა რომ წოლას მოუმატოთ, მაშინ მთელი ფეხი გაიშლება. ეს რეფლექსი უნდა ლოკომოციის მონაწილე იყოს. თუ კიდე ამავე ფეხის გულზედ უჩხვლიტეთ, მაშინ მთელი ფეხი მოიხვერება და ტანისკენ მიიკრიფება. ეს არის დაცვის რეაქცია (Baglioni [2]), ბერიტაშვილი [3]).

კანის ზედაპირი ძლიერ დიდია. იგი მთელ ორგანიზმს ჰფარავს. დამცველი რეაქცია გამოიწვევა თვითეულ მის ნაწილიდან, მაგრამ ერთი ალაგის რეაქცია მეორისას არ წააგავს. დამცველი რეაქცია ძლიერ იცვლება გაღიზიანებული ალაგის მიხედვით. მიუხედავად ამისა არსებობს რამდენიმე რეფლექსის ტიპი. თვითეულ ტიპს განსაზღვრული მიმღებელი ზედაპირი აქვს. მაგ., ბაყაყის უკანა ფეხზედ შეიძლება შემდეგი დამცველი რეფლექსის ტიპი ვინახულოთ (ყველა ქვემო დასახელებულ რეფლექსთა მიმღებელი ველი და ზოგიერთი სხვაც მოყვანილია მე-97 სურათზედ):

a) მოცილების რეფლექსი, რომელიც ბარძაყის ფარგლიდან, ტანის გვერდებიდან, ზურგიდან და წინა ფეხიდან გამოიწვევა (იხ. აგრეთვე სურ. 95); b) მეორე ტიპის მოცილების რეფლექსი, რომელიც კუდუსუნის ფარგლიდან გამოიწვევა; c) მესამე ტიპის მოცილების რეფლექსი, რომელიც გამოიწვევა აქილესის

მყესის ფარგალში გაღიზიანებით; d) უკანა ფეხის მოხვრის რეფლექსი, რომელიც წვეთის და ტერფის გაღიზიანებით იწვევა (იხ. სურ. 94); e) უკანა ფეხის გაშლის რეფლექსი, რომელიც მეორე უკანა ფეხის მოხვრის მიმღებელი ზედაპირის გაღიზიანებით იწვევა. დასახელებულ იქმნა რამდენიმე უკანა ფეხის დამცველი რეფლექსი, რომელთაც საკუთარი მიმღებელი ზედაპირი აქვთ. (ბ ე რ ი - ტ ა შ ვ ი ლ ი [4]). ასევე ყველა კანის რეფლექსს აქვს საკუთარი მიმღებელი ზედაპირი. შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ მ ა [5]), ცნობილმა ც. ნ. ს.-ის ფუნქციათა მკვლევარმა, რეფლექსის მიმღებელ ზედაპირს **მიმღებელი ველის** სახელი უწოდა. ამნაირად, **თვითეული ტიპის რეფლექსს საკუთარი მიმღებელი ველი აქვს.**

მ ი მ ღ ე ბ ე ლ ი ვ ე ლ ი ს მ ნ ი შ ვ ნ ე ლ ო ბ ა კ ო ო რ დ ი ნ ა ც ი ი ს მ ი მ ა რ თ. ის გარემოება, რომ თვითეულ რეფლექსს საკუთარი მიმღებელი ველი აქვს, შეძლებას გვაძლევს ამ ველის მნიშვნელობა კოორდინაციის მხრივ გამოვიკვ-



სურ. 98.

სურ. 98. ფ ხ ა ნ ვ ი ს რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს მ ი მ ღ ე ბ ე ლ ი ვ ე ლ ი ძ ა ღ ლ ზ ე დ (A) დ ა მ ი ს ი რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ ი რ კ ა ლ ი (B). A. მიმღებელი ველის სივრცე, რომელიც ! ციფრებითაა აღნიშნული; Lr—უკანასკნელი ნეკნის მდებარეობა. B. ფხანვის რეფლექსური რკალის დიაგრამა. Rα, Rβ — მგრძნობიარე ნეირონი ფხანვის მიმღებელ ველიდან; FC—მაპოძრავებელი ნეირონი; Pα, Pβ—ტვინის შიგნითა ნეირონი (შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი).

ლიოთ. სახელდობრ, ველის მაგიერ შეიძლება გაღიზიანდეს მისი მგრძნობიარე ნერვი ელექტრული ან მექანიკური ან ქიმიური აგენტით. რეფლექსი ყველა ამ შემთხვევაში გამოიწვევა და ეს რეფლექსი სწორედ ისეთივე კოორდინაციულ აქტს წარმოადგენს, როგორც თვითონ ველის გაღიზიანებისას არის. ასე ხდება მაშინაც კი, როდესაც მგრძნობიარე ნერვი გადაპრილია და ღიზიანდება ცენტრალური ნაქერი. მაგ., ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატზედ n. peroneus-ის გაღიზიანება, რომელიც იღებს მგრძნობიარე ბოჭკოებს მოხვრის რეფლექსის ვე-

ლიდან, გაღიზიანებული ფეხის მოხვრას გამოიწვევს. ეს იყო დამტკიცებული სხვა ცხოველებზედაც, მაგ., კისრის, ბეჭის და ზურგის კანის მსუბუქი გაღიზიანება ძაღლზედ, კატაზედ, შინაურ კურდღლებზედ ფხანვის რეფლექსს იწვევს (იხ. სურ. 98). ეს რეფლექსი მდგომარეობს მასში, რომ გაღიზიანებულ მხარეზე უკანა ფეხი გაღიზიანებულ ადგილს მიიკრიფება და ტერფის სწრაფი რითმული მოძრაობით მის ფხანვას აწარმოებს. ამავე დროს მეორე უკანა ფეხი გაიშლება, კისერი და ტანი მიიხრება გაღიზიანებულ მხარეს. ეს რთული რეფლექსი გამოიწვევა აგრეთვე აღნიშნული მიმღებელი ველის მგრძნობიარე ნერვების ელექტრული გაღიზიანებით (Sherrington [5]). ამნაირად, **მიმღებელი ველი მხოლოდ გაღიზიანების მიმღებ როლს თამაშობს და რეფლექსის კოორდინაციაში არავითარ მონაწილეობას არ იღებს.**

პრაქტიკუმი.

1. **რეფლექსთა მიმღებელი ველის განსაზღვრა ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატზედ.** უკანა ფეხს სხვადასხვა ალაგას მექანიკურად, ან ინდუქციის ელექტროდენით გააღიზიანებენ და მით იპოვიან თვითეული რეფლექსის ველს (იხ. სურ. 97).

2. **რეფლექსთა გამოწვევა მგრძნობიარე ნერვის საშუალებით,** საზურგ-ტვინო ბაყაყზე მოხვრის რეფლექსი გამოსაწვევად აღიზიანებენ მოხვრის მიმღებელ. ველიდან n. peroneus-ს, მოცილების რეფლექსის მისაღებად აღიზიანებენ n. cutaneus femoralis lat., რომელიც ნერვება ბარძაყის ლატერალურ ზედა-პირიდან მიიღებს, ან კიდე n. brachialis, რომელიც წინა ფეხშია. პრეპარატი დაკიდულია ფეხებით ძირს. ნერვი გადაჭრილია და მის ცენტრალურ ნაჭერზე ძაფია მობმული. გასაღიზიანებლად ნერვს გადაჭიდებენ ელექტროდებზე და აღიზიანებენ ფარადიული ელექტროდენით.

ლიტერატურა.

1. W. Nagel, D. Lehre von den spezifischen Sinnesenergien. Nagel's Handbuch, 1904, 3, 1. Braunschweig.
2. S. Baglioni, Zur Anal. d. Reflexfunk. 1907. Wiesb.
3. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1913, 151, 171; Учение об основ. элементах центральной координации скелетнй мускулатуры. 1916. Петроград. გვ. 106.
4. И. Беритов, Тр. Петерб. Общ. Естествоисп. 1913, 42, вып. 4, გვ. 267.
5. C. Sherrington. Integr. Act. of Nerv. System. 1915. London.

3. ზურგის ტვინის კვანძის და საერთო ნერვული კვანძების მნიშვნელობა რეფლექსის კოორდინაციაში.

შტეინახის ცდა ზურგის ტვინის კვანძიდან უჯრედების ამოპრისა. თვითეულ მიმღებელ ველიდან აგზნება ვიდრე ზურგის ტვინში შევიდოდეს, ზურგის ტვინის კვანძით უნდა გაიაროს, სადაც თვითეული მგრძნობიარე ნეირონის უჯრედი იმყოფება. ამ უჯრედს ერთი აქსონი აქვს, რომელიც ცოტა მოშორებით ორ ტოტად იყოფა. ერთი მათგანი მიდის მიმღებელ ველისკენ და იქ თავდება რეცეპტორებში. მეორე კი შედის ზურგის ტვინში, სადაც იგი მრავალ კოლატერალებს იძლევა და შემდეგ ან აქვე, ან კიდე თავის ტვინში ბოლოვდება (იხ. სურ. 64). ეხლა ვიკითხოთ, თუ რა როლს თამაშობს ეს კვანძი რეფლექსის კოორდინაციაში. ზევით უკვე იყო მოხსენებული, რომ **ზურგის კვანძები რეფლექსის კოორდინაციაში მონაწილეობას არ ღებულობენ.** ეს დასკვნა შეიძლება გამოყვანილი იყოს სხვათა შორის შტეინახის შემდეგ ცდიდან. ბაყაყის ზურგის ტვინის კვანძში უჯრედები დორსალურ მხარის ერთ განაპირა ალაგზეა შეკრეფილი. შტეინახი ამ ალაგის მოპრას ისე ახერხებდა, რომ სხვა ნაწილები არ ზიანდებოდა. ეს ოპერაცია რეფლექსურ მოქმედებას არ სწყვეტდა. რამდენიმე დღის განმავლობაში რეფლექსი ჩვეულებრივად იწვეოდა იმ მიმღებელი ველის გაღიზიანებით, რომლიდანაც მგრძნობიარე ნერვები დაოპერაციებული კვანძით შედიოდენ ზურგის ტვინში. ჰისტოლოგიური სურათი ოპერაციის შემდგომ ასეთი იყო: უჯრედების ერთი წილი სულ არ არსებობდა, ხოლო დანარჩენი სრულიად გარდაშეებული, დეგენარაციული იყო. მაგრამ ცოტად თუ ბევრად შენახულიყო ამ უჯრედების აქსონები მათი ტოტებით. ამ ცდიდან სხვათა შორის ისიც სჩანს, რომ ზურგის ტვინის **კვანძში აგზნება უუჯრედოთაც გავლის, რომ იგი შეძლება აქსონის პერიფერიულ ტოტიდან პირდაპირ ცენტრალურ ტოტზედ გადავიდეს.**

სწორედ ამის გამოა, რომ **ზურგის ტვინის კვანძში აგზნება სრულიად უცვლელად გატარდება, როგორც ნერვის ბოჭკოში.** ეს შემდეგ ცდიდან მტკიცდება. მგრძნობიარე ნერვი რომ გავაღიზიანოთ და მისი გაგრძელება კვანძის უკან და მის წინ გალვანიმეტრის რკალში მორიგეობით შეეიტანოთ, აღმოჩნდება, რომ მოქმედების ელექტროდენის რითმი და მსვლელობის საერთო ხასიათი სრულიად ერთი და იგივეა ორივე შემთხვევაშა. გარდა ამისა, აგზნება ამ კვანძში ორივე მიმართულებით ერთნაირად გატარდება, სრულიად ისე, როგორც თვითეულ ნერვის ბოჭკოში (ბერიტა შვილი [3]). მაშასადამე, შეიძლება უკანა ფესვი გაღიზიანდეს, ე. ი. კვანძის წინ, გალვანომეტრით კიდე გამოვიკვლიოთ მგრძნობიარე ნერვის მოქმედება კვანძის უკან. ამნაირი ცდით ვრწმუნდებით, რომ **უკანა ფესვის მგრძნობიარე ბოჭკოების გაღიზიანებით გამოწვეული აგზნება გარდაეცემა კვანძის საშუალებით უკან მგრძნობიარე ნერვს, ისე როგორც წინ ზურგის ტვინს.**

მგრძნობიარე ფესვის გაღიზიანებით გამოწვეული რეფლექსის მსვლელობა. კვანძის როლი რეფლექსის კოორდინაციაში უფ-

რო უკეთესად შეიძლება გამოიკვლიოს, თუ რომ რეფლექსს პირდაპირ მგრძნობიარე ფესვის გაღიზიანებით გამოვიწვევთ. ზოგიერთ შემთხვევაში მგრძნობიარე ნერვები ერთი მიმღებელ ველიდან განსაზღვრული ფესვის საშუალებით გაივლის. ეს ფესვი რომ გადაიჭრას და მისი ცენტრალური ბოლო გაღიზიანდეს, გამოწვეული რეფლექსის ხასიათი და კოორდინაცია სწორედ ისეთი აღმოჩნდება, თითქოს თვითონ ველი ღიზიანდებოდეს. მაგ., ბაყაყის მეორე და მესამე (8—9) წელის უკანა ფესვი ნერვულ ბოჭკოებს სხვათა შორის მოხვრის მიმღებელ ველიდან იღებს. მათი გაღიზიანება ერთად თუ ცალკე მოხვრის რეფლექსებს გამოიწვევს (ბერიტაშვილი [1]). სწორედ ასევე შეიძლება დამტკიცდეს სხვა რეფლექსების მიმართაც, მაგ., შერინგტონმა ერთი ასეთი ფაქტი ფხანვის რეფლექსის მიმართ მოგვცა [2]).

მაგრამ ნერვის საშუალებით სრულიად იმნაირი ეფექტის მიღება, როგორიც ერთი რომელიმე მიმღებელ ველიდან გამოიწვევა, ზოგიერთ შემთხვევაში შესაძლებელი არაა. უკანა ფესვები მეტ წილად სხვა და სხვა რეფლექსის მიმღებელი ველის მგრძნობიარე ნერვებს გაატარებენ. ამიტომ მათი გაღიზიანება სხვადასხვა პირობებში სხვადასხვა რეფლექსს გამოიწვევს როგორც ცალკ-ცალკე, ისე ერთად, მაშასადამე, უკანა ფესვის გაღიზიანებით გამოწვეული მოძრაობა უფრო რთული რამ უნდა იყოს, ვიდრე ერთი რომელიმე ველის გაღიზიანებით.

ამნაირ მაგალითს ძლიერ ხშირად ბაყაყის პრეპარატი გვაძლევს. მოცილების რეფლექსის მიმღებელი ველის მგრძნობიარე ნერვები ბარძაყის ფარგლიდან ჩვეულებრივ ტვინში შედიან მე-7 ფესვით. მაგრამ ზოგჯერ იგინი წილობრივ გაივლიან აგრეთვე მე-8 ფესვით. ამ უკანასკნელით „მგრძნობიარე ბოჭკოები ტვინში შედის სხვათა შორის მოხვრის მიმღებელ ველიდანაც. ამიტომ აღნიშნულ შემთხვევაში მე-8 ფესვის გაღიზიანება ერთ რომელიმე რეფლექსს არ იწვევს. სუსტი გაღიზიანება წმინდა მოხვრის რეფლექსს იძლევა, ძლიერი კიდევ ერთგვარ შერეულ მოძრაობას, რომელიც მოცილების და მოხვრის რეფლექსის ელემენტებს შეიცავს: ფეხი იხვრება, როგორც მოხვრისას, თითები კიდევ ისეთ რითმულ მოძრაობას აწარმოებენ, რომელიც მოცილების რეფლექსს ახასიათებს (ბერიტაშვილი [1]).

ამნაირად, **ზურგის ტვინის კვანძები და საერთოდ კვანძები რეფლექსის კოორდინაციაში არსებით მონაწილეობას არ ღებულობენ. ცენტრალური ნერვული სისტემა, ე. ი. ზურგისა და თავის ტვინი, წარმოადგენს ერთად-ერთ ორგანოს, სადაც რეფლექსის საკოორდინაციო პროცესები წარმოიშვება.**

პრაქტიკუმი.

ცდა ზურგის ტვინის კვანძის როლის გამოსაკვლევად რეფლექსის კოორდინაციაში. იღებენ საზურგ-ტვინო ბაყაყის პრეპარატს. გემოუჩენენ მას ზურგის ტვინს უკანიდან წელის ფარგალში. აქ ერთი ორი სანტიმეტრის სიგრძის მე-7—10 უკანა ფესვები გამოჩნდება. გადასჭრიან თვითეულ მათგანს რაც შეიძლება ზურგის ტვინიდან მოშორებით, და გააღიზიანებენ ინდუქციის ელექტროდენით. მოძრაობის ეფექტი გაიშინჯება უკანა ფეხებზედ. როდესაც ღიზიანდება მე-7 ფესვი, მაშინ უმეტესად მოცილების რეფლექსი მიიღება,

რადგანაც იგი მგრძნობიარე ბოკკოებს ამ რეფლექსის ველიდან მიიღებს (ბარძაყის ლატერალური ზედაპირი). მე-8 რომ გაღიზიანდეს, მაშინ მოხვრის რეფლექსი გამოიწვევა. ეს ფესვი მრავლად შეიცავს სწორეთ მოხვრის მიმღებელი ველის მგრძნობიარე ბოკკოებს. მე-9 ფესვის გაღიზიანება მეტ წილად მოხვრას გამოიწვევს იმავე მიზეზით, როგორც მე-8-სი, მაგრამ ხშირად მას წინ უძღვის გაშლის რეფლექსი, რადგან ეს ფესვი მგრძნობიარე ბოკკოებს მიიღებს აგრეთვე ტერფის გულის კანიდან და აკილესის მყესის ფარგლიდან, რომელთა გაღიზიანება გაშლის რეფლექსს გამოიწვევს. მე-10 ფესვის გაღიზიანება ერთნაირი მოცილების რეფლექსს გამოიწვევს, რომელიც კუდუსუნის და anus-ის მახლობლად გაღიზიანებას ახასიათებს, ე. ი. ერთი ან ორიეე ფუბის მიკრეფას anus ისკენ გამაღიზიანებელი აგენტის მოსაშორებლად.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1913, 151, 171; 1923, 198, 604.
2. C. Sherrington, Quart. Jour. Exp. Physiol., 1910, 3, 213; Ergebn. d. Physiol., 1904. 4, 796.
3. ივ. ბერეტაშვილი, ზურგის ტვინის კვანძის როლი აგზნების გამტარებლობაში. არ არის გამოქვეყნებული.
4. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1923, 200, 562; Учение об осн. элем. центр. коорд. ск. мускулатуры 1916. Петроград. 106.

4. საკოორდინაციო აპარატთა ანატომიური ლოკალიზაცია.

საკოორდინაციო აპარატთა სეგმენტური მდებარეობა. თვითეული რეფლექსის არსებობა გულისხმობს ერთგვარი საკორდინაციო აპარატის არსებობას ზურგისა ან თავის ტვინში. ეს ცხადად სჩანს ზემო მოყვანილ ფაქტებიდან. ეხლა ვიკითხოთ თუ თვითეული რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატი სად იმყოფება, ანუ რანაირია მისი ანატომიური მდებარეობა.

დიდი ხანია ეს საკითხი დაისვა. უკვე სპალანცანმა (Spalanzani 1778) ნათლად დაგვანახვა, რომ გომბეშოს წინა ფეხებით მოხვევის რეფლექსი შეიძლება ვინახულოთ იმ შემთხვევაშიაც, თუ ამ წინა ფეხების ნერვები მხოლოდ ტვინის ერთად-ერთ მეორე სეგმენტს უკავშირდება, ე. ი. როდესაც ზურგის ტვინი ამ სეგმენტის წინ და უკან არის გადაჭრილი *). აქედან სჩანს, რომ მოხვევის რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატი მეორე სეგმენტში უნდა მდებარეობდეს. რინბერკმა (Rynberk [1]) გაიმეორა ეს ცდა და მასთან ამნაირივე ცდა სხვა ცხოველზედაც მოახდინა. მან იპოვნა, მაგ., რომ ძაღლის ერთად-ერთი გულმკერდის სეგმენტი სრულიად საკმარისია სეგმენტური რეფლექსებისათვის. შემდეგ დანილევსკიმ [4]), ბაბეკმა (Babak [3]) და სხვ. გამოარკვიეს, რომ ბაყაყის ტვინში წელის ნაწილს იმნაირი რითმული რეფლექსების უნარი აქვს, როგორც სიარული და ხტუნვა. ყველანი ამას იკვლევდნენ ზურგის ტვინის გადაჭრისას

*) ბაყაყის ზურგის ტვინი სულ 10 სეგმენტისაგან შესდგება. ეს ცხადად სჩანს მე-4 სურათზე. 1 ფესვი კისერს ეკუთვნის (იი ნაჩვენებია M_1); 2 და 3—მხრის ნაწილს (ფესვი M_2-M_3) 4—6—გულმკერდისას (M_4-M_6); 7—9 წელისას (M_7-M_9); და 10—საღმრთრსას (M_{10}).

წელის ფარგლის წინ. მაშასადამე, უკანა ფეხების რითმული რეფლექსების საკოორდინაციო აპარატი უნდა წელის ტვინში მდებარეობდეს. ამნაირივე დასკვნა იყო გამოყვანილი აგრეთვე სხვა და სხვა უმაღლესს ცხოველთა რითმული რეფლექსების შესახებ.

ტვინის წილობრივი მოწამვლა სტრიქნინით. საკითხის საუკეთესო გამოსაკვლევ მეთოდად უნდა ჩაითვალოს სტრიქნინით ც. ნ. სისტემის ადგილობრივი (ლოკალური) მოწამვლა. სტრიქნინით ან და სხვა ამგვარი ალკალოიდით ც. ნ. ს. რომ მოვწამვლოთ სულ მცირე რამ დოზით (0,1% ხსნარში დასველებული ბამბით ტვინის ზედაპირზე წასმა), საწამლაები ტვინზე ქარაქტერულად იმოქმედებს. თუ სტრიქნინი ბაყაყის ზურგის ტვინს უკანა მხრიდან წაესვა, იგი იძლევა იმ რეფლექსური რეაქციების არა ჩვეულებრივ გაძლიერებას, რომელიც ჩვეულებრივ მოწამლული ნაწილის უკანა ფესვების საშუალებით გამოიწვევა (ბერიტაშვილი[4]). ლოკალური მოწამვლა ბაყაყის ზურგის ტვინის მე-VIII—IX სეგმენტისა ხელს უწყობს მოხვრა-გაშლის რითმულ რეფლექსის გაძლიერებას, რომელიც ამ სეგმენტთა მგრძნობიარე ფესვების საშუალებით იწვევა. მე-VI—VII სეგმენტების უკანიდან მოწამვლა კიდე აძლიერებს ერთ-ერთ ტიპის მოცილების რეფლექსს, რომელიც ჩვეულებრივ იმ ველიდან გამოიწვევა, სადაც მე-VI—VII უკანა ფესვის ნერვული ბოჭკები იწყება (Dusser de Barenne[5]), ბერიტაშვილი[4]). ამავე დროს, სხვა ყველა რეფლექსები ყველა სხვა ველებიდან ნორმალურად მიმდინარეობს, თითქოს აღნიშნული ერთი-ორი სეგმენტის მოწამვლა მათ სრულიად არ ეხებოდეს. მე-VIII—IX სეგმენტების მოწამვლის შემდგომ, მაგ., გაძლიერდება საერთო მოხვრის და გაშლის რეფლექსები და რითმული რეფლექსი სიარულის და ხტუნვის ტიპისა, რომელნიც მე-VIII—IX ფესვების საშუალებით გამოიწვევიან. ამავე დროს მოცილების რეფლექსი მე-VII ფესვის საშუალებით სრულიად ნორმალურად მიმდინარეობს (ბერიტაშვილი[4]).

აქ მოყვანილი ფაქტები აშკარად გვიჩვენებენ, რომ **თვითეული რეფლექსის კოორდინაცია სწორედ იმ ტვინის განყოფილებაში უნდა სწარმოებდეს, სადაც შესაფერ მიმღებელ ველიდან მგრძნობიარე ნერვი შედის.**

მამოძრავებელი ნეირონებ[illegible]ს მნიშვნელობა რეფლექსის კოორდინაციაში. თვითეული ზურგის ტვინის სეგმენტი ორნაირ ნერვულ ელემენტისგან შესდგება: მამოძრავებელ ნეირონებისაგან, რომელნიც ტვინის წინა რქებში მდებარეობენ და თავის აქსონებს პერიფერიულ ორგანოში გზავნიან და ინტერსპინალურისგან, ესე იგი ზურგის ტვინის შიგნითა ნეირონებისაგან, რომელნიც მრავლად არიან უკანა და გვერდით რქებში და რომელთა აქსონები მხოლოდ ტვინის ფარგალში ვრცელდებიან. ჩვენ გამოსაკვლევ საგანს შეადგენს ის საკითხი, თუ რა ნაირ მონაწილეობას იღებს ერთი და მეორე ნეირონი რეფლექსის კოორდინაციაში. ზემო აღნიშნული სტრიქნინის მოქმედება რეფლექსურ აპარატზედ მხოლოდ მაშინ ინახულება, თუ ეს შხამი ტვინს უკანა ზედაპირიდან წაესო და ამით სტრიქნინის გავლენა მხოლოდ ინტერსპინალურ ნეირონებზე ვრცელდება. თუ სტრიქნინის წასმა წინა ზედაპირზე ხდება, მაშინ იგი რეფლექსურ აპარატზე სულ სხვა ნაირად მოქმედობს: რეფლექსური რეაქციის

ინტენსიოობას შეუცვლელად არჩუნებს. ასე ხდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სტრიქნინის მოქმედება ნამდვილად ადგილობრივია, და მამოძრავებელი ნეირონებით განისაზღვრება, მაშ., თუ იგი ტეინის უკანა ნახევარზედ არ გავრცელდა (ბერიტაშვილი[6]).

ეს ფაქტი ნათლად გვიმტკიცებს, რომ **მამოძრავებელი ნეირონები, რომელნიც ტვინის წინა ნახევარში მდებარეობენ, რეფლექსის კოორდინაციაში არავითარ მონაწილეობას არ უნდა ღებულობდნენ.** აგრეთვე მონაწილეობას არ უნდა ღებულობდნენ მამოძრაველელ უჯრედებთან სხვადასხვა ნეირონების დაბოლოვებანი. მაშასადამე, **რეფლექსური რეაქციების ცენტრალური კოორდინაცია მხოლოდ ინტრანსპინალური ანუ ტვინის შიგნითა ნეირონების ფუნქციას უნდა წარმოადგენდეს.**

ზემო მოყვანილ მტკიცებას ყველა არ იზიარებს, მაგ. ფილიპსონი[7]) და ეედენსკი[8]) და გრეიმ ბროუნი[9]) ცენ. ნერ. სისტემის კოორდინაციულ მოქმედებას მამოძრაველელი ნეირონის უჯრედებს მიაწერენ. ფილიპსონი ამტკიცებს ამას საკუთარ ჰისტოლოგიურ დაკვირვებათა საფუძველზედ. მან ნახა, რომ, ერთის მხრივ, მამოძრაველელი უჯრედების დენდრიტები და, მეორე მხრივ, მათი ნეირიტების კოლატერალები ახორციელებენ ორთულ კავშირს უჯრედებს შორის. როგორც ტვინის ერთი მხრის, ისე ორივე სიმეტრიული მხრის მამოძრაველელ უჯრედებს შორის. „ამნაირად, დასკვნის ავტორი, მამოძრაველელი უჯრედები აგზნებას ღებულობს მარტო მგრძნობიარე ნერვიდან კი არა, არამედ თვითეული მათგანი აგზნებას აგრეთვე დანარჩენ მამოძრაველელ უჯრედებიდან იღებსო. ამაში მდგომარეობს კოორდინაციის მთავარი ელემენტი“. ეედენსკი[8]) ამნაირ დასკვნამდე მივიდა სტრიქნინით მოწამლულ რეფლექსურ აპარატზედ მუშაობით. მან შეამჩნია, რომ მოწამვლის ერთს სტადიაში შეკავება მამოძრაველელ აპარატში სწარმოებდა და არა ტვინის შიგნითა ნეირონში. აღნიშნული შეკავება გამოიწვეოდა გაღიზიანების დიდი ინტენსიოობის და სიხშირის მიერ, როგორც ეს ნერვ-კუნთის პრეპარატში ხდება. შემდგომ მან ამ დასკვნით ისარგებლა და ნორმალური კოორდინაციული აქტის შეკავებაც მამოძრაველელ ნეირონს მიაწერა.

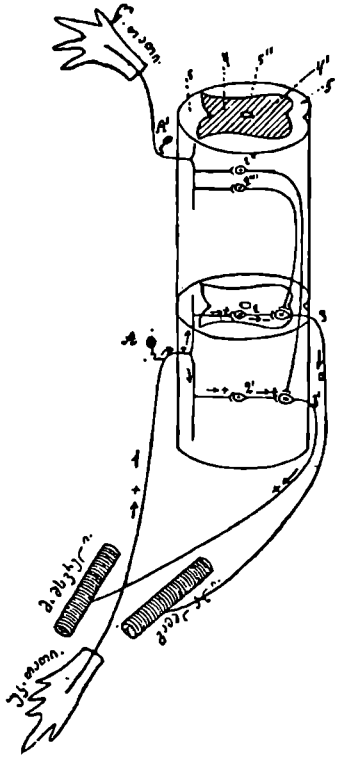
არსებობს ერთი სხვა მოსაზრებაც ამ კოორდინაციის ადგილის შესახებ. შერინგტონი და ზოგიერთი სხვა ინგლისელი ფიზიოლოგი იმ აზრს ადგია, რომ კოორდინაციული ინერვაცია ნეირონის უჯრედებში კი არ წარმოიშობა, არამედ მამოძრაველელი ნეირონის უჯრედის გარშემო, ე. ი. მასსა და უკანა ფესვის ან შიგნითა ნეირონის მასთან დაბოლოვებას შორის. ეს ეგ. წ. „სინეპსურ“-ი თეორია გულისხმობს უჯრედის და მასთან დაბოლოვებათა შორის ერთგვარ ფიზიკურ აპკს (synapse). ამ აპკში წმინდა ფიზიკური პროცესების წარმოების გამოისობით, როგორც დიფუზია, ოსმოტური წოლა, ელექტრობა და სხვა, ზოგჯერ ნერვული იმპულსები გატარდება (აგზნება პერიფერიული ორგანოსი) და ზოგჯერ არაო (შეკავება ამ ორგანოსი[10]). ამ ჰიპოტეზას არავითარი ფაქტიური საფუძველი არა აქვს.

ყველა ზემო აღნიშნულ ჰიპოტეზებს უკრიტიკოთ ესტოვებთ. ჩვენი თვალთსაზრისი კოორდინაციული პროცესების ლოკალიზაციის შესახებ ინტერასპინალურ ნეირონებში იმდენად დასაბუთებულია, რომ იგი ამ კრიტიკას აღარ საჭიროებს.

რეფლექსის რკალი. თანახმად ზემოთ მოყვანილ დასკვნისა უმოკლესი ანუ უმარტივესი კოორდინაციული რეფლექსის გზა ანუ რკალი სამი ნეირონისაგან უნდა შესდგებოდეს: 1) აფერენტულ ანუ მგრძნობიარე ნეირონისაგან, რომელიც პერიფერიულ იმპულსს ზურგის ტვინში მიიყვანს; 2) საშუალო ანუ ტვინის შიგნითა ნეირონისაგან, რომელიც რეფლექსის საკოორდინაციო იმპულსებს წარმოშობს და 3) ეფერენტულ ანუ მამოძრაველელ ნეირონისგან, რომელიც ამ იმპულსებს მამოძრაველელ პერიფერიულ ორგანოში გადასცემს (იხ. სურ. 99).

პრაქტიკუმი.

სეგმენტური რეფლექსის დაკვირვება. აიღებენ ბაყაყს და მაკრატლით ეოაკრიან თავს ატლას-კეფის სახსრით. მერე გადაკრიან ხერხემალს გულმკერდის ფარგალში მხრის ნაწილის უკან. ამ დონეზე გადასჭრიან აგრეთვე მთელ ცხოველს. მივიღებთ ორ პრეპარატს: წინა და უკანა ნაწილისას. წინა კიდურებს შერჩებათ ნერეული კავშირი მხოლოდ ზურგის ტვინის მხრის ნაწილთან, უკანა კიდურებს კი წელის ნაწილთან. წინა კიდურების მექანიკური გაღიზიანება გამოიწვევს წინა კიდურებზე ჩვეულებრივ რეფლექსებს: ფეხის მოხვრას და გაშლას, მისი წინ და უკან გაწევას, გულ-მკერდზე კანის გაღიზიანება კი ორივე კიდურის თანადროულ მოძრაობას გამოიწვევს. უკანა კიდურების გაღიზიანება მოგვცემს ყველა ტიპიურ რეფლექსებს: მოხვრა-გაშლას, სხვადასხვა მოცილების რეფლექსებს და შეიძლება ხტუნვის და სიარულის ტიპის მოძრაობაც.


5
5''
4'
5'
A'
A
3
2'
1
2
4
4'
5'
5
5'
3
3'
2''
2'''
2'
1
2
4
4'
5
5'
3
3'
2''
2'''
2'
1
2
4
4'
5
5'
3
3'
2''
2'''
2'
1
2
4
4

ნაირი სუსტი გაღიზიანებით გამოიწვევა, რომელიც მოშხამვამდის არავითარ ეფექტს არ იძლევოდა. გარდა ამისა ხშირად ვითარდება რითმული რეფლექსის უნარი. მორიგეობითი ზედიზედ რამდენჯერმე უკანა ფეხების გაშლა და მოხერა. ეს ფაზიანი მოძრაობა ხან ერთდროული და ერთგვაროვანია ორივე უკანა ფეხზედ, როგორც ხტუნვისას ხდება, ხან კი როდესაც ერთი კიდური მოხვრაშია, მეორე გაშლას განიცდის, ე. ი. უკანა ფეხების მოძრაობა ანტაგონისტურია, როგორც ეს სიარულის დროს არის. ცენტრალური მოქმედების გაძლიერება სხვა მოუშხამველ სეგმენტებს სრულიად არ ეტყობა. მაგ., მოცილების რეფლექსი ბარძაყის ფარგლიდან, რომლის კოორდინაცია მეშვიდე სეგმენტში სწარმოებს, სრულიად ნორმალური რჩება: არც მისი ინტენსივობა და არც საზღვრებლე გაღიზიანება არ იცვლება.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. G. v. Rynberk, Fol. neuro-biol. 1911. 5. 761.
2. W. Danilewsky, Pfl. Ar. 1899. 78. 194.
3. E. Babák, Pfl. Ar. 1903. 93. 134.
4. J. Beritoff, Ar. An. Physiol. 1912. გვ. 296; Pfl. Ar. 1913. 151. 171; Fol. neuro-biol. 1913. 7. 187.
5. S. G. Dusser de Barenne, Fol. neuro-biol. 1911. 42; 1912. 6. 277.
6. J. Beritoff, Fol. neuro-biol. 1913. 7. 187.
7. M. Philippson, L'autonomie et la centralisation dans la système nerveux des animaux. 1905. Bruxelles.
8. Н. Введенский, Раб. Физиол. Лабор. Петер. Универс. 1906. 1.
9. Graham Brown, Q. J. Exp. Physiol., 1922. 5. 237; Erg. Physiol. 1913. 13. 279.
10. C. Sherrington, Erg. Physiol,. 1904. 4. 796; Jnt. Act. of. Ner. Syst. 1915.

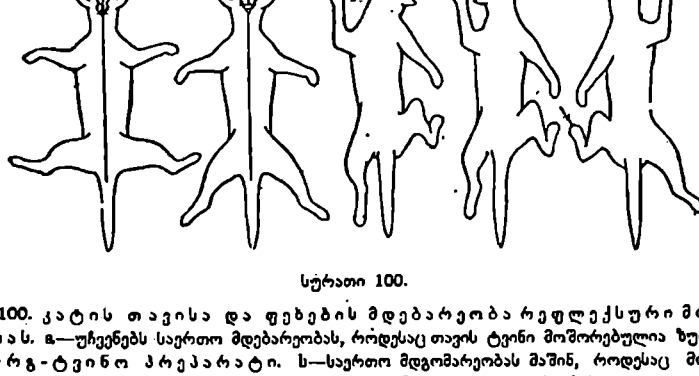
5. რეფლექსური მოქმედების ირრადიაცია და მისი წარმოშობა.

რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს ს ი რ თ უ ლ ე. ჩვენ განვიხილეთ, რომ თვითეულ რეფლექსს აქვს საკუთარი მიმღებელი ველი და საკუთარი საკოორდინაციო აპარატი. მაგრამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ თვითეული ველის გაღიზიანება მხოლოდ ერთ რომელიმე ამასთან შეფარდებულ საკოორდინაციო აპარატის მოქმედებას გამოიწვევს. ამნაირი ლოკალური მოქმედება, რომელიც მხოლოდ ერთი რეფლექსის რკალით განისაზღვრება, თითქმის არა ჩვეულებრივ მოვლენად უნდა ჩაითვალოს. ცენტრალური ნერვული სისტემის რეაქცია, გარეგან თუ შინაგან გაღიზიანებისაგან გამოწვეული, ცოტად თუ ბევრად რთულია, რადგან ნორმალურ პირობებში თვითეული გაღიზიანება მოქმედებას ც. ნ. ს.-ის სხვა და სხვა განყოფილებებში გამოიწვევს. მარტივი, ნამდვილად ადგილობრივი რეფლექსი არ არსებობს. რეფლექსი მუდამ მეტად რთულია. „მარტივი რეფლექსი, ამბობს ცნობილი ინგლისელი ფიზიოლოგი შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი [1]), ხელსაყრელი, თუმცა დაუჯერებელი რამ ფიქციაა. რეფლექსები სხვა და სხვა სირთულისაა. ამიტომ

სასარგებლოა მათი ანალიზის დროს თვითეულიდან შესაფერი შემადგენელი ნაწილები გამოვყოთ და ცალკე განვიხილოთ, თითქოს იგინი მარტივ რეფლექსებს წარმოადგენენ". ავიღოთ სანიმუშოდ ძაღლის რეფლექსი უკანა ფეხის მექანიკური გაღიზიანების საპასუხოდ. ჯერ ერთი, ძაღლი გამოიჩენს დაცვის რეაქციას, რისთვისაც თითქმის მთელი მუსკულატურა მოქმედებაში მოდის: გაღიზიანებული ფეხი მოიხვრის; მეორე უკანი ფეხი პირიქით გაიშლება: წინა ფეხები, ტანი, კისერი, კუდი აგრეთვე მოძრაობაში მოდიან; მაგ., თავს გაღიზიანებულ მხარეს მოჰხრის, კუდს გაიქნევს, ტანსაც თავთან ერთად მოჰხრის, წინა ფეხებს გაღიზიანებულ მხარეს გადასდგამს. ამნაირი რთული რეფლექსის სურათი ჩონჩხის მუსკულატურის ფარგალში მოცემულია მე-100 სურათზედ. გაღიზიანებ ბა რომ ძლიერი ყოფილიყო, ძაღლი მიეარდნის მდებარეობას მიიღებდა და დაყუფდა. ამნაირად, ერთი გაღიზიანებისას საკოორდინაციო აპარატების მთელი წყება მოქმედობს, როგორც ზურგის ტვინში, ისე მოგრძო და შუა ტვინში. გარდა ამისა, იგივე გაღიზიანება სუნთქვის გაღრმავებას და გახშირებას გამოიწვევს. მაშასადამე, აგზნება ვრცელდება აგრეთვე სუნთქვის საკოორდინაციო აპარატებზედ, რომელნიც ზურგის და მოგრძო ტვინში მდებარეობენ. ეს რეაქციები მხოლოდ ჩონჩხის კუნთებს ეხება. მაგრამ ამასთან იმავე გაღიზიანებაზე სისხლის მიმოქცევაც იცვლება: სისხლის ძარღვებში წოლა ზოგან აიწევს, ზოგან კი დაიწევს. გაღიზიანებას აგრეთვე შიგნეულობა უპასუხებს, როგორც, მაგ., გული, სამარდე ბუშტი: ამ ორგანოების მოქმედება ხშირად შეკავდება. ამნაირად, ერთი და იგივე გაღიზიანება იწვევს მოქმედობას აგრეთვე სისხლის ძარღვების და შიგნეულებათა ცენტრებში, რომელნიც მდგებარეობენ ზურგის და მოგრძო ტვინში და აგრეთვე ტვინის სხვა განყოფილებებში. მაგრამ გაღიზიანების გავლენა არ განისაზღვრება ც. ნ. სისტემის უმდაბლესი განყოფილებებით. იგი ვრცელდება აგრეთვე დიდი ტვინის ჰემისფეროებზედ. ამ ჰემისფეროების მოქმედებაზეა დამოკიდებული ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსების განვითარება და ტკივილის შეგრძნება. ამ ჩამოთვლიდან, რომელიც, რასაკვირველია, სულაც არ არის სრული, ნათლად სჩანს, რომ **ცენტრალური მოქმედება ერთი პერიფერიული გაღიზიანების მიერ გამოწვეული არ განისაზღვრება ერთი რომელიმე ც ნ. ს-ის განყოფილებით, რომ იგი თითქმის მთელ ც. ნ. სისტემაზე ვრცელდება. ზურგის ტვინიდან დიდი ტვინის ჰემისფეროებამდე.**

რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ ი მ ო ქ მ ე დ ე ბ ი ს ი რ რ ა დ ი ა ც ი ა. რეფლექსური მოქმედების გავრცელებას ცენ. ნერ. სისტემის ფარგალში ერთი განყოფილებიდან მეორეზე **ირრადიაცია** ეწოდება. ეს ტერმინი იმას კი არ ნიშნავს, რომ თვითეული საკოორდინაციო აპარატი მოქმედობს მეორე აპარატზედ პირდაპირ თავისი საკუთარი პროცესების საშუალებით, ე. ი. ვითომ ჯერ ერთ აპარატში აღმოცენდებოდეს მოქმედება და მერე ეს მოქმედება უშუალოდ სხვა აპარატებში გადადიოდეს. ამნაირი მოქმედების გავრცელება სუსტი და საშუალო ინტენსიობის გაღიზიანებისას სულაც არ უნდა სწარმოებდეს, თუ რომ საკოორდინაციო აპარატთა აგზნებულება ნორმაზე მეტი არაა. ამიტომ არის, რომ ჩვეულებრივ ერთი რეფლექსის მიმღებელი ველის გაღიზიანებით მეორე რეფლექსი არ გამოიწვევა. ხოლო თუ სა-

კოორდინაციო აპარატთა აგზნებულება რამე მიზეზით მეტის-მეტად დიდია, როგორც, მაგ., სტრიქნინით მოწამვლის გამო, მაშინ ამნაირი ურთიერთი მოქმედება უეჭველია სწარმოებს. **მაგრამ საზოგადოდ, თუ საქმე ნორმალურ აპარატთან გვექნება, რეფლექსის სირთულე, მისი ირრადიაცია საკოორდინაციო აპარატების ურთიერთობაზე არაა დამოკიდებული.** ცენტრალური მოქმედების ირრადიაციას სულ სხვა მიზეზი აქვს.



სურათი 100.

სურ. 100. კატის თავისა და ფეხების მდებარეობა რეფლექსური მოძრაობისას. a—უჩვენებს საერთო მდებარეობას, რომელსაც თავის ტვინი მოშორებულია ზურგისას, b—ზურგ-ტვინო პრეპარატი. c—საერთო მდგომარეობას მაშინ, როდესაც მოშორებულია მხოლოდ დიდი ტვინი და შუა ტვინის წინა ნაწილი—დეცერებრაციული პრეპარატი. აქ ყველა ფეხები უფრო გაკიმულია, ვიდრე პირველ ფიგურაზე. ეს მაჩვენებელია დეცერებრაციული პრპარატის ექსტენსიური, ე. ი. გაშლის ტონუსისა. c—უჩვენებს იმ მოძრაობას, რომელსაც ყურის გაღიზიანება იწვევს. d—იმას, რომელსაც წინა ფეხის გაღიზიანება იძლევა და e—უკანა ფეხის გაღიზიანების ეფექტს. ყველგან ისარი გაღიზიანებულ ნაწილს უჩვენებს (შერინგტონი).

• **ირრადიაციის წარმოშობა.** ცენტრალური მოქმედების ირრადიაციის უმთავრეს პირობას ცენტრალური ნერვული სისტემის შემდეგი ანატომიური თავისებურება წარმოადგენს. უკანა ფესვის ბოჭკოების კოლატერალები მარტო იმ სეგმენტში კი არ თავდებიან, სადაც იგინი შედიან ტვინში, არამედ აგრეთვე სხვა სეგმენტებშიაც კოლატერალებს იძლევიან, როგორც თავისკენ მიმართულებით, ისე უკუღმა. მხოლოდ კოლატერალების რაოდენობა პირველ სეგმენტში უფრო მეტია, ვიდრე სხვა სეგმენტში (ლაპინსკი [2]). ამას გარდა, ზოგი უკანა ფესვის ბოჭკოები თავის ტვინს აღწევენ და იქ იძლევიან კოლატერალებს. ამიტომ არის, რომ უკანა ფესვის ბოჭკოებს შეუძლიანთ არამც თუ შეფარდებული სეგმენტის საკოორდინაციო აპარატები და მამოძრავებელი ნეირონები აამოქმედონ, არამედ აგრეთვე მთელი წყება სეგმენტებისა. რასაკვირველია, ერთის მხრივ, რაც უფრო მეტი იქნება სხვა სეგმენტებში საკოორდინაციო აპარატთა და მამოძრავებელ ნეირონთა აგზნებულობა, და მეორე მხრივ, რაც უფრო ბლომად უკანა ფესვის ბოჭკოები აიგზნებიან, მით უფრო ძლიერი იქნება ამ საკოორდინაციო აპარატების და მამოძრავებელი ნეირონების ამოქმედება.

მაგრამ, როგორც უკვე აღვნიშნეთ ზეევით, ჩვეულებრივ ერთი რეფლექსის მიმღებელი ველის გაღიზიანება მეორე ტიპის რეფლექსს არ გამოიწვევს. აქედან ცხადია, რომ უკანა ფესვის თვითეული ბოკკოს კოლატერალები მეზობელ თუ მოშორებული სეგმენტების საკოორდინაციო აპარატებში იმდენად მცირეთ ბოლოდება, რომ ნორმალურ მდგომარეობაში მათი აგზნება ამ კოლატერალების საშუალებით შეუძლებელი რამ უნდა უყოს, მაგრამ თუ საკოორდინაციო აპარატის აგზნებულობა მეტის მეტად დიდია, როგორც ეს მის მოქმედებისას ან და სტრიქნინით მოწამვლისას ხდება, მაშინ მის აგზნებას თვითეული რეფლექსის მიმღებელ ველიდან სუსტი გაღიზიანებაც გამოიწვევს (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [3]).

რეფლექსური მოქმედების ირრადიაციაში მონაწილეობს თვითონ საკოორდინაციო ნეირონების გავრცელებაც. ცნობილია, რომ თვითეულ საკოორდინაციო აპარატიდან რეფლექსური მოქმედება გამოიწვევა არამც თუ გაღიზიანებულ ფარგალში, არამედ აგრეთვე თითქმის მთელ ორგანიზმში; მაგ., როდესაც უკანა ფეხის მოხერის მიმღებელი ველი ღიზიანდება, გაღიზიანებული ფეხის მოხერის გარდა გამოიწვევა მეორე უკანა ფეხის გაშლა. ამასთან აგრეთვე წინა ფეხებიც მოძრაობენ: გაღიზიანებულ მხარეზე წინა ფეხი იშლება, მეორე წინა ფეხი კი იხერება. ყველა ეს მოძრაობა დასაწყისში ერთი და იმავე პირველად ამოქმედებულ საკოორდინაციო აპარატიდან გამოიწვევა (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [3]).

მაშასადამე, უკანა კიდურის საკოორდინაციო ნეირონები უკავშირდებიან არა მარტო იმავე კიდურის, არამედ წინა კიდურის მამოძრავებელ ნეირონებსაც; ფხანვის რეფლექსის რთული მოძრაობაც ნათლად გვიჩვენებს კოორდინაციული ნეირონების ასეთ მნიშვნელობას. როგორც ცნობილია, ფხანვის რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატი გულ-მკერდის და კისრის ნაწილში მდებარეობს. მოძრაობა კი შეიძლება ითქვას მთელ ორგანიზმში იწვევა: გაღიზიანებულ მხარეზე უკანა კიდური ფხანვას აწარმოვებს, მეორე უკანა კიდური მძლავრად გაიშლება, კისერი და მთელი ტანი გაღიზიანებულ მხარეს იხრება და სხვა. აქედან ცხადია, რომ საკოორდინაციო აპარატიდან აგზნება ვრცელდება მთელ ზურგის ტვინში.

ამნაირად ცენტრალური მოქმედების ირადიაცია უმთავრესად დამოკიდებულია იმაზე, **რომ ერთის მხრივ უკანა ფესვების თვითეული მგრძნობიარე ნერვული ბოჭკო კოლატერალებს ტვინის სხვა და სხვა განყოფილებაში იძლევა და არა მხოლოდ ერთ რომელიმეში, სადაც იგი ზურგის ტვინის კვანძიდან შედის, და მეორე მხრივ საკოორდინაციო ნეირონების ნეირიტები ბოლოვდებიან მამოძრავებელ ნეირონებთან ზურგის ტვინის სხვა და სხვა განყოფილებაში და არა მარტო საკოორდინაციო აპარატის დონეზე.**

მ ე ო რ ე დ ი პ რ ო პ რ ი ო ც ე პ ტ უ ლ ი გ ა ღ ი ზ ი ა ნ ებ ა და მ ი ს ი მ ნ ი შ ვ ნ ე ლ ო ბ ა. რეფლექსური მოქმედების ირადიაციას ერთი სხვა გარემოებაც უწყობს ხელს: თვითეული აქტიური ან პასიური მოძრაობა უკვალოდ არ თავდება. მას მუდამ თან სდევს მოძრავი ორგანოში კუნთების, მყესების და სახსრების მგრძნობიარე აპარატების მეორედი გაღიზიანება, ე. ი. პირვანდელი მოძრაობა თავის მხრივ ეგრ. წოდ. **ღრმა მგრძნობიერობის** ფარგალში გაღიზიანებათა მთელ რიგს იძლევა.

ამ გაღიზიანებას, რომელსაც შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ მ ა **პროპრიოცეპტული** უწოდა, იწვევს უპირველესად ყოვლისა კუნთების და მყესების გაჭიმვა-დაბაძვა. როდესაც რომელიმე სახსარი იხვრება, მაშინ გამშლელები იჭიმებიან, პირიქით, სახსრის გაშლისას იჭიმებიან მომხვრელები. შემდეგ გაღიზიანებას აწარმოვებს თვითონ კუნთის შეკუმშვა, ეინაიდან შეკუმშვის დროს კუნთი ტეირთს ასწევს და ამის გამო იგი იძაბება ანუ იჭიმება. სახსრების ხახუნიც კიდურის მოხვრა-გაშლის დროს აგრეთვე წარმოადგენს გაღიზიანების წყაროს სახსრებში არსებული მგრძნობიარე აპარატებისთვის.

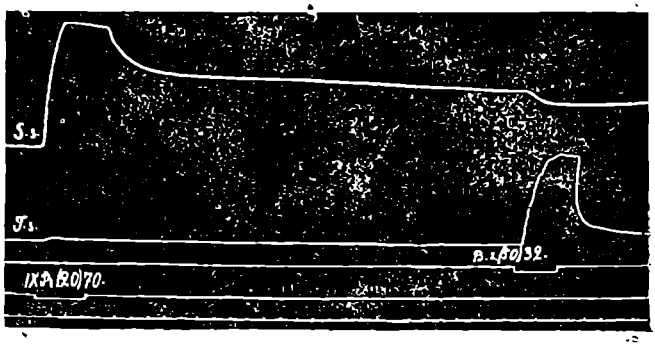
პირდაპირი ცდებით იყო დამტკიცებული, რომ როდესაც კუნთის და მყესის დაძაბვა ხდება, მათი რეცეპტორები ღიზიანდება. საპასუხოდ ამის მგრძნობიარე ნერვები იძლევიან მგზნებათა მთელ რიგს. ერთხელობრივი მარტივი შეკუმშვაც კი ამ აგრძნობიარე ნერვებში აგზნებათა ჯგუფს იძლევა (F o r b e s [9]). ამნაირად **ერთ რომელიმე მომენტში განსაზღვრული მიმღებელი ველის პირველ ბელ გაღიზიანებას უერთდება ღრმა მგრძნობიერობის ვრცელი ფარგლიდან მრავალი მეორედი პროპრიოცეპტული გაღიზიანება.** ყველა პროპრიოცეპტული გაღიზიანება თავის მხრივ მოქმედობს იმ სეგმენტების საკოორდინაციო აპარატებზე, სადაც შედიან გაღიზიანებული მყესის, კუნთის და სახსრების მგრძნობიარე ნეირონები. ცხადია, პირვანდელი მოძრაობის დაწყების შემდგომ ერთი საკოორდინაციო აპარატის მოქმედებასთან კი არ გვექნება საქმე, არამედ აპარატების მთელ რიგთან.

ამნაირად, **რეფლექსური მოქმედების ირრადიაციაში დიდ მონაწილეობას იღებენ აგრეთვე მეორედი პროპრიოცეპტული გაღიზიანებანი, რომელნიც გარეგან გაღიზიანებისაგან გამოწვეულ პირვანდელ მოძრაობას მოჰყვებიან.**

რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ ი შ ე მ დ ე გ მ ო ქ მ ე დ ე ბ ა. მეორედ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებას ეფუძნება რეფლექსური მოქმედების ის თავისებურება, რომ იგი ჩვეულებრივ პირვანდელ გაღიზიანების შემდეგ რამდენიმე ხანს გრძელდება. საერთოდ ცოცხალ ქსოვილთა ამნაირ მოქმედებას ეწოდება **შემდეგმოქმედება**, კერძოთ ამ შემთხვევაში კი **რეფლექსური შემდეგმოქმედება**. რაც უფრო ძლიერია ც. ნ. ს.-ის აგზნებულობა და რაც უფრო იგი დასვენებულია, ე. ი. რაც უფრო მეტი უნარი ექნება მას აქტიურ მოქმედებისათვის, იმდენად მისი შემდეგმოქმედება ხანგრძლივი იქნება. პირიქით დაღლილი და დაბალი აგზნებულების მქონე ც. ნ. ს. შეიძლება შემდეგმოქმედებას სულაც არ იძლეოდეს, რომ ეს შემდეგმოქმედება მეტ წილათ პროპრიოპცეპტულ გაღიზიანებაზე არის დამოკიდებული, ამის დამტკიცება საძნელო არ არის: თუ რომელიმე ფეხში მგრძნობიერება სრულიად მოისპო შესაფერ უკანა ფესვების გადაჭრით, მაშინ ამ ფეხის რეფლექსური შემდეგმოქმედება მძლავრად სუსტდება და ხან ისპობა კიდეც (Baglioni [3]), შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი [1]).

მაგრამ პროპრიოცეპტული გაღიზიანება არ წარმოადგენს რეფლექსური შემდეგმოქმედების ერთად-ერთ პირობას, იგი დამოკიდებულია აგრეთვე იმ ც. ნ. ს.-ის მთავარ თვისებაზე, რომ თვითეული გაღიზიანება ერთ ინერვაციულ იმპულს კი არ გამოიწვევს, არამედ რამდენსამე ზედიზედ. ამის შესახებ დაწვრილებით

ლაპარაკი შემდეგ გვექნება. მართლაც, რომ რეფლექსური შემდეგმოქმედება მარტო მეორენდელ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებაზე არაა დამოკიდებული, ეს ცხადად სჩანს იმნაირ პრეპარატზედ, რომელთა ც. ნ. ს. დიდი აგზნებულობისაა, როგორიც, მაგალ., გაცივებულ ან სტრიქნინით მოწამლულ პაყაყს აქვს. უკანა ფესვების გადაჭრით რომ პერიფერიული მგრძნობიერობა მოვსპოთ, ამნაირი პრეპარატი არ ჰკარგავს შემდეგმოქმედების უნარს. უკანასკნელი შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე წუთი და წამიც (ბერიტაშვილი [1]). (იხ. სურ. 101).

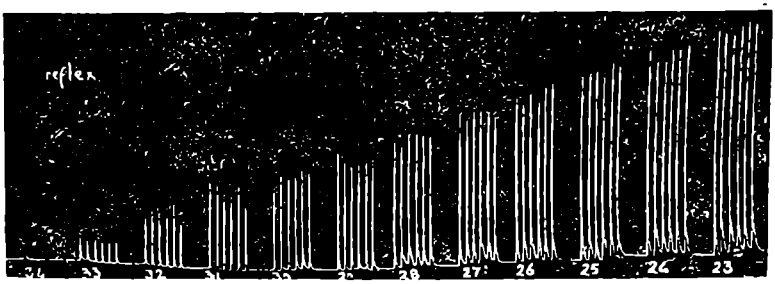


სურ. 101.

სურ. 101. მოხვრის რეფლექსი და მისი შემდეგმოქმედება. გაცივებული ბაყაყის სახურგ-ტვინო პრეპარატი. გადაჭრილია წელის ყველა უკანა ფესვები, რის გამოც ორივე უკანა ფეხი მგრძნობიერობას მოკლებულია. იწერება მუხლის მომხერელი semit. and nosus (ზემოთი მრუდე) და მუხლის გამშლელი triceps (ქვემოთი მრუდე), ჯერ ღიზიანდება მე-9 უკანა ფესვის ცენტრალური ნაპერი (ქვემოთი გაღიზიანების სიგნალი); იგი გამოიწვევს semit.-ის შეკუმშვას, რომელიც გაღიზიანების შეწყვეტის შემდეგ კიდევ დიდხანს გრძელდება. მერე 27 წუთის შემდეგ ღიზიანდება n. brachialis (ზემო სიგნალი), რომელიც მოცილების რეფლექსს გამოიწვევს. რის გამოც triceps იკუმშება, semit.-ის შემდეგ მოქმედება კიდე სუსტდება. სიგნალებზე ციფრები ფრჩხილებში გაღიზიანების რითმს უჩვენებს, მათ შემდეგ ციფრები კი კოკთა შუა მანძილს სანტიმეტრებით. (ბერიტაშვილი).

რეფლექსის ინტენსივობის გრადაცია. აღნიშნული ირრადიაციით სხვათა შორის აიხსნება ც. ნ. ს.-ის დიდი უნარი რეფლექსის გრადაციისადმი. საზოგადოდ ცნობილია რეფლექსის ოდნობის ცვალებადობა გაღიზიანების ინტენსივობის მიხედვით. ეს იმიტომ ხდება, რომ სხვა და სხვა ინტენსივობის გაღიზიანება აგზნებას მგრძნობიარე ნერვულ ბოჭკოთა სხვა და სხვა რაოდენობაში გამოიწვევს. ელექტრული გაღიზიანების ცელილება ისე შეიძლება ვაწარმოვოთ, რომ თვითეული ახალი გაღიზიანების საფეხურზედ თითქმის თითო ოროლა ახალი ნერვული ბოჭკო იგზნებოდეს. აგზნებულ ბოჭკოთა გამრავლება თავის მხრივ გააძლიერებს საერთოდ რეფლექსური აპარატის მოქმედებას. ცხადია, რაც უფრო მეტიიქნება აგზნებული ბოჭკოთა რიცხვი, იმდენად ფართო იქნება მითი ზეგავლენა, როგორც შეფარდებულ სეგმენტზე, ისე სხვა სეგმენტებზე. ამის-

და მიხედეეით რეფლექსური ეფექტის ინტენსივობა და ხანგრძლიეობა დიდს გრადიაციას უნდა განიეიდიდეს. (Sherrington [1]), ბერიტა შვილი [1]). [ის. სურ. 102].



სურ. 102.

სურ. 102. რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს ვ ი ... ...

იმავე მხრის წინა ფეხიც ამოძრავდება; შემდეგ იმავე მხრის უკანა ფეხი და ბოლოს მეორე მხრის ფეხებიც.

რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ ი ი ნ ტ ე ნ ს ი ვ ო ბ ი ს გ რ ა დ ა ც ი ი ს დ ა შ ე მ დ ე გ მ ო ქ მ ე დ ე ბ ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა. ბაყაყის საზურგტვინო პრეპარატი. გამოაჩენენ semitendinosus-ს. გაუკრიან მყესს, რომელსაც წინასწარ ძაფს შეაბამენ. შემდეგ ამას შეუერთებენ მიოგრაფს და მით ეფექტს კიმოგრაფზედ სწერენ. გასაღიზიანებლად იღებენ იმავე ფეხის n. peroneus-ს და ინდუქციური ტეტანიზაციით აღიზიანებენ. ჯერ იპოვიან ზღურბლს და ზღურბლოვან ეფექტს დასწერენ. შემდეგ ცოტაოდნავ მოუმატებენ გამაღიზიანებელ ძალას—ერთი-ორი სანტიმეტრით ინდ. კოჭ. დაახლოვება—და ხელახლად დასწერენ. თვითეული ცდის შემდეგ საჭიროა პრეპარატმა 3 წამით მაინც დაისვენოს. გაღიზიანების გაძლიერებისას მოიმატებს როგორც შეკუმშვის სიმაღლე, ისე მისი შემდეგმოქმედება.

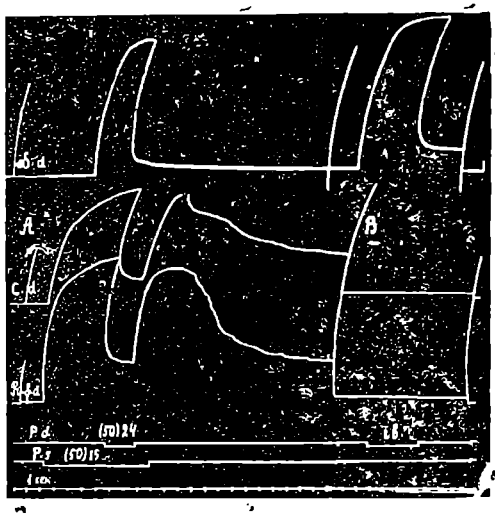
რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ ი შ ე მ დ ე გ მ ო ქ მ ე დ ე ბ ი ს წ ა რ მ ო შ ო ბ ი ს გ ა მ ო კ ვ ლ ე ვ ა. ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატი (გაკვეთილი). იღებენ საზურგ-ტვინო ბაყაყს, გამოუჭრენენ მას ზურგის ტვინს წელის ნაწილში; მოაბამენ ძაფს მე-VIII ან მე-IX უკანა ფესვს, რაც შეიძლება ტვინიდან დაშორებით, და გადაკრიან ძაფის უკან. შემდეგ აგრეთვე გადაკრიან წელის ყველა უკანა ფესვებს. ძაფმობმულ უკანა ფესვის ფარადიზაციით გამოიწვევენ მოხვრის რეფლექსს. ეფექტს m. semitendinosus-ის საშუალებით კიმოგრაფზედ დასწერენ, როგორც ზემო ცდაში. ამ ცდიდან გამოჩნდება ერთგვარი რეფლექსური შემდეგმოქმედების არსებობა აგრეთვე ფესვების გადაკრის შემდგომ. ხოლო თუ რამდენად დიდი მნიშვნელობა აქვს მეორედ გაღიზიანებას რეფლექსურ შემდეგმოქმედებაში, მის ცბადად დანახვა მაშინ შეიძლება, როდესაც semitend.-ის ეფექტი აგრეთვე ფესვების გადაკრამდის დაიწერება იმავე მე-VIII ან მე-IX ფესვის გაღიზიანებისას.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. C. Sherrington, Int. Act. of Nerv. Syst. 1906.
2. M. Lapinsky, Arch. f. Psychiatrie, 1907, **42**, 869.
3. J. Beritoff, Труд. Петерб. Общ. Естеств., 1910, **41**, вып. 2; იქვე, 1913. **42**. вып. 1; Pfl. Ar., 1903, **151**, 171.
4. J. Beritoff, Известия СПБ Биологич. Лабор. 1912, **12**, № 2-3; Ar. An. Physiol., 1913, გვ. 1; Z. Biol. 1914, **64**, 161.
5. S. Baglioni, Ar. An, Physiol. Suppb., 1900, გვ. 213; Zur. Anal. d. Reflexfunktion, 1907.
6. А. Бэн, Психология. Перев. пр.-д. Белкина. 1902. Москва.
7. E. Pflüger, Die Sensorische Funktionen d. Rückenmarks d. Wirbeltiere. 1853. Berlin.
8. C. Judson Herrick, The Jour. of Animal Behavior, 1903, **3**.
9. A. Forbes, Campbell და Williams, Am. J. Physiol., 1924, **69**, 283.

6. ცენტრალური კოორდინაციის ძირითადი პროცესები.

კოორდინაციის პრინციპი. თვითეული კოორდინაციული მოძრაობა ფეხის ან რომელიმე სხეულის ნაწილისა გულისხმობს კუნთების ერთ წყებაში სხვა და სხვა ოდნობით შეკუმშვას; მეორე წყებაში კიდე, რომელიც პირველის ანტაგონისტთა ჯგუფს ეკუთვნის, სრულ უმოქმედობას. მაგ., ფეხის საერთო რეფლექსური მოხვრის დროს ფეხის ყველა მომხვრელები semitendinosus, sartorius.



სურ. 103.

სურ. 103. მუხლის კუნთების რეციპროკული ინერვაცია. დეკერებრაციული კატის პრეპარატი. ზემოთა მრუდე ეკუთვნის მარჯვენა მუხლის მომხვრელს—semitendinosus-ს, შუა მრუდე—იმავე მუხლის გამშლელს—quadriceps-ის ერთსახსრიან თავებს, ქვემო მრუდე – იმავე მუხლის გამშლელს rectus femoris-ს quadriceps-ის ორსახსრიან თავს. ღიზიანდება ხან იმავე მხრის n. peroneus (ზემო სიგნალი) და ხან მეორე მხრისა (ქვემო სიგნალი). პირველ ცდაში (A) ღიზიანდება ჯერ მეორე მხარის, ე. ი. მარცხენა n. peroneus. რომელიც მარჯვენა ფეხზედ გაშლის რეფლექსს გამოიწვევს: ორივე გამშლელი იკუმშება, მომხვრელი კი არა. ამ გაშლის დროს მცირეხნობით ღიზიანდება აგრეთვე მარჯვენა n. peroneus: იგი მომხვრელის შეკუმშვას იძლევა და ამავე დროს ორივე გამშლელის შეკუმშვა მძლავრად მცირდება. მეორე ცდაში (B) ღიზიანდება მატრო მარჯვენა peroneus; საპასუხოდ შეიკუმშება მთლოდ მომხვრელი, გამშლელები კი უმოქმედოდ რჩებიან. სიგნალის ხაზებზედ ციფრი ფრჩხილებში გაღიზიანების რითმს უჩვენებს. ციფრი მის შემდგომ კი—კოჭთა შუა მანძილს სანტიმეტრებით. დრო აღინიშნება წუთობით (ბერიტაშვილი).

tibialis anticus, peroneus და სხვები ცოტად თუ ბევრად შეიკუმშებიან, მათი მოპირდაპირე კუნთები კი, ე. ი. გამშლელები როგორც triceps ბაყაყზე, quadriceps ძაღლზე, gastrocnemius და სხვა შეუკუმშველი რჩებიან. (იხ. სურ. 103).

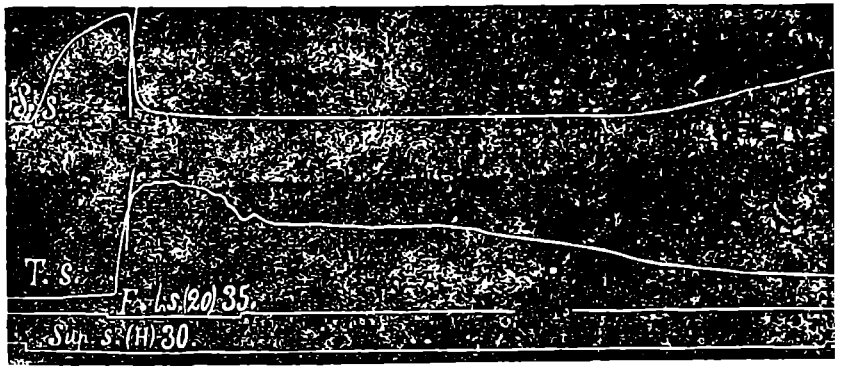
რომ თვითეული კუნთის შეკუმშვას შეუფარდდება საკოორდინაციო აპარატის აგზნების პროცესი, ცენტრალური ააგზნებო ინერვაცია. ამას მტკიცება არ უნდა. მაგრამ კოორდინაციული აპარატი ერთნაირ აქტიურ პროცესს განიცდის მოძრავი ორგანოს უმოქმედო კუნთების მიმართაც. მხოლოდ ამ პროცესის ზეგავლენით ეს კუნთები შეუკუმშველი რჩებიან. ამასთან სწორედ ამ პროცესის წყალობით მათი ცენტრალური აგზნება სხვა რომელიმე საკოორდინაციო აპარატიდან გაძნელებული და ხან შეუძლებელი ხდება. აღნიშნული პროცესი აკავებს ამ კუნთების რეფლექსურ შეკუმშვას. ამის გამო ამ პროცესს **შემაკავებელს** უწოდებენ. ამნაირად, **თვითეული კოორდინაციული მოძრაობა გულისხმობს კუნთების ერთი ჯგუფის ცენტრალურ აგზნებას, მეორე ანტაგონისტთა ჯგუფის კიდე—შეკავებას** (შ ე რ ი გ ტ ო ნ ი[1]). ამნაირ კოორდინაციულ ინერვაციას შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ მ ა, მისმა საუკეთესო მკლევარმა, **რეციპროკული ინერვაცია** უწოდა. ამ თერმინით ავტორი აღნიშნავს, რომ კოორდინაციული მოძრაობისას კუნთის ერთი ჯგუფის ააგზნებო ინერვაცია დაკავშირებულია მეორე ჯგუფის შემაკავებელ ინერვაციასთან, ე. ი. როდესაც მომხერელნი აგზნებას გვაჩვენებენ, მაშინ ფეხის გამშლელნი-- ცენტრალურ შეკავებას განიცდიან, რომ ერთი უმეოროთ ვერ იარსებებს: მუდამ როცა კი კუნთის ერთი ჯგუფი აგზნებას განიცდის. მეორე ანტაგონისტთა ჯგუფი შეკავებული უნდა იყოს (იხ. სურ. 103, A).

შ ე კ ა ვ ე ბ ი ს ა ქ ტ ი უ რ ი ბ უ ნ ე ბ ა. როგორც აგზნების, ისე შეკავების ცენტრალური პროცესი ერთნაირად აქტიურია. მაშ., ორივე იგი უნდა საჭიროებდეს ენერგიის დახარჯვას აგზნებადი ნივთიერების მარაგიდან. რომ რეციპროკული აგზნების პროცესი კუნთის და ნერვის ღეროს აგზნების მგზავსად საჭიროებს ცოცხალი პროტოპლაზმის აქტიურ მოქმედებას, ეს თავის თავად ცხადია. მაგრამ რეციპროკული შეკავების პროცესი რომ აგრეთვე აქტიურია, ეს მოითხოვს სპეციალურ დასაბუთებას.

შეკავების აქტიური ბუნების დასამტკიცებლად არსებობს პირდაპირი საბუთი. შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს მ ო წ ა ფ ე მ ფ ო რ ბ ს მ ა (Forbes[2]) აღმოაჩინა, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში ხანგრძლივი შეკავება მომოძრავებელი ნეირონისა უკვალოდ არ რჩება. ეს ნეირონი იღლება და მასთან როგორც შეკავების, ისე აგზნების მიმართ. ფეხის რეფლექსურ მოხვრისას მუხლის გამშლელი შეკავებულია. თუ მოხვრა დიდი ხნით გაგრძელდა, მაშინ გამშლელის მამოძრავებელი ნეირონი იმდენად იღლება, რომ უკანასკნელი მომდევნო გაშლის რეფლექსში უფრო ნაკლებ მოქმედებას იჩენს, ვიდრე ამ დაღლის წინ იმავე გაშლის რეფლექსში იჩენდა.

სხვა გვარი დამტკიცებაც არსებობს. როგორც ზევით გაცნობეთ, სტრიქნინით მოწამვლა რეფლექსურ მოქმედებას აძლიერებს. სტრიქნინით რომ მოვწამლოთ ერთი რომელიმე ტვინის სეგმენტი უკანა ზედაპირიდან, სადაც განსაზღვრული საკოორდინაციო აპარატები მდებარეობენ, მაშინვე შევატყობთ იმ რეფლექსური რეაქციების გაძლიერებას, რომელიც ჩვეულებრივ ამ საკოორდინალო აპარატებიდან იწვევა. ამასთან **სტრიქნინის გამო კოორდინაცია არ ირღვევა, ე. ი. როგორც კუნთების ერთი ჯგუფის რეციპროკული ააგზნებო ინერვაცია მატულობს, ისე მეორე ჯგუფის რეციპროკული შემაკავებელი ინერვაცია.**

იზრდება (ბერიტა შვილი[1]), Dusser de Barenne [1]). შეკავება რომ სუსტი აგზნება ყოფილიყოს, როგორც ფერეორნი[1] და მისი მიმდევარნი ფიქრობენ, ან კიდე რომ მოსვენებას უდრიდეს, მაშინ სტრიქნინით მოწამვლას უნდა მოესპო შეკავება. რადგან სტიქნინით მოწამლის გამო საკოორდინაციო აპარატის აგზნებულება და აგზნების პროცესი ძლიერ მატულობს, ამიტომ არ შეიძლება რომ მოშიამულ აპარატში ერთი ოდენიმე ცენტრალური ელემენტი განიცდიდეს სუსტ აგზნებას ან კიდე მოსვენებას, როდესაც სხვა მეზობელი ელემენტები გაძლიერებულ აგზნებას განიცდის.



104.

104. [illegible] ოკოორდინაციის [illegible] სტრიქნინით მოწამლვის შემდეგ. ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატი. ზემო მრუდე ეკუთვნის semitendinosus-ს, ქვემო კიდე—triceps-ს. ღიზიანდება ზანარლივ n. superficialis (ქვემო სუნალი), რომელიც მოხვრის რეფლექსს გამოიწვევს. ამ გაღიზიანების დროს ღიზიანდება მცირე ხანით n. cutan. femor. lat., რომელიც მოცილების რეფლექსს იძლევა მე-7 სეგმენტიდან. ეს ცდა სწარმოებს, როდესაც მე-7 სეგმენტის მოქმედება მეტის-მეტად აწეულია მისი სტრიქნინით მოწამვლის გამო. არსებული semitend ის შეკუმშვა ისპობა მოცილების რეფლექსში triceps-ის შეკუმშვის დაწყებისთანავე და არა ჩნდება, ვიდრე მოცილების რეფლექის შემდეგმოქმედება ძლიერია. გაღიზიანების შემდეგ semit. იწყებს შეკუმშვას ისეთი თანდათანობით, როგორითაც triceps-ის შემდეგმოქმედების შეკუმშვა სუსტდება (ბერიტა შვილი).

სანიმუშოდ მოვიყვან მე-104 სურ., სადაც ნაჩვენებია მეტად გაძლიერებული მოცილების ეფექტი სტრიქნინით მოწამვლის შემდეგ. ჩვეულებრივ მოცილების რეფლექსი ძლიერ მოკლე შემდეგმოქმედებას იძლევა (იხ. სურ. 101). ხოლო თუ სტრიქნინით მისი საკოორდინაციო აპარატი მოვწამლეთ, მაშინ მოცილების რეფლექსი იძლევა მეტად ინტენსიურ ხანგრძლივ შემდეგმოქმედებას. მასთან, რეციპროკული ინერვაცია სრულიად ნორმალურად მიმდინარეობს, როგორც გაღიზიანების დროს, ისე მის შემდგომ, ე. ი. შემდეგმოქმედების დროს: რა ხანიც და რა ინტენსივობითაც ერთი კუნთის triceps-ის შეკუმშვა სწარმო-

ებს, სწორედ ისე მიმდინარეობს მისი ანტაგონისტის—semitendinosus-ის შეკავება.

რეციპროკული შეკავების ფარგალი. სრულიად ცხადია, რომ ყოველჯერ, როდესაც აღებული კუნთი შეკავდება, მაშინ შესაფერი მამოძრავებელი ნეირონის უჯრედები აქტიურ შეკავებას განიცდიან. ეს იქიდან სჩანს, რომ როდესაც იგინი შეკავდებიან ერთ რომელიმე რეფლექსში, მათი აგზნება სხვა რეფლექსის გზით შეუძლებელი ხდება ან და მეტად ძნელდება. მაგრამ დღევანდლამდის დანამდვილებით არაა გამორკვეული. გატარდება თუ არა ცენტრალური შეკავება პერიფერიულ ორგანოში ნეირიტის საშუალებით. ბევრმა გამოიკვლია ეს საკითხი, მაგრამ გადამწყვეტი პასუხი არავის მოუცია (Oddi [6]), Starke [7]), Verworn [8]), Jäderholm [9]) და სხვა).

რეციპროკული ინერვაციის ზოგადი ფორმულა. რეციპროკული ინერვაცია მხოლოდ ანტაგონისტური კუნთების ურთიერთობით არ განისაზღვრება. კატაზე თუ გავაღიზიანეთ ის მგრძნობიარე ფესვი, რომელიც ნერვებს კუდიდან მიმღებლობს, საპასუხოდ მხოლოდ კუდი მოძრაობს: იგი გადიხრება გაღიზიანებული ნერვის მხარეზე. ამავე დროს მთელი უკანა კიდური, ე. ი. მთელი მისი მუსკულატურა შეკავდება როგორც მათი მომხვრელები, ისე მათი გამშლელები. ანალოგიურ მოვლენას ეხვდებით როდესაც ღიზიანდება IV, V და VI უკანა ფესვი. ესენი გაატარებენ მგრძნობიარე ბოჭკებს სასქესო ორგანოებიდან, ბარძაყის გამშლელებიდან და ამიტომ მათი ტეტანური გაღიზიანება გაშლის რეფლექსს იწვევს. მაგრამ ზოგიერთ პრეპარატზე ამ ფესვების გაღიზიანება იწვევს კუნთების ანტაგონისტურ მოქმედებას მხოლოდ ბარძაყისა და მუხლის სახსარზე. რაც შეეხება წვივ-ტერფის სახსრის და კუდის კუნთებს, ყველა შეკავებას განიცდის. ამასთან საგულისხმოა, რომ თვითონ კუდის მოძრაობა მთლიან რამეს არ წარმოადგენს. როდესაც კუდის ძირი მოძრაობს, მაშინ მისი წვერი უმოძრაო. პირიქით როდესაც მისი წვერი მოძრაობს, ძირია უმოძრაო. პირდაპირი ცდებით იყო დამტკიცებული, რომ უმოძრაო ნაწილი შეკავებას განიცდის. მაშ., როდესაც კუდის საკოორდინაციო ცენტრიდან იგზავნება ანტაგონისტური ინერვაცია კუდის ერთი რომელიმე ნაწილის კუნთების მიმართ, მაშინ დანარჩენი ნაწილის კუნთებისკენ ვითარდება მხოლოდ შეკავების ინერვაცია (ბერიტაშვილი [21]).

ამნაირად, განსაზღვრული მგრძნობიარე ნერვების გაღიზიანება იძლევა მამოძრავებელი ორგანოს ერთ ნაწილში ანტაგონისტურ ინერვაციას, დანარჩენებში კი ყველა კუნთების ერთდროულ შეკავებას.

ზემო აღნიშნულ მოყვანილ დასკვნას ადასტურებს შემდეგი ცნობილი ფაქტებიც: ყლაპვის და დეფეკაციის დროს კიდურთა კუნთების მოქმედება ცოტად თუ მეტად შეკავებულია. მაშ., დასახელებულ რეფლექსურ აქტებში მხოლოდ განსაზღვრული ორგანოს კუნთები იკუმშებიან. დანარჩენი მუსკულატურა კი მთელი თავისი შემადგენლობით შეკავებას განიცდის (Meltzer [22]), Ухтомский [23]).

აღნიშნული ფაქტებიდან შეიძლება დავსკვნათ, რომ როდესაც ც.ნ. ს.-ის საკოორდინაციო აპარატში კუნთების ერთი რომელიმე ჯგუფის მიმართ აღმო-

ცენდება მძლავრი სააგზნებო იმპულსები განსაზღვრული მოძრაობის საწარმოებლად, მაშინ იქვე წარმოიშვება შეკავების ინერვაცია არა მარტო იმავე ორგანოს მეორე ანტაგონისტური ჯგუფის მიმართ, არამედ აგრეთვე მეზობელი ორგანოების ყველა კუნთების მიმართ. რეციპროკულ ინერვაციას ვღებულობთ ამიტომ არა მარტო ამოძრავებული ორგანოს ანტაგონასტური კუნთების მიმართ, არამედ აგრეთვე ამ ორგანოსა და სხვადასხვა მეზობელ მამოძრავებელი ორგანოების მიმართ. მაშასადამე, **როდესაც ერთი მამოძრავებელი ორგანოს ან ერთი რომელიმე მისი ნაწილის კუნთების ერთი ჯგუფი რეფლექსურ აგზნებას განიცდის, მაშინ იმავე ორგანოს დანარჩენი კუნთები და აგრეთვე სხვა მეზობელი ორგანოების კუნთები შეკავებას განიცდიან. ასეთია რეციპროკული ინერვაციის ხაზოგადო ფორმულა.** აქედან სჩანს, რომ შერინგტონის მიერ მოცემული რეციპროკული ინერვაციის ფორმულა ანტაგონისტური კუნთების მიმართ წარმოადგენს რეციპროკული ინერვაციის ზოგადი პრინციპის ნაწილობრივ გამოაშკარავებას. რეციპროკულ ინერვაციას მისი ზოგადი გამოხატულებით აქვს უაღრესი მნიშვნელობა, ვინაიდან ამის წყალობით აღებული ორგანოს კოორდინაციული მოძრაობა საუკეთესოდ იქნება დაცული: მისი მიზანშეწონილი მოქმედება არ იქნება შელახული სხვა რომელიმე საკოორდინაციო აპარატიდან, როგორც იმავე, ისე მეზობელ ორგანოებში შეუფერებელი რეფლექსური მოძრაობის გამოწვევით (ბერიტაშვილი[21]).

შეკავების ისტორიული მიმოხილვა. საზოგადოდ შეკავების შესახებ საკითხი მაშინ დაისო, როდესაც ტრაუბემ და ძმ. ვაგნერებმა (1847) აღმოაჩინეს n. vagus-ის შემაკავებელი მოქმედება გულზედ. ცენტრალური აპარატის მიმართ შეკავების საკითხი წამოაყენა პირველად გამოჩენილმა რუსეთის ფიზიოლოგმა სეჩენოვმა (1863 [19]). იგი ექსპერიმენტებით ამტკიცებდა, რომ ბაყაყის თავის ტვინში არსებობს განსაკუთრებული შემაკავებელი ცენტრები, რომლებიც ზურგის ტვინის რეფლექსურ მოქმედებას ანელებენ. იგი გადასჭრიდა თავის ტვინს მზედველობის ბორცვების ფარგალში და ამ განაპერს ელექტრული დენით ან და Na Cl-ით აღიზიანებდა. ამ გაღიზიანებისას რეფლექსური მოქმედება უკანა ფეხის გაღიზიანების საპასუხოდ სუსტდებოდა. აქედან სეჩენოვმა დასკვნა, რომ ვითომდა მხედველობის ბორცვებში შემაკავებელი მექანიზმი არსებობდეს. შემდეგში სეჩენოვი (1869) ახალი გამოკვლევის საფუძველზედ ამტკიცებდა, რომ შეკავების მექანიზმის ამოქმედებას უფრო მეტი გაღიზიანება სჭირდება, ვიდრე რეფლექსური შეკუმშვის გამოწვევისა. მართალია, ეს დასკვნები სწორი არ გამოდგა. დღეს სპეციალური შემაკავებელი მექანიზმის არსებობას სადმე ტვინში უარყოფენ. მაგალითად დამტკიცებული იყო, რომ სამხედველო ბორცვების ან შუა ტვინის გაღიზიანება იწვევს უკანა კიდურების მოხვრის რეფლექსს იმიტომ, რომ ასეთი გაღიზიანება იძლევა უკანა კიდურებზე მოწინააღმდეგე ხასიათის გაშლის ტონურ რეფლექსს (ბოლოტოვი [20]). მაგრამ თავის დროზე სეჩენოვის დაკვირვებამ დიდი გავლენა იქონია. მის მიერ დასმულმა საკითხმა ცენტრალური შეკავების შესახებ საუკეთესო ფიზიოლოგების ყურადღება მიიპყრო. სეჩენოვის შემდეგ ბოლეი (1869 [11]) და მისი მოწაფე ფრეისბერგი [12]) შეუდგნენ შეკავების მოვლენის გამოკვლევას. ისინი ამ აზრს დაადგენენ, რომ თვითეულმა რეფლექსურმა ცენტრმა, რომელიც განსაზღვრულ მოქმედებას აწარმოებს, შეიძლება ეს უნარი დაკარგოს, ე. ი. შეკავება განიცადოს, თუ ამავე დროს იგი იგზნება სხვა გზით, რომელიც წინასწარ რეფლექსში მონაწილეობას არ ღებულობდა. ამიტომ ფრეისბერგი გამოსთქვამდა, „თვითეული მგრძნობიერე ნერვის გაღიზიანებას შეუძლიან თვითეული ზურგის ტვინის წერტილში შეკავება გამოიწვიოს". ეს აზრი, რომელიც სეჩენოვისას სრულიად ეწინააღმდეგებოდა, მომავალში აგრეთვე არ გამართლდა.

შემდეგ ბუბნოვი და ჰეიდენჰაინი [13]) ამტკიცებდნენ, რომ ც. ნ. ს.-ის აგზნება-შეკავება სრულებით დამოკიდებულია ც. ნ. ს.-ის ფუნქციურ მდგომარეობაზე. თუ იგი მოსვენებაშია, მაშინ სუსტი გაღიზიანებაც მოქმედებას იწვევსო, და თუ იგი უკვე მოქმედებაშია, მაშინ იგივე გაღიზიანება ამ მოქმედების შეკავებას იძლევაო, ე. ი. „ყოველჯერ არსებული მდგომარეობა ისპობა და იგი მოპირდაპირედ იცვლებაო". საკითხის საბოლოოო შესწავლამ არც ეს აზრი გაამართლა. შეკავების წარმოშობის საკითხი ვედენსკის ლაბორატორიაშიაც შეისწავლებოდა. ეს ავტორი [14]) და მისი მიმდევარნი გამოთქვამდენ იმ აზრს, რომ ცენტრალური შეკავება დამოკიდებულია სააგზნებო იმპულსების გაძლიერება-გაბშირებაზე. ეს კიდე მაშინ ხდება, როდესაც გაღიზიანების პირობები ან თვით ნერვული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობა ხელს უწყობს სააგზნებო იმპულსთა გაბშირება-გაძლიერებასო. მაშ., მისი აზრით ცენტრალური შეკავება წარმოიშობა სწორედ იმავე მიზეზით, როგორითაც ნერვ-კუნთის პესიმალური ეფექტი, ე. ი. თანაბამად ვედენსკის ბოლო დროის თვალთსაზრისისა, ცენტრალური შეკავება უნდა წარმოადგენდეს პარაბიოტულ მდგომარეობას, რომელშიაც ნერვის უჯრედი ვარდება იმპულსთა მეტისმეტი ინტენსივობისა და სიხშირის გამო. ეს ვედენსკის ჰიპოტეტური წარმოდგენა არ შეეფერება ბოლო დროის კლასიკურ გამოკვლევებს.

აღვნიშნავ კიდევ ფერვორნის [5]) და მისი მოწაფეთა (ფრიოლიხი [15]) თვალთსაზრისს ამის შესახებ. ამ ავტორთა მტკიცებით შეკავება იგივე აგზნებაა, მხოლოდ სუსტი აგზნება, სხვა არაფერი. თუ ძლიერი მოქმედება რამე გარეშე პირობების მიხედვით შეკავდება, ეს იმიტომ ხდება, რომ იგი დაღალვის გამო სუსტ მოქმედებად იცვლებაო. ბევრნაირი ილიუსტრაცია იყო მოყვანილი, სხვათა შორის, ის ფაქტიც, რომ მთელი ზურგის ტვინის სტრიქნინით მოწამლისას რეციპროკული შეკავება ისპობა. მათი აზრით, ეს იმაზეა დამოკიდებული, რომ სუსტი აგზნება მოწამლის შემდეგ შეუძლებელი ხდება.

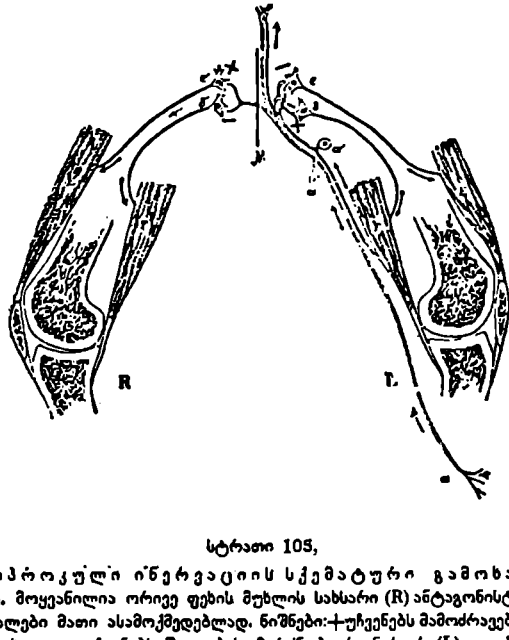
ყველა ზემო მოყვანილი ფაქტები თავისთავად სრულიად სწორია. მაგრამ არც ერთი მათგანი არ იყო იმდენად გამოკვლეული, რომ სწორი დასკვნა შესაძლებელი ყოფილიყო. ეს მხოლოდ ამ უკანასკნელი წლების საქმეა, რომელიც შერინგტონის ლაბორატორიაში სწარმოებდა და იმ მეცნიერთა ლაბორატორიებში, რომელნიც მისი მეთოდებით სარგებლობდნენ (გრეიმ ბროუნი [16]), ბერიტაშვილი [17]).

ამ ახალი გამოკვლევათა საფუძველზედ შეიძლება ითქვას, რომ ც. ნ. ს.-ში ჩონჩხის მუსკულატურის მიმართ სწარმოებს მხოლოდ რეციპროკული შეკავება, რომ ეს რეციპროკული შეკავება სწორედ ისეთი თავისებური აქტიური ბუნებისაა, როგორც რეციპროკული აგზნება; რომ მისი ინტენსიობა და ხანგრძლივობა სწორედ იმავე პირობებში და ისევე იცვლება, როგორც მასთან შეუღლებული აგზნება.

კერძოდ რეციპროკული შეკავების საკითხს მეტად მოკლე ისტორია აქვს: იგი პირველად შერინგტონმა წამოაყენა (1892—1893 [13]). მანვე მოგვცა ნამდვილი ანალიზური პასუხი. მაგრამ განყენებული აზრი ანტაგონისტთა რეციპროკული მოქმედების შესახებ ბევრად უფრო ადრე იყო გამოთქმული. პირველად იგი დეკარტმა გამოსთქვა თვალის გვერდითი მოძრაობის შესახებ: როგორც კი „მაცოცხლებელი სული" გატარდება გარეთა სწორ კუნთში საკუთარი მილებით, იმავე დროს შიგნითა კუნთიდან მის საკუთარი მილებით „სული" უკან გამოდისო. ამის გამო, როდესაც პირველი კუნთი შეიკუმშება (ე. ი. შეიკუმშება), მეორე მოდუნდებაო. („De Homine 1662). ხოლო ეს ურთიერთობა, როგორც მისგან მოცემული სურათიდან სჩანს, წმინდად პერიფერიულია, იგი თვით კუნთებს შორის სწარმოებს. დეკარტის შემდეგ რეციპროკული ინერვაციის მსგავსი რამ ჩარლსბელმა მოგვცა (1823 [19]). მან შეამჩნია ანტაგონისტთა შორის, რომ ერთი კუნთის შეკუმშვისას მეორე მისი ანტაგონისტი გრძელდება და დუნდება. ხოლო ამ მეცნიერსაც ეგონა, რომ ეს ურთიერთობა პერიფერიულია, რომ აგზნებაც და მოდუნებაც პერიფერიულ ნერვის საშუალებით იწვევა. ბელის შემდეგ ამ საკითხს არეინ შეხებია და თვით ბელის ცდა დაეიწყებული იყო. იგი პირველად შერინგტონმა გვაცნობა.

შერინგტონის თვალთსაზრისი რეციპროკულ ინერვაციის შესახებ ჩვენ უკვე დაწერილებით განვიხილეთ. მაგრამ მეტი არ იქნება, რომ მოვიყვანოთ მისი ერთი სქემატური სურა-

ით ამ ინერვაციის შესახებ. (იხ. სურ. 105). მართალია, მას დღეს უფრო ისტორიული მნიშვნელობა აქვს, მაგრამ იგი შეტად ნათლად გამოხატავს ავტორის იმ ჰიპოტეტურ წარმოდგენას, რომ კოორდინაციული ინერვაცია ტვინის შიგნითა ნეირონებში კი არ წარმოიშობა, არამედ „მოძრავებელი ნეირონების გარშემო არსებულ ფიზიკურ აპკში,—„synapse-ში“.



სტრაითი 105,

სურ. 105. რ ე ც ი პ რ ო კ უ ლ ი ი ნ ე რ ვ ა ც ი ი ს ს ქ ე მ ა ტ უ რ ი გ ა მ ო ხ ა ტ ულ ობ ა შ ვ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს ა. მოყვანილია ორივე ფეხის მუხლის სახსარი (R) ანტაგონისტური წყვილით და რეფლექსური რკალები მათი ასამოქმედებლად. ნიშნები: + უჩვენებს მამოძრავებელი ნეირონის „სინაპსის“ აგზნებას, ხოლო—უჩვენებს შეკავებას. მგრძნობიარე ნერვის (L) გაღიზიანება გამოიწვევს თავისის მხარეზედ მომხვრელის (F) ნეირონის აგზნებას (+) და ამავე დროს გამშლელის (E) ნეირონის შეკავებას (—). იგივე გაღიზიანება გამოიწვევს მეორე მხარეზედ მოპირისპირე ეფექტს. გამშლელის (E) ნეირონის აგზნებას (+) და იმავე დროს მომხვრელის (F) ნეირონის შეკავებას (—). აქვეა მოყვანილი დამატებითი რკალი—a[1] მეორედ პროპრიოცეპტულ იმპულსთათვის მომხვრელის მხრიდან.

პ რ ა ქ ტ ი კ უ ლ ი.

რ ე ც ი პ რ ო კ უ ლ ი ი ნ ე რ ვ ა ც ი ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა. ა ნ ტ ა გ ო ნ ი ს ტ თ ა წ ყ ვ ი ლ ი ს მ ი მ ა რ თ ა ი ღ ებ ენ ბ ა ყ ა ყ ი ს ს ა ზ უ რ გ-ტ ვ ი ნ ო პ რ ე პ ა რ ა ტ ს დ ა ბ ა რ ძ ა ყ ი ს ფ ა რ გ ა ლ ში გ ა მ ო ა ჩ ე ნ ენ მ უ ხ ლ ი ს მ ო მ ხ ვ რ ე ლ ს—semitendinosus-ს დ ა მ უ ხ ლ ი ს გ ა მ შ ლ ე ლ ს—triceps fem.-ს. მ ა თ მ ყ ე ს ებ ს შ ე ა ბ ა მ ენ ძ ა ფ ს დ ა შ ემ დ ე გ გ ა დ ა ს კ რ ი ა ნ მ ყ ე ს ებ ს ძ ა ფ ი ს ქ ვ ე მ ო თ. თ ვ ი თ ე უ ლ ე ბ ი კ უ ნ თ ს ა მ ძ ა ფ ი ს ს ა შ უ ა ლ ე ბ ი თ შ ე უ ე რ თ ებ ენ ს ა კ უ თ ა რ მ ი ო გ რ ა ფ ს შ ე კ უ მ შ ვ ი ს კ ი ბ ო გ რ ა ფ უ ზ ე დ ა ს ა ნ ე ერ ა დ. გ ა რ ნ ა ა მ ი ს ა ვ ა მ ო ა ჩ ე ნ ენ n. peroneus მ ო ხ ვ რ ი ს მ ი მ ღ ებ ე ლ ე ე ლ ი ნ ი დ ა n. cutaneus femor. lat. ბ ა რ ძ ა ყ ი ს მ ო ც ი ლ ე ბ ი ს მ ი მ ღ ებ ე ლ ე ე ლ ი ნ ი დ ა ნ. ო რ ი ვ ე ნ ე რ ვ ი გ ა დ ე უ ბ ე ლ ი რ ჩ ებ ა. ა ს ნ ი ნ ი მ ხ ო ლ ო დ გ ა ნ თ ა ვ ი ს უ ფ ლ-

დებიან გარეშემო ქსოვილიდან, ისე რომ მათი ელექტრული გაღიზიანება შესაძლებელი იყოს. ან. კუნთების მოქმედება მოხვრის მიმღებელი ველის, ე. ი. წვივის ან ტერფის, ან თითების ან n.. peroneus-ის გაღიზიანების საპასუხოდ ასეთი იქნება: თუ გაღიზიანება ზომიერი იქნება, semit. ძლავერ შეკუმშვას იძლევა, triceps კიდე ან სულ არ მოგვცემს შეკუმშვას, ან კიდე ძლიერ სუსტს. მოცილების მიმღებელი ველის გაღიზიანება (კანი ბარძაყზედ, n. cut. fem. int.) მოგვცემს triceps-ის მძლავრ შეკუმშვას, semit. კიდე ან სულ არ შეიკუმშება, ან კიდე ძლიერ სუსტად. (იხ. სურ. 101). დასამტკიცებლად იმისა, რომ როდესაც ერთი კუნთი მძლავრ შეკუმშვას იძლევა, მეორე შეკავებას განიცდის, ამნაირ ცდას მიმართავენ: ჯერ გამოიწვევენ მოხვრის რეფლექსს და მერე მას შეუერთებენ მოცილების რეფლექსს. ორივე რეფლექსის კომბინაციის დროს sem tend.-ის. შეკუმშვა სუსტდება, რაც მაჩვენებელია იმისა, რომ მისი მამოძრავებელი ნეირონი მოცილების. რეფლექსში აქტიურად შეკავდება.

რ ე ც ი პ რ ო კ უ ლ ი ინ ე რ ვ ა ც ი ი ს გ ა ძ ლ ი ერ ე ბ ა ს ტ რ ი ქ ნ ი ნ ი თ მ ო-წ ა მ ვ ლ ი ს გ ა მ ო. ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატზედ გამოარჩენენ pars brachialis. წინა ფეხზედ და n. peroneus უკანა ფეხზედ. ამის გარდა უკანა ფეხზედ ანტაგონისტთა ერთ წყვილს გამოარჩენენ, როგორც ზევით ცდაში. ჩვეულებრივად წინა თათის გაღიზიანება უკანა ფეხზედ ერთნაირ მოცილების რეფლექსს გამოიწვევს. იგი მიიკრიფება გაღიზიანებულ ალაგს. თითებით გამაღიზიანებელი აგენტის მოსაშორებლად. ასეთივე რეფლექსი სწარმოებს, როდესაც თვით n. brachialis ღიზიანდება. ამ რეფლექსში, როგორც ჩვეულებრივ მოცილების რეფლექსში,. m. semit. შეკავდება, triceps fem. კიდე შეიკუმშება. თვითონ ცდა სწარმოებს ამნაირად: იპოენიან იმ საზღურბლე გაღიზიანებას n. brachialis-ის მიმართ, რომელიც ანტაგონისტთა წყვილზე ეფექტს გამოიწვევს. მერე ამ რეფლექსს შეუერთებენ უკანა ფების მოხვრის რეფლექსს და ამის. შემწეობით გაითვალისწინებენ s.mit-ის შეკავების ინტენსივობას n. brachialis-ის მიერ გამოწვე-ულ რეფლექსში. შემდეგ მიადებენ სტრიქნინს ტვინის pars brach.-ს იმავე წესით, როგორც ზე-�t იყო ნაჩვენები, და 3—4 წამის ინტერვალით რამდენჯერმე გაიმეორებენ ანტაგონისტთა ეფექტების დაწერას კიმოგრაფზედ იმავე ნერვების გაღიზიანებით. აღმოჩნდება, რომ სტრიქნი-ნით მოშხამული საკოორდინაციო აპარატის მოქმედება როგორც საგზნებო, ისე შემაკავებელი. ინერვაციის მხრივ ერთნაირად ძლიერდება. Semitendinosus-ის შეკუმშვა მოხვრის რეფლექსში ზევრად უფრო ძლიერ შეკავდება მოცილების რეფლექსის გაკლენით, ვიდრე მოშხამვის წინ იყო. შაგ., n. brachialis-ის ერთი ინდუქციის კვეთებით გაღიზიანება უკანა ფეხებზედ წინეთ ეფექტს. სულ არ იწვევდა, ეხლა კი ძლიერ რეციპროკულ ინერვაციებს იძლევა.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Ch. Sherrington, Int. Act. of Ner. Syst. 1906.
2. F. Forbes, Q. J. Exp. Physiol., 1912, 5, 149.
3. J. Beritoff, Fol. neuro-biol., 1913, 7, 187; Pfl. Ar., 1913, 151, 171.
4. Dusser de Barenne. Fol. neuro-biol., 1911, 5, 42; 1912, 6, 277.
5. M. Verworn, Z. allg. Physiol., 1913, 15, 413.
6. R. Oddi, Ar. ital. de biolog., 1895, 24, 360.
7. J. Starke, Zentr.. Physiol., 1898, გვ. 596.
8. M. Verworn, Ar. An. Physiol., Suppl. Bd., 1908, გვ. 104.
9. G. A. Jäderholm, Pfl. Ar, 1906, 114, 248.
10. J. Setschenow, Physiol. Studien üb. d. Hemmungsmechanismen für d. Reflextätigkeit d. Rückenmarks im Gehirn d. Frosches. 1863. Berlin.
11. F. Goltz, Beitr. z. Lehre v. d. Funkt. d. Nervencentren d. Frosches. 1869. Berlin.

12. A. Freusberg, Pfl. Ar., 1879, 9. 358.
13. Budnoff და Heidenhain, Pfl. Ar., 1881, 26, 137.
14. Н. Введенский, Раб. Физиол. Лабор. Петерб. Универс. 1906. 1.
15 F. Fröhlich, Z. allg. Physiol., 1909, 9, 55.
16. Graham Brown, Erg. Physiol., 1903, 13, 279.
17. J. Beritoff, Erg. Physiol, 1921, 20, 407.
18. C. Sherrington. J. Physiol., 1892, 13, 621.
19. Bell Charles. Philos. Tranc. Roy. Soc., 1823, გვ. 289.
21. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1923, 198, 604.
22. J. Meltzer, Das Schluckzentrum, seine Irradiation etc. Inaug-Diss. 1982. Berlin.
23. А. Ухтомский, Тр. Физиол. Лабор. Петерб. Универс., 1911. 6.
24. Болотов, Русск. Физиолог. Жур., 1919, 2, 38.

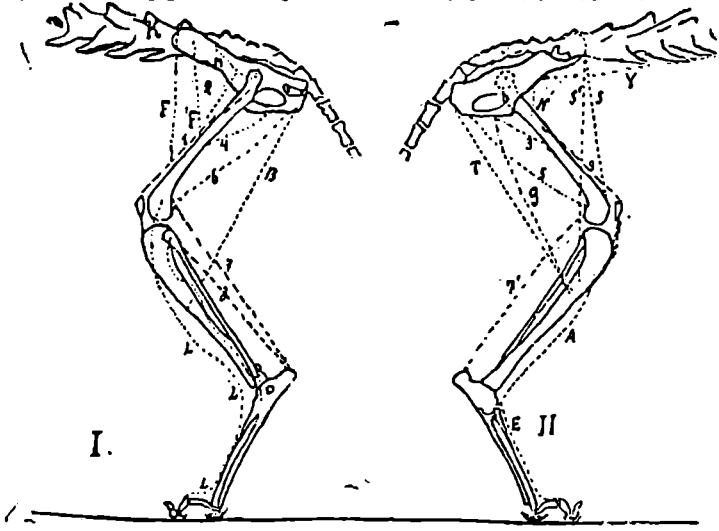
7. კიდურთა კუნთების ფუნქციონალური გაყოფა ანტაგონისტურ ჯგუფებზე.

ერთსახსრიანი კუნთები. როდესაც რომელიმე კიდური მთლიანად ხხვრება ან იშლება, მაშინ მისი კუნთები რეციპროკული ინერვაციის მიმართ იყოფა ორ ჯგუფად: ერთი ჯგუფი იკუმშება მოხვრის მოძრაობაში, მეორე ჯგუფი კი—გაშლის მოძრაობაში. როგორც ერთს, ისე მეორე ჯგუფს ეკუთვნის სხვათა შორის ერთსახსრიანი კუნთები. ამ კუნთების განაწილება ორ მოწინააღმდეგე ჯგუფად პირდაპირ დამოკიდებულია მათ ანატომიურ მდებარეობაზე. თუ ერთ სახსრიანი კუნთის ანატომიური მდებარეობა ისეთია, რომ შეკუმშვის დროს მან უნდა მოხაროს სახსარი, რომელსაც იგი ემსახურება, მაშინ იგი აგზნებას მოხვრის რეფლექსებში განიცდის, გაშლის რეფლექსებში კი შეკავდება. პირიქით თუ ანატომიური მდებარეობა ერთსახსრიანი კუნთისა ისეთია, რომ იგი შეკუმშვისას სახსრის გაშლას იწვევს, მაშინ იგი იგზნება გაშლის რეფლექსებში და შეკავდება მოხვრისაში. ასე მაგ., მუხლის გამშლელი m. vasto-crureus, რომელიც m. quadriceps-ის ერთ-სახსრიან თავს წარმოადგენს, იკუმშება გაშლის რეფლექსებში და შეკავდება მოხვრისაში; m. biceps brachii, ერთ-სახსრიანი იდაყვის მოხვრელი, იკუმშება მხოლოდ მოხვრის რეფლექსში, გაშლისაში კი შეკავდება. ამნაირად ერთ სახსრიანი კუნთების მონაწილეობა კიდურის გაშლისა და მოხვრის რეფლექსში სწარმოებს ძალიან მარტივი წმინდა ანატომიური პრინციპის მიხედვით.

ორსახსრიანი კუნთები. კუნთების ერთი დიდი წილი ემსახურება ორს და ხან სამ სახსარს. ამათგან ხოლო თითო ოროლას აქვს ერთი და იგივე ანატომიური მდებარეობა ორივე სახსართან. ასეთია sartorius-ი. ეს კუნთი შეკუმშვის დროს ჰხრის მენჯ-ბარძაყის და მუხლის სახსარს. ამ კუნთის როლი რეფლექსურ მოძრაობაში სრულიად განისაზღვრება მისი ანატომიური მდებარეობით:

იგი იკუმშება მოხვრის რეფლექსებში და შეკავდება გაშლისაში. დანარჩენი ორსახსრიანი კუნთების ანატომიური მდებარეობა ისეთია, რომ შეკუმშვის დროს ერთნაირ მოძრაობას არ აწარმოებს ორივე სახსარში. თუ იგი ერთ სახსარს ჰხრის, მეორეს პირიქით გაჰშლის. მაგრამ მიუხედავად ამ გარემოებისა ზოგი ორსახსრიანი კუნთი იკუმშება მხოლოდ მოხვრის რეფლექსებში, გაშლისაში კი პირიქით შეკავდება; ზოგიც წინააღმდეგ იკუმშება გაშლის რეფლექსებში და შეკავდება მოხვრისაში. ასე, მაგ., m. semitendinosus თავის ანატომიური მდებარეობის მიხედვით შეუძლიან მოხაროს მუხლის სახსარი და გაშალოს მენჯ-ბარძაყისა; იგი იკუმშება მოხვრის რეფლექსებში და შეკავდება გაშლისაში; m. gastrocnemius თავის ანატომიური მდებარეობით გაჰშლის წვივ-ტერფის სახსარს და მოჰხრის მუხლისას, იგი იკუმშება მხოლოდ გაშლის რეფლექსებში და შეკავდება მოხვრისაში.

კუნთების მდებარეობის და მათი მექანიკური მოქმედების საჩვენებლად მოყვანილია შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს[1]) სურათი—106, სადაც ძაღლის უკანა კიდურის თვი-



სურ. 106,

I. ძ ა ღ ლ ი ს უ კ ა ნ ა კ ი დ უ რ ი ს კ უ ნ თ ე ბ ი ს მ დ ე ბ ა რ ე ო ბ ა გ ვ ე რ დ ი დ ა ნ (ლატერალ. მხარე).

II. ძ ა ღ ლ ი ს უ კ ა ნ ა კ ი დ უ რ ი ს კ უ ნ თ ე ბ ი ს მ დ ე ბ ა რ ე ო ბ ა შ ი გ ნ ი დ ა ნ (მედიალური მხარე).

დაწერილებით აღწერა მოცემულია ტექსტში (Sherrington).

ოეული კუნთის მდებარეობა ნათლად არის გამოხატული. ამ სურათზედ შემდეგი ერთსახსრიანი კუნთებია: a, მენჯ-ბარძაყის მომხვრელნი (N—m. pectineus, S—sartorius ლატერალური ნაწილი. FF[1]—tensor fasciae longus et brevis. M—gluteus minimus); b, მენჯ-ბარძაყის ერთსახსრიანი გამშლელნი (3—adductor minor-

4—adductor major, 5—semimembranosus, 6—bicers femoris anterior, O—guadratus femoris); c, მუხლის ერთსახსრიანი გამშლელნი (1—crureus, 2—vastus lateralis, 9—vastus medialis); d, წვივ-ტერფის ეროსახსრიანი მომხვრელნი (A—tibialis anticus, P—peroneus), წვივ-ტერფის ერთსახსრიანი გამშლელი (8—soleus); შემდეგ ორსახსრიანი კუნთები: a, მენჯ-ბარძაყის გამშლელი და მუხლის მომხვრელი (B—biceps femoris anterior, G—gracilis, T—semitendinosus); b, მენჯ-ბარძაყის მომხვრელი და მუხლის გამშლელი (R—rectus femoris); c, მენჯ-ბარძაყის და მუხლის მომხვრელი (S^1—sartorius—მედიალური ნაწილი); d, მუხლის მომხრელი და წვივ-ტერფის გამშლელი (7'—gastrocnemius); ბოლოს სამსახსრიანი კუნთი (L—extensor langus digitorum), რომელიც მუხლსა ჰშლის, წვივ-ტერფის სახსარს და წინა-ტერფის სახსრებს კი ჰხრის.

ორსახსრიანი კუნთების ფიზიოლოგიური მოქმედების მთავარი პრინციპი. ანატომიური მდებარეობა იმ ორსახსრიანი კუნთებისა, რომელნიც თავიანთ სახსრებზე სხვადასხვანაირად მოქმედებენ, თავის თავად არ გვაძლევს უფლებას დავსკვნათ მისი როლის შესახებ რეფლექსურ მოძრაობაში. შეიძლება, მაგ., გვეფიქრა, რომ ფეხის გაშლის დროს semitendinosus და rectus femoris ორივე შეიკუმშება, ერთი როგორც მენჯ-ბარძაყის სახსრის გამშლელი, მეორე როგორც მუხლის გამშლელი. მაგრამ შეიძლება აგრეთვე გვეფიქრა, რომ ფეხის გაშლისას m. semitendinosus არ შეიკუმშება, როგორც მუხლის მომხვრელი; rectus femoris კი არ შეიკუმშება, როგორც მენჯ-ბარძაყის სახსრის მომხვრელი. შეიძლებოდა მოგვეფიქრა აგრეთვე სხვა კომბინაციებიც. ამიტომ იმის გადაწყვეტა, თუ რას წარმოადგენენ დასახელებული ორ-სახსრიანი კუნთები ნამდვილ სინერგისტებს, თუ ანტაგონისტებს, შეიძლება მხოლოდ ფიზიოლოგიური გამოკვლევით მოხდეს.

ჯერ ფრანგმა დიუშენმა (Duchenne [2]), მერე ინგლისელმა შერინგტონმა [1]) გამოიკვლიეს ზოგიერთი კუნთის ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა მოძრაობის დროს. მათი დასკვნა ზოგიერთში სრულიად ერთგვარია, ზოგიერთში კი საწინააღმდეგო. მაგ., semitendinosus-ის შესახებ, როგორც ერთი ისე მეორე ავტორი დასკვნის, რომ ეს კუნთი მუდამ იკუმშება ფეხის საერთო მოხვრის მოძრაობისას, rectus femoris შესახებ კი ერთი ავტორი, დიუშენი, ამტკიცებს, რომ იგი მუხლის ნამდვილი გამშლელია, როგორიც არის მუხლის ერთ სახსრიანი გამშლელი vastus internus ან medius. შერინგტონი კი პირიქით მას მიაწერს მომხვრელის ფუნქციებს, ვითომც იგი მხოლოდ ფეხის მოხვრის დროს იკუმშებოდეს, როგორც semitendinosus. ეს მნიშვნელოვანი საკითხი ბოლოს ასე იქმნა გამორკვეული. უმთავრესი ორ-სახსრიანი კუნთები მონაწილეობას იღებენ მთელი კიდურის გაშლის თუ მოხვრის მოძრაობაში იმისდა მიხედვით, თუ რანაირი ანატომიური მდებარეობა აქვთ დისტალური სახსრის მიმართ. **თუ კუნთის მდებარეობა ისეთია, რომ შეკუმშვისას იგი დ. ტალურ სახსრის გაშლას იწვევს** (rect. fem., cap. long. tr. br., gastr.), **მაშინ იგი იკუმშება ფეხის საერთო გაშლისას; ხოლო თუ მან თავისი მდებარეობით ეს სახსარი უნდა მოჰხაროს** (biceps br., semit.), **მაშინ იგი მხოლოდ საერთო მოხვრის**

მოძრაობაში იკუმშება (ბერიტაშვილი [3]). ამნაირად, ორ-სახსრიან კუნთის მიკუთვნება ანტაგონისტების თუ სინერგისტების ჯგუფისადმი მხოლოდ მის დისტალურ მდებარეობაზეა დამოკიდებული. მართალია, ამავე დროს თვითეული მათგანი თავის პროქსიმალური მდებარეობით სრულიად წინააღმდეგ მოქმედებას იჩენს, ვიდრე დისტალურით, მაგრამ ეს პროქსიმალური მოქმედება აღნიშნულ კიდურის საერთო მოძრაობას სრულიადაც ხელს არ უშლის. პირიქით, საერთო მოძრაობის დროს ამნაირი ორსახსრიანი კუნთი იკუმშება და ეს გაკუმშვა აძლიერებს იმ მოქმედებას, რომელსაც დისტალური ბოლო აწარმოებს.

ზემო აღნიშნული წესი ორსახსრიანი კუნთების ფუნქციის შესახებ სრულიად უდგება ბაყაყის კუნთებს. აქაც triceps fem. და gastrocnemius, რომელნიც დისტალურ სახსარს გაჰშლიან, პროქსიმალურს კი მოჰხრიან, იკუმშებიან უპირატესად გაშლის რეფლექსებში; semitendinosus და tibialis ant, რომელნიც დისტალურ სახსარს მოჰხრიან, პროქსიმალურს კი გაჰშლიან, იკუმშებიან პირიქით უპირატესად მოხვრის რეფლექსებში.

ორსახსრიანი კუნთების როლი პროქსიმალური სახსრების ფიქსაციის მიმართ. შეიძლება საზოგადოდ ითქვას, რომ **ყველა ორ და მეტ სახსრიანი კუნთები პროქსიმალურ სახსარსაც მნიშვნელოვან სამსახურს უწევენ; იგინი ჰთამაშობენ აქტიური ფიქსატორების, ე. ი. გამაგრებელის როლს ამ პროქსიმალურ სახსრებში იმ მკვეთრ მოძრაობათა წინააღმდეგ, რომელსაც ამ სახსრის ერთ-სახსრიანი კუნთები აწარმოებენ.** მაგ. მენჯ-ბარძაყის სახსარში არსებობს ერთსახსრიანი გამშლელი კუნთების მთელი წყება (მენჯსა და trochanter major fem.-ს შუა). ეს კუნთები შეკუმშვისას ბარძაყს ზემოთ და უკან სწევენ. ისეთ სწრაფ მოძრაობისას, როგორც ხტუნვაა, მათ შეიძლება აღრძონ სახსარი, მეტადრე მოძრაობის ინერციის წყალობით, თუ სახსრის მოძრაობა ცოტად მაინც არ შესუსტდა სხვა ერთდროული შეკუმშვით, რომელიც იმავე სახსარზედ წინააღმდეგი მიმართულებით იმოქმედებს. ფეხის გაშლის დროს მენჯ-ბარძაყის ერთსახსრიანი მომხვრელნი არ იკუმშებიან. ორ სახსრიანი rect. fem. კი იკუმშება, რომელიც იმავე ღონით მოჰხრის მენჯ-ბარძაყის სახსარს, რა ძალითაც იგი მუხლისას გაჰშლის. მაშასადამე, ეს კუნთი ფეხის საერთო გაშლის დროს აქტიურად შეასუსტებს იმ სწრაფ მოძრაობას, რომელსაც მენჯ-ბარძაყის ერთსახსრიანი გამშლელნი გამოიწვევენ. ამნაირად, rectus femoris მეტად მნიშვნელოვან დანიშნულებას ასრულებს: ფიქსატორის როლს პროქსიმალური მენჯ-ბარძაყის სახსრის მიმართ. ასევე უნდა ითქვას semitendinosus-ის და სხვა ამგვარ კუნთების შესახებ: ესენიც პროქსიმალური სახსრების მიმართ ფიქსატორის როლს უნდა ასრულებდენ იმ სწრაფ მოძრაობათა წინააღმდეგ, რომელთაც ერთსახსრიანი მომხვრელები იწვევენ.

პრაქტიკუმი.

ორსახსრიანი კუნთების მოქმედების ანატომიური გამოკვლევა. იღებენ ბაყაყის უკანა კიდურს და გადააძრობენ კანს. შემდეგ გასინჯავენ თუ სად იწყება და სად თავდება მთავარი ორსახსრიანი კუნთები და ამისდამიხედვით როგორ მოქმედებს თვითეული აღებული კუნთი შეფარდებულ დისტალურ და პროქსიმალურ სახსარზე. ამისათვის ერთ

პინცეტს მოსჭიდებენ ძვალს და ისე დაიკვერენ ჰაერში. მეორე პინცეტით კიდე გამოსწევენ კუნთს ამ გამოწვევისას შეფარდებული სახსრები მოძრაობაში მოელენ: უკანასკნელი ან გაიშლება ან. მოიხვრება. იმ შემთხვევაში, როდესაც ბარძაყის კუნთების მოქმედებას შეისწავლიან, კიდურს დაიკავებენ ბარძაყის ძვალით. თუ კიდე შეისწავლიან წვიეის კუნთებს, მაშინ წვიეის ძვალით დაიკავებენ კიდურს. ამ წესით შეისწავლიან: sartorius, triceps femoris, semitendinosus, semimembranosus, gastrocnemius, tibialis ant., peroneus და სხვებს. ზოგი ერთი კუნთი აწარმოვებს ერთი და იმავე სახსრის მიმართ როგორც გაშლის, ისე მოხვრის მოძრაობას. მისდა მიხედვით თუ როგორია თავდაპირველად ის კუთხე, რომელსაც სახსარი ჰქმნის: კუნთის მექანიკური გამოწვევა ამ სახსარს ან გაშლის ან მოხვრის. მაგალ. ileofibalaris მენჯ-ბარძაყის სახსარს გაჰშლის, თუ ამ სახსრის კუთხე 90° აღემატება, თუ კიდე იგი 90°-ნაკლებია, მაშინ პირიქით მოჰხრის (Lombard და Abbott [4]). Tibial. ant. მოჰხრის წვიე-ტერფის სახსარს, თუ იგი უკვე მოხრილია 90°-მდე. თუ მოხრილი არაა, მაშინ სახსარი არ იხვრება; იგი მხოლოდ ცოტა-თი გვერდზე გადიხრება.

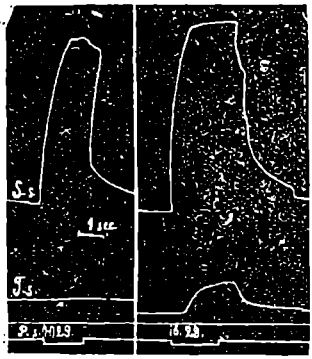
ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1) Ch. Sherrington J. Physiol., 1910, 40, 28.
2) G. Duchenne. Physiologie d. Bewegungen. ვერნიკეს გერმანული თარგმანი ფრანგულიდან. 1885.
3. J. Beritoff. Pfl. Ar., 1922, 194, 365; Учение об основ. элем. центр. координ. скел мускулатуры. 1916.
4. W. P. Lombard და F. M. Abbott, Am. J. Physiol., 190, 20.

8. კუნთის ერთდროული აგზნება და შეკავება მისი რეციპროკული ინერვაციის დროს.

როგორც ორსახსრიანი, ისე ერთსახსრიანი კუნთების რეციპროკული ინერვაცია მუდამ აბსოლუტურად წმინდა როდია. ძლიერ ხშირად ერთი და იგივე კუნთი ერთსა და იმავე დროს აგზნებას და შეკავებას განიცდის. მაგ., მოკილების რეფლექსის დროს ბაყაყზედ იშვიათი არაა, რომ m. semitendinosus-ი წმინდა შეკავების მაგიერ მცირე შეკავებულ შეკუმშვას გვაჩვენებს, სხვანაირად რომ ვსთქვათ, იგი იძლევა მცირე შეკუმშვას მნიშვნელოვანი შეკავების ფონზედ; ან კიდე m. triceps-ი წმინდა აგზნების მაგიერ ერთდროულად აგზნებით და შეკავებით უპასუხებს. ეს შეკავება შეიძლება იმდენად ძლიერი იყოს, რომ აგზნების გარეგანი ეფექტი სრულიად მოისპოს (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [1]). ასეთივე **ორნაირი ინერვაცია** კატის ორსახსრიან და ერთსახსრიან კუნთებსაც ემართება (rectus fem., gastrocn, tibialis ant, vastus medius), სახელდობრ, მოხვრის და გაშლის რეფლექსში (ნ. ვ ე დ ე ნ ს კ ი და უ ხ ტ ო მ ს კ ი [2]), გ რ ე ი მ ბ რ ო უ ნ ი [3]). მაგ., დეცერებრაციული და საზურგ-ტვინო კატის პრეპარატზედ ყველაზე უფრო ტიპიურ გამშლელის— vasto-crureus-ის ორნაირი ინერვაცია ჩვეულებრივი მოვლენაა. შეიძლება საზოგადოდ ითქვას, **რომ მიმღებელი ველის ან მგრძნობიარე ნერვის გაღიზიანების მეტისმეტად გაძლიერებისას მოქმედებაში მოდის კუნთების ორივე ანტაგონისტური ჯგუფი.** (იხ. სურ. 107).

ყველა აღნიშნულ შემთხვევაში კუნთის შეკავება ორნაირი ინერვაციის დროს. ამნაირად შეიძლება დავამტკიცოთ. ჯერ საცდელ კუნთზედ გამოიწვევა მნიშვნელოვანი სიმაღლის რეფლექსური შეკუმშვა რომელიმე სხვა მიმღებელ ველის გაღიზიანების მიერ. მერმე, ამ შეკუმშვის დროს იმ გაღიზიანებას აწარმოებენ. რომელიც მოცემულ კუნთზედ ორნაირ ინერვაციას იძლევა. თუ ამ გაღიზიანებით გამოწვეული შეკუმშვა უფრო სუსტია, ვიდრე ზემო აღნიშნული სხვა ველისგან, მაშინ კომბინაციის დროს ეს უკანასკნელი შეკუმშვა უთუოდ შემცირდება იმ ოდნობამდე, რასაც ორნაირი ინერვაცია თავისთავად გვაძლევს (იხ. სურ. 108). არსებობს აგრეთვე სხვა მტკიცებაც. ჩვეულებრივად თუ ძლიერი გაღიზიანება ორნაირ ინერვაციას იწვევს, მაშინ ხშირად გაღიზიანების შეწყვეტისას შეკუმშვა ძლიერდება (სურ. 108). ეს მოვლენა პირველად სეჩენოვმა (1869 [1]) მიიღო. მან იგი ძლიერი გაღიზიანების ხმარებისას აღმოაჩინა. მაგრამ იგი შეიძლება ვინახულოთ სუსტი ზღურბლოვანი გაღიზიანების ხმარების დროსაც (ბერიტაშვილი [1]). გრეიმ ბროუნი [2]).



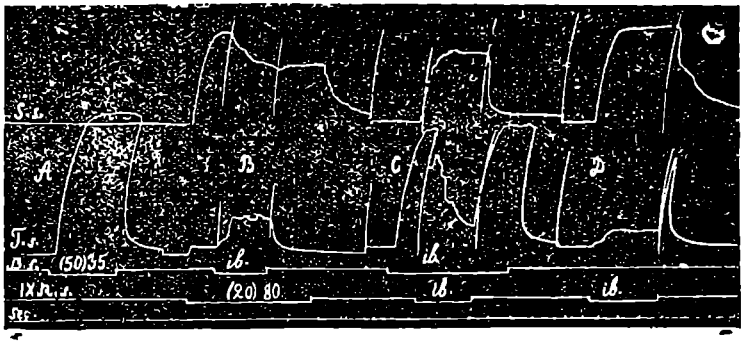
სურ. 107.

მოხვრის რეფლექსი გაღიზიანების სხვა და სხვა ინტენსიობისას. ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატი, ზემო მრუდე ეკუთვნის მომხერელს—semitendinosus-ს; ქვემო კიდე-გამშლელს triceps-ს. ღიზიანდება n. peroneus-ი. პირველ ცდაში გაღიზიანების ინტენსივობა უდრის 30 cm.-ს (კოჭთა შუა მანძილი). მეორეში კიდე ცოტა მეტია 28 cm. ამ ცდაში იკუმშება აგრეთვე triceps-ი; ამასთან semi t. იძლევა უფრო დიდს და ხანგრძლივს ეფექტს, ვიდრე პირველში (ბერიტაშვილი).

აღსანიშნავია, რომ ფსანვის რეფლექსში ორნაირი ინერვაცია რეფლექსის არსებობისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს. ამ რეფლექსში თვითეული კუნთი კლონურ, ე. ი. კბილოვან შეკუმშვას განიცდის. თვითეული კბილის შემდგომ კუნთი ბოლომდის არ მოდუნდება. მისი შეკუმშვა მხოლოდ წილობრივ სუსტდება, ასე რომ რითმული შეკუმშვა, რომელიც ფსანვას გამოხატავს, ერთნაირი მუდმივი შეკუმშვის ფონზე მიმდინარეობს. (იხ. სურ. 112). ამ მუდმივი შეკუმშვის წყალობით ფეხი რჩება გაღიზიანებულ ალაგთან დაახლოვებით. რომ კბილთა შუა წილობრივ დასუსტებისას კუნთი აგზნებასთან ერთად შეკავებასაც განიცდის, ეს ცხადლივ ჩნდება, თუ რომ ფსანვის რეფლექსს მოხვრისას შეუერთებთ. კომბინაციის დროს უკანასკნელი სუსტდება, შეკავდება ცოტაოდნაც მაინც, თვითეულჯერ კბილთა შუა მომენტში (შერინგტონი [3]).

ორნაირი ინერვაციის წარმოშობა. კუნთის ერთდროული აგზნების და შეკავების ინევრვაცია ერთი და იმავე მიზეზით არ წარმოიშვება. ზოგიერთ შემთხვევაში ორნაირი ინერვაცია დამოკიდებულია იმაზე, რომ უშუალოდ აგზნებული საკოორდინაციო აპარატის გარდა აგრეთვე სხვა რეფ-

ლექსთა საკოორდინაციო აპარატებიც მოქმედობენ. მაგ., იყო აღმოჩენილი, რომ ბაყაყის მოცილების რეფლექსში semitendinosus-ის შეკუმშვა გამოიწვევს მოხვრის საკოორდინაციო აპარატის აგზნების გამო (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი). შემდეგ კატის semitend. და vasto-crureus-ის შესახებ იყო გამორკვეული, რომ ამათი ორნაირი ინერვაცია მოხვრის და გაშლის დამცველ რეფლექსში დამოკიდებულია ლაბირინტული და კისრის ტონური საკოორდინაციო აპარატების მო-



სურათი 108.

სურ. 108. კ უ ნ თ ი ს ე რ თ დ რ ო ვ ა ნ ი ა გ ზ ნ ე ბ ა და შ ე კ ა ვ ე ბ ა. ბაყაყის სასერგ-ტენო პრეპარატი. ზემოთა მრუდე ეკუთვნის მუხლის მომხრელს—semitend.-ს, ქვემო კი—მუხლის გამშლელს—triceps-ს. ღიზიანდება n. brachialis მოცილების რეფლექსის გამოსაწვევად (ზემო სიგნალი) და მეცხრე უკანა ფესვი მოხვრის რეფლექსის (ქვემო სიგნალი) გამოსაწვევად. პირველი ცდა (A) წარმოადგენს ცალკე მოცილების რეფლექსს, მეოთხე ცდა (D) კიდე ცალკე მოხვრისას. უკანასკნელში triceps-იც შეკუმშვას იძლევა, რომელიც გაღიზიანების შეწყვეტისას ძლიერდება. მეორე და მესამე ცდაში (B და C) ორივე რეფლექსის კომბინაცია სწარმოებს. ორივე შემთხვევაში ცოტად თუ ბევრად სუსტდება არამც თუ semit.-ის შეკუმშვა, რაც მაჩვენებელია იმისა, რომ semit. შეკავდება მოცილების რეფლექსის გაულენით, არამედ triceps-ის შეკუმშვაც, რაც ცხადად უჩვენებს ამ კუნთის შეკავებას მოხვრის რეფლექსში. დრო წუთობით. (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი).

ნაწილეობაზე (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი). ეს ტონური რეფლექსები შემდეგ იქნება აღწერილი. ორნაირი ინვერვაცია ფხანვის რეფლექსში ალბად ერთი და იმაეე საკოორდინაციო აპარატის ბუნებრივ ფუნქციას შეადგენს, რადგან შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს გამოკვლევით იგი მაშინაც კი გამოიწვევა, როდესაც გაღიზიანება მინიმალურია და მოძრავი ფეხი უკანა ფესვების გადაკრით მგრძნობიერობას მოკლებულია, ე. ი. როდესაც შესაძლებელი არაა, რომ მუდმივი შეკუმშვა მეორენდელი გზით იყოს გამოწვეული [8]).

ერთი მიზეზი ორნაირი ინვერვაციისა ქვემოთ იქნება განხილული (იხ. მე-13 თავი). რადგან აგზნება შეიძლება გავრცელდეს ზურგის ტვინში საკოორდინაციო აპარატის გარეშე ორ- ნეირონიანი გზით, ამიტომ ზურგის ტვინში აგზნებულების მომატებისას ანტაგონისტური კუნთების მამოძრავებელი ნეირონები-

უნდა განიცდიდენ როგორც რეციპროკულ ინერვაციას განსაზღვრულ საკოორდინაციო აპარატიდან, ისე თანადროულ აგზნების ინერვაციას ორ-ნეირონიანი გზით. ამისდა მიხედვით საკოორდინაციო აპარატიდან შეკავებული კუნთი აგზნებასაც უნდა განიცდიდეს, რაც გარეგნულად გამოიხატება მცირე შეკუმშვით შეკავების ფონზე.

კიბოს გაზის ორნაირი ინერვაცია. ჰოფმანის[9]) გამოკვლევით კიდურთა გაზების გამღებელი კუნთების რეფლექსური ინერვაცია ნორმალურად ორნაირია. სახელდობრ, თვითეულ ცენტრალურ აქტში ოვინი იღებენ ერთი ნერვული ბოკკოს საშუალებით აგზნებას, მეორეთი კიდე—შეკავებას. მსგავსად კიბოს გაზის კუნთებისა ამ ცხოველის და საერთოდ ყველა კიბოსებური ცხოველების თვითეულ კუნთს ორ-ორი ნერვი აქვს: ერთი ამგზნებელი და ერთიც შემაკავებელი (Mangold[10]). შემაკავებელი ნერვი რომ გადაიჭრას, მაშინ ყოველ ცენტრალურ მოქმედებისას გაზის გამღებელი კუნთი მხოლოდ იკუმშება. ნორმალურ მდგომარეობაში კი ეს კუნთი რითმულ შეკუმშვას გვაჩვენებს: მორიგეობით ხან იკუმშება, ხან კი მოდუნდება. მანვე აღნიშნა, რომ ამგზნებელი ნერვის გადაჭრისას, პირიქით, გამღებელი კუნთი ყოველ ცენტრალურ მოქმედებისას შეკავებას განიცდის, იგი ამ გზით არასროდის არ შეიკუმშება. ამ ორნაირი ინერვაციის მოვლენას დიდი თეორიული მნიშვნელობა აქვს: იგი უჩვენებს, რომ **ორნაირი ინერვაციის არსებობა მისი უმაღლესი ფორმითაც კი მამოძრავებელი ორგანოს მიზანშეწონილ მოქმედებისათვის დაბრკოლებას არ წარმოადგენს.**

კიბოსებრი ცხოველების კუნთის რეციპროკული ინერვაცია არ შეადგენს ცენტრალური ნერვული სისტემის უჯრედების ფუნქციას. როგორც ზემოთ იყო ნაჩვენები, ამ უჯრედული ელემენტების მოშორებით კოორდინაციული მოქმედება არ ისპობა. იგი სრულიად ნორმულად სწარმოებს (Bethe[11]). ამასთან ისიც იყო დამტკიცებული, რომ გაზის გახსნა და დაკეტვა არ შეადგენს ც. ნ. ს.-ის ნერვულ ბოკკოთა ბადის ანუ ნეიროპილის ფუნქციას. ცნობილია, რომ ორგანიზმს მოშორებული კიდური არაა მოსპობილი კოორდინაციის უნარს: ასეთ გამოცალკევებულ კიდურზე ნერვების სუსტი გაღიზიანება იწვევს გაზის გახსნას, ძლავრი გაღიზიანება კიდე მისი მოკუმვას. დამტკიცებული იყო, რომ ეს კოორდინაციული მოძრაობა გაღიზიანების ინტენსივობის მიხედვით დამოკიდებულია ამგზნებელი და შემაკავებელი ნერვის საზღვრბლე გაღიზიანების სხვადასხვაობაზე. გამხსნელი კუნთის ამგზნებელი ნერვული ბოკკო სუსტი გაღიზიანების მიერ მოდის მოქმედებაში, შემაკავებელი კი მძლავრი გაღიზიანების მიერ. პირიქით გაზის დამკეტავი კუნთის ამგზნებელი უფრო მძლავრი გაღიზიანებით მოდის მოქმედებაში, ვიდრე მისი შემაკავებელი. ასე ხდება როგორც კიდურის ნერვების პირდაპირ გაღიზიანებისას, ისე ნერვული კვანძების საშუალებით. როდესაც პერიფერიიდან სუსტი აგზნება შედის ნერვულ კვანძში, მაშინ მოქმედებაში მოდის გამხსნელი კუნთის ამგზნებული და დამკეტავის შემაკავებელი. უკეთმა ხდება მძლავრი პერიფერიული აგზნებისას. რომ ეს კოორდინაციული მოძრაობა ამ მამოძრავებელი ნერვების ფუნქციას შეადგენს, სჩანს იქიდან, რომ კუნთების ჰისტოლოგიურ გამოკვლევისას არ იყო აღმოჩენილი ნერვული კვა-

ნძები ან და ანასტომოზები ამგზნებელ და შემაკავებელ ნერვებს შორის (Mangold[10]). ამნაირად შეიძლება ითქვას, რომ **კიბოსებრ ცხოველთა კუნთების რეციპროკული ინერვაცია პერიფერიული მამოძრავებელი ნეირონების ფუნქციაა შედგენს, ცენტრალური ნერვული სისტემა კი მხოლოდ გაატარებს ამ ნეირონებისაკენ იმ აგზნებას, რომელსაც იგი პერიფერიულ მგრძნობიარე აპარატიდან მიმღებლობს.** თუმცა კიბოს ცენტრალური ნერვული სისტემა რეციპროკულ ინერვაციებს არ წარმოშობს, მაგრამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ იგი არაევითარ კოორდინაციულ როლს არ თამაშობს. მის როლს შეადგენს პერიფერიული აგზნების გადაცემა ერთ რომელიმე კიდურისაკენ და მასთან განსაზღვრული გზით და განსაზღვრული ინტენსიეობით.

პრაქტიკული.

დადასტურებაორნაირი ინერვაციისა იმავე გზით უნდა სწარმოებდეს, როგორც საერთოდ რეციპროკული ინერვაციისა. მიოგრაფიული მეთოდით დასწერენ საზურგტვინო ბაყაყის ანტაგონისტურ წყვილს: Semitendinosus და triceps fem. ცდას აწარმოებენ ისე, როგორც მე-108 სურათზეა ნაჩვენი. გასალიზიანებლად იღებენ n. superficialis-ს, რომელიც უფრო გაშლის რეფლექს იძლევა. და n peroneus-ს, რომელიც პირიქით უფრო მოხვრის რეფლექსს მოიცემა. შეიძლება აღებული იყოს n. cutaneus femor. lat. ან n brachialis და n. peroneus-ი. შეშესაძლებელია აგრეთვე რასაკვირველია ხმარებული იყოს, როგორც მე-108 სურათზეა, მეცხრე უკანა ფესვი და n. brachialis-ი.

ლიტერატურა.

1. J. Beritoff, Тр. Петр. Общ. Естеств. 1913, 42, вып, 4 гр, 267; Pfl. Ar., 1913, 151, 171.
2. А. Введенский და Ухтомский, Раб. Физиол. Лаб Петр. Универс., 1908, 8, 145.
3. Graham Brown. Q. J. Exp. Physiol., 1911,4, 331; 1912, 5, 237.
4. И. Сеченов, Об электр. и химич. раздр. чувств. спинно-мозг. нервов лягушки. 1868. Петербург.
5. C. Sherrington, Int. Act. Ner. Syst. 1906.
6. J. Beritoff, Изв. С Петерб. Бюл. Лаб., 1912, 12.
7. J. Beritoff, Quart. Jour. Exp. Physiol., 1915, 9, 199.
8. C. Sherrington და S. C. M. Sowton, Proc. Roy. Soc., 1911, 83, 435.
9. P. Hoffmann, Z. Biol., 1914, 63, 411.
10. Mangold, Z. allg. Physiol., 1905, 5, 135.
11. A. Bethe, Allg. Anat. u. Physiol. d. Nervensystems. 1903.

9. რეციპროკული აგზნების და შეკავების პროცესი.

საგზნებო პროცესის რითმული ბუნება. აგზნება ც. ნ. ს.-ში, როგორც თვითეულ ცოცხალ ქსოვილში, რითმულად უნდა მიმდინარეობდეს. შაშასადამე, ც. ნ. ს.-ც გაღიზიანებას „ან სულ, ან არაფრის" კანონის მიხედვით უნდა უპასუხებდეს, ე. ი. თვითეულ საგზნებო პროცესს უნდა სდეედეს ჯერ აბსოლუტური, მერე შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზა.

რეფრაქტორული ფაზის არსებობა ც.ნ. ს.-ში ნათლად შეიძლება გამოვაჩინოთ მხოლოთ მაშინ, თუ რომ პირველი გაღიზიანება **მთ„ლს** რეფლექსურ აპარატს მაქსიმალურად ამოქმედებს. ნორმალურ პირობაში ეს სრულიად მიუწდომელი რამ არის. ხოლო სტრიქნინით მოწამვლისას, როდესაც ც. ნ. ს.-ის აგზნებულება საზოგადოდ მეტის-მეტად აწეულია, მაშინ საესებით შეაძლებელი ხდება მთელი ცენ. ნერ. სისტემის აგზნება და მაშასადამე, რეფრაქტორული ფაზის გათვალისწინება. როგორც ეს პირველად ვ ე დ ე ნ ს კ ი მ[1]) დამტკიცა, ამ შემთხვევაში ც. ნ. ს. სრულებით ემსგავსება თავისი მოქმედებით ნერვ-კუნთის პრეპარატს. ც. ნ. ს.-ის მოქმედების ინტენსივობა სწორედ ისე იცვლება გაღიზიანების სიხშირისა და ინტენსივობის მიხედვით, როგორც ეს ნერვ-კუნთის პრეპარატის მიმართ ენახეთ: ძლიერი ან ხშირი ინდუქციის კვეთებებით გაღიზიანება იძლევა მცირე, პესიმალურ ეფექტს, სუსტი და იშვიათი კი—ოპტიმალურს. რომ ეს პესიმალური ეფექტი არაა დამოკიდებული კუნთის ან მამოძრავებელ ნერვის მოქმედებაზე, არამედ თვითონ ც. ნ. ს.-ზე, სჩანს იქიდან, რომ პესიმალური ეფექტის დროს ნერვ-კუნთი არ განიცდის პესიმალურ მდგომარეობას. მათი პირდაპირი გაღიზიანებით შეიძლება მაქსიმალური ეფექტი გამოვიწვიოთ. რომ აღნიშნული მოვლენა არ შეიძლება მიეწეროს აგრეთვე გაღიზიანებულ მგრძნობიარე ნეირონსაც, ამას ამტკიცებს შემდეგი ფაქტი: პესიმალური ეფექტი ადვილად იწვევა იმ პირობაშიაც, როდესაც ორი ნერვის ტეტანურ გაღიზიანებას ერთად აწარმოვებენ. თვითეულის გაღიზიანება ოპტიმალურ ეფექტს იძლევა, ერთად კი—პესიმალურს. ამ შემთხვევაში ცხადია, პესიმალური ეფექტი ც. ნ. ს.-ის მოქმედების შედეგი უნდა ყოფილიყო, ვინაიდგან ორივე ნერვი ერთი ერთმანეთიდან დამოუკიდებლად მოქმედობს (ვ ე დ ე ნ ს კ ი[1]).

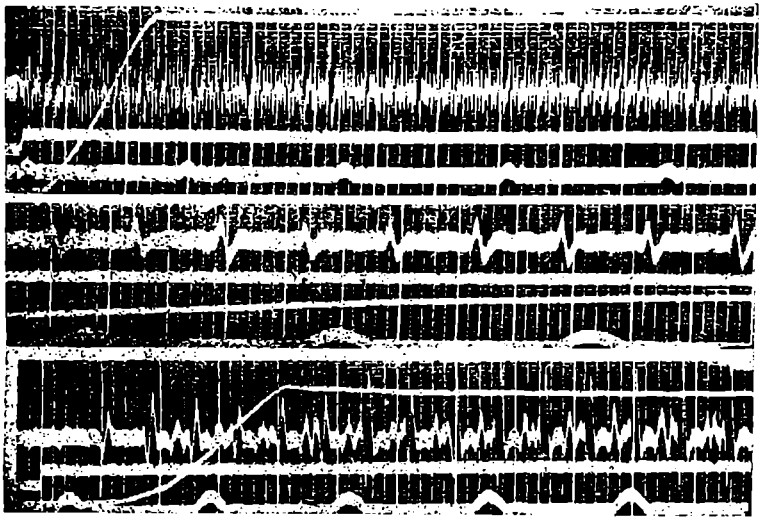
ამნაირად, **ხტრიქნინით მოწამლულ. ცენ ნერ. ს.-ის მოქმედების ინტენსივობა—პესიმალურ-ოპტიმალური მდგომარეობა,** მსგავსად ნერ-კუნთის პრეპარატისა, **დამოკიდებულია იმაზე, თუ რანაირი სიხშირისაა გაღიზიანებისგან გამოწვეული ცენტრალურ იმპულსთა რითმი; როდესაც თვითეული იმპულსი რეფრაქტორული ფაზის შემდეგ მოდის, მაშინ ეს მოქმედება ოპტიმალური უნდა იყოს, როდესაც კიდე იგი რეფრაქტორული ფაზის დროს მოდის, მაშინ—პესიმალურია.** ეს დასკვნა ვ ე დ ე ნ ს კ ი ს კი არ ეკუთვნის. მან ისეთი ახსნა მოგვცა, როგორიც მის პარაბიოტულ თვალთსაზრისს შეეფერებოდა. რეფრაქტორული ფაზის მნიშვნელობის გამოკვლევა ტ ი დ ე მ ა ნ ი ს[2]), ფ რ ი ო ლ ო ხ ი ს[3]) და ს ა ტ ა კ ე ს[4]) საქმეა.

შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი [5]) ასე შეეცადა ც. ნ. ს. რეფრაქტორული ფაზის გამორკვევას; ცდების ერთ წყებაში იგი აღიზიანებდა მგრძნობიარე ნერვს ორჯერ ზედიზედ და რეფლექსურ ეფექტს კუნთის საშუალებით შეისწავლიდა (დეცერებრაციული ძაღლი). აღმოჩნდა, რომ მეორე გაღიზიანება ეფექტს მაშინ მხოლოდ არ იწვევს, როდესაც ინტერვალი ერთს სიგმაზე ცოტა ნაკლებია; მეორე ცდების წყებაში ავტორი ზედიზედ ორს მგრძნობიარე ნერვს ერთ მიმღებელ ველიდან აღიზიანებდა: ჯერ ერთს, მერე მეორეს. მეორე ნერვის გაღიზიანება გამოიწვევდა ეფექტს ყველანაირ ინტერვალისას. მაგრამ ამ ცდებიდან არავითარი დასკვნის გამოყვანა არ შეიძლება. მთავარი საკითხის შესახებ, რადგან არაა დაცული ცდების არსებითი პირობა: პირველი გაღიზიანება არ ამოქმედებს მთელ ცენტრალურ ნერვულ სისტემას, რომ ამის გამო მეორე გაღიზიანებამ აღარ გამოიღოს თავისი ეფექტი. პირველ წყებაშიაც საკმე ისეა დაყენებული, რომ აღნიშნული ინტერვალი, რომლის შემცირებით მეორე გაღიზიანება ეფექტს აღარ იწვევს, ც. ნ. ს.-ის რეფლექსური მდგომარეობის გამომხატველად არ უნდა ჩაითვალოს. ეს უფრო გაღიზიანებული მგრძნობიარე ნერვის ღეროს უნდა ეკუთვნოდეს.

შემდეგში **შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს** წესით ისარგებლეს **ა დ რ ი ე ნ მ ა** და **ო ლ მ ს ტ ე დ მ ა** (Adrian და Olmsted [5]). ისინი აღიზიანებდენ კატაზე მგრძნობიარე ნერვს ორი ზედიზედ მომდევნო ინდუქციის კვეთებით მოხერის მიმღებელ ველიდან და კიმოგრაფზე სწერავდენ მომხვრელის ეფექტს. სულ მცირე ინტერვალი, რომელიც სუმაციურ ეფექტს იძლეოდა, 0,0019 წუთს უდრიდა. მაგრამ ამ ფაქტიდან არ შეიძლება დაესკვნათ, რომ ეს ინტერვალი საკორდინაციო აპარატის აბსოლუტური რეფრაქტორული ფაზის ხანგრძლიეობას უდრის. როგორც **შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს** ცდაში ეს დრო მგრძნობიარე ნერვის აბსოლუტური ფაზის ხანგრძლიეობას უნდა გამოხატავდეს.

სააგზნებო იმპულსის ხანგრძლიეობა და აგზნების რითმი. აქნობამდის ც. ნ. ს.-ის სააგზნებო პროცესი შეისწავლებოდა ისეთი გარეგან ეფექტების საშუალებით, როგორიცაა კუნთის და მამოძრავებელი ნერვის რეფლექსური ელექტრული ეფექტი. ამის გალვანომეტრული რეგისტრაცია, რასაკვირველია, ნებას არ გვაძლევს პირდაპირ საკითხი გამოვარკვიოთ. მაგრამ ერთგვარ შეძლებას კი იგი მოიცემა. ნერვის და კუნთის უმაღლესი რითმი განისაზღვრება, როგორც უკვე ვუწყით, მათი აგზნების პროცესის ხანგრძლიეობით, ანუ აბსოლუტურ რეფრაქტორული ფაზის ხანგრძლიეობით, რომელიც თანასდევს აგზნების პროცესს. მაშასადამე, ც. ნ. ს.-ის უმაღლესი რითმიც მისი აგზნების ხანგრძლიეობით უნდა განისაზღვრებოდეს. ამ რითმის ოდნობის გამორკვევა კი ნერვის და კუნთის საშუალებით ცოტად მაინც შესაძლებელი რამ არის. ც. ნ. ს.-ის უმაღლესი რითმი ბევრნაირად იყო გამოკვლეული. სხვადასხვა ავტორებისგან აღმოჩენილი იყო, რომ კუნთი რეფლექსური თუ ნებითი ტეტანური შეკუმშვის დროს სხვადასხვა აგზნების რითმს იძლევა და ამ რითმის ოდნობამ შეიძლება კუნთის საკუთარი რითმის ოდნობამდე მიახწიოს. მაშასადამე, ეს რითმი შეიძლება ბაყაყის კუნთში 150—250-მდე წუთში აიდეს, თბილ სისხლიან ცხოველთა კუნთში კი 300-ზედ მეტიც გახდეს. აქ მთავარი საკითხი ის არის, თუ ეს რითმი რამდენად შეუფარდდება იმ ცენტრალური ინერვაციის რითმს, რომელიც კუნთის მოქმედებას იწვევს. ზოგიერთის აზრით (**ვ ე დ ე ნ ს კ ი** [6]), **ბ ი უ კ ე ნ ნ ი** [7]), **გ ა რ ტ ე ნ ი** [8]), კუნთის აგზნების რითმი ისე უნდა მიეიღოთ. როგორც კუნთის საკუთარი რითმი, როგორიც ძლიერ ხშირი ინდუქციის კვეთებათაგან ან ძლიერი გალვანურ დენისგან გამოიწვევა. მაშასადამე, ამ ავტორების აზრით ცენტრალური ინერვაციის რითმი მუდამ უფრო მეტია, ვიდრე ის,

რომელსაც კუნთი იძლევა მისი ფუნქციური მდგომარეობის მიხედვით. სხვა ავტორთა აზრით, კუნთის აგზნების რითმი სრულიად გამოსატავს ცენტრალური ნერვული სისტემის აგზნების რითმს (ჰიპერი [9]), ჰოფმანი [10]), დიტლერი და გარტენი [11]). ამ ახრივ მეტადრე შესანიშნავია დიტლერის და გარტენის საერთო დაკვირვება. სახელდობრ, მათ შეადარეს n. phrenicus-ის



სურ. 109.

სურ. 109. კუნთის აგზნების რითმი რეფლექსური შეკუმშვისას (მოხვრის რეფლექსი) და მისი დამოკიდებულება გაღიზიანების სიხშირისა და ინტენსიობაზე. კატის დეცერებრაციული პრეპარატი, Semitendinosus-ის მოკმედების ელექტროდენი ეინთჰოვენის გალვანონეტრით. ღიზიანდება n. peroneus ინდუქციის კვეთებით. სურათზე მოყვანილია აგრეთვე კუნთის მექანიკური ეფექტი (ურხევი მრუდე). პირველ ცდაში გაღიზიანების რითმი 200-ია წუთში, მოკმედების დენიც ამ რითმისაა. მეორე ცდაში გაღიზიანების რითმი 16-ია წუთში, მოკმედების დენის რითმიც ასეთია. მესამე ცდაში გაღიზიამების რითმი იგივეა, ხოლო მისი ინტენსიობა მეტია, რის გამო აგზნების რითმიც მეტია: თვითეული ინდუქციის კვეთება რამდენიმე იმპულსს იწვევს: სამიდან ოთხამდე. დრო აღინიშნება წუთის მეხუთედით (ბოლო ხაზი). ელექტროგრამის ქვეშ ხაზი გაღიზიანების სიგნალს ეკუთვნის (ბერიტაშვილი).

აგზნების რითმი შეესაბამება რითმთან (ძაღლი, შინაური კურდღელი) შესუნთქვის დროს და აღმოჩნდა, რომ კუნთს და მის მამოძრავებელ ნერვს სრულიად ერთი და იგივე რითმი აქვს. სხეულის ტემპერატურის შეცვლისას ორივეს რითმი ერთნაირად იცვლებოდა. მაგ., როცა t^0=38 C, მაშინ ორივეს რითმი 110—140-ს უდრიდა, როდესაც კიდე t^0=28°C, მაშინ ორივეს რითმი მცირდებოდა

50-მდე. ეს ცვლილება უეჭველია ცენტრალური იყო, რადგან მარტო ნერვი რომ გაეცივებულიყო თუნდაც 23°C-მდე დიაფრაგმის აგზნების რითმი მაინც საერთო სხეულის ტემპერატურას შეუფარდდებოდა.

არსებობს აგრეთვე მესამე ახსნაც, რომელიც იმ ორ ზემომოყვანილს აერთებს, ერთიერთმანეთს უთანხმებს. სახელდობრ. ამ ახსნით, **უველა იმ შემთხვევებში, როდესაც კუნთის ცენტრალური აგზნების რითმი მის საკუთარ რითმზე ნაკლებია, მაშინ შეიძლება პირველი სრულებით გამოხატავდეს ცენტრალური ინერვაციის რითმს.** პირიქით, **როდესაც კუნთის რითმი უახლოვდება მის საკუთარ რითმს, მაშინ იგი შეიძლება ცენტრალური ინერვაციის რითმზედ ნაკლები იყოს** (ბერიტაშვილი [12]). პირველად პ. ჰოფმანმა სიმის გალვანომეტრის საშუალებით დაგვანახა, რომ ბაყაყის კუნთის რეფლექსური აგზნების რითმი დამოკიდებულია მგრძნობიარე ნერვის გაღიზიანების სიხშირეზე. მან გვაჩვენა, რომ ეს რითმი შეიძლება სრულებით წესიერად გაღიზიანების რითმისა იყოს. უფრო დაწვრილებითი გამოკვლევიდან ვიცით, რომ მოხვრის დამცველი რეფლექსის დროს მომხვრელი კუნთის აგზნების რითმი ბაყაყზედ (semitendinosus, sartorius) 20-დან 200-მდე იცვლება, კატაზედ კიდე 300-მდე, რომ ეს რითმი გაღიზიანების სიხშირეზე და ინტენსიურობაზე მეტად ძლიერაა დამოკიდებული. მაგ., როდესაც გაღიზიანების რითმი წუთში 20—30-ია, მაშინ კუნთის აგზნების რითმიც შეიძლება 20—30-ს არ აღემატებოდეს. გაღიზიანების სიხშირის მომატებისას, აგზნების რითმიც მატულობს. (ბერიტაშვილი [12]). (იხ. სურათი 109).

ამ ფაქტებიდან ცხადი უნდა იყოს, რომ **როდესაც გაღიზიანების რითმი კუნთის საკუთარ რითმზე ნაკლებია, და კუნთის აგზნება გაღიზიანების რითმს შისდევს, მაშინ ცენტრალური ინერვაციის რითმი სწორედ ისეთივე უნდა იყოს, როგორსაც კუნთი იძლევა. რახაკვირველია, იმ შემთხვევაში, როდესაც გაღიზიანების რითმი კუნთის საკუთარ რითმს აღემატება და კუნთი ამას საკუთარი რითმით უპასუხებს, მაშინ კუნთის აგზნების რითმი ცენტრალური ინერვაციის რითმს არ უნდა გამოჰხატავდეს.**

ეს დებულება ფაქტიურად დამტკიცდა სულ უკანასკნელი წლების გამოკვლევით. ერთმა მკვლევარმა ათანასიუმ მოახერხა თვით ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედების ელექტროდენის გამოკვლევა სიმის გალვანომეტრით [12]). იგი შეისწავლიდა ძაღლის და ზღვის თაგვის ზურგის ტვინის ელექტრულ ეფექტს, რომელიც ზურგის ტვინის სპონტანური მოქმედებისას იწვეოდა. ელექტრული ეფექტის რხევა წუთში 300-დან 550-მდე ადიოდა. აქედან ცხადია, რომ თბილსისხლიან ცხოველთა ზურგის ტვინში აგზნების რითმი 550-ს აღწევს. მაშ., იგი უდრის ნერვული ბოჭკოს აგზნების უმაღლესს რითმს. იგივე ავტორი იმავე მეთოდით შეისწავლიდა აგრეთვე კუნთის აგზნების რითმს ნებით მოძრაობაში და მან აქ ისეთივე შედეგები მიიღო, როგორც სხვა ავტორებმა: კუნთის რითმი აღმოჩნდა არა უმეტეს 290 წუთში [11]).

აქედან ცხადია, რომ ცენტრალური ნერვული სისტემის სააგზნებო პროცესის ხანგრძლივობა არ უნდა იყოს უფრო მეტი, ვიდრე ჩონჩხის კუნთში. თუ

თბილ სისხლიან ცხოველებზე ც. ნ. სისტემის აგზნების რითმი მისი რეფლექსურ მოქმედებისას წუთში 550-ს აღწევს. უეჭველაა, ც. ნ. ს.-ის აგზნების ხანგრძლივობა არ უნდა აღემატებოდეს წუთის $^1/_{550}$, ე. ი. 2,0 სიგმას. როდესაც კუნთის აგზნების რითმი რეფლექსური ან ნებითი მოძრაობის დროს კუნთის საკუთარ რითმს უდრის, ცხადია, მაშინ კუნთი უნდა იღებდეს ცენტრებიდან უფრო ხშირ სააგზნებო იმპულსს, ვიდრე იგი იძლევა.

რომ მართლაც ზოგჯერ კუნთი ღებულობს ც. ნ. ს.-დან უფრო მეტი რითმის სააგზნებო იმპულსებს, ვიდრე თვითონ იძლევა, ეს ნათლად სჩანს ვ ე ს ც ი ს [13]) შემდეგ ცდიდან. იგი სიმის გალვანომეტრით შეისწავლიდა ნერვის მოქმედების დენს ბაყაყის პრეპარატზედ ამ უკანასკნელის სტრიქნინით მოწამლის შემდგომ. კრუნჩხვის დროს, რომელიც პერიოდულად ბაყაყს ემართება, ნერვის აგზნების რითმი—მოქმედების ელექტროდენისა—წუთში 400-მდე ადიოდა, როდესაც ამავე კრუნჩხვის დროს კუნთის აგზნების რითმი 90-ს არ აღემატება. ცხადია, ამ შემთხვევაში კუნთის რითმი ცენტრალური ინერვაციის რითმს კი არ გამოსატავდა, არამედ თავის საკუთარ რითმს, რომლის ასეთი სიმცირე კუნთის ფუნქციურ მდგომარეობაზე (დაღლილობა) იყო დამოკიდებული. ამასთან აღნიშნული ცდა გვიმტკიცებს, რომ ბაყაყის ტვინის თვითეული სააგზნებო პროცესი არ უნდა გრძელდებოდეს 2,5 სიგმაზე მეტ ხანს; მაშასადამე, იგი არ უნდა აღემატებოდეს ნერვის ღეროს სააგზნებო პროცესის ხანგრძლივობას.

ამნაირად, **ცენტრალური რეციპროკული აგზნების იმპულსის ხანგრძლივობა არ უნდა იყოს ნერვის ღეროსაზე უფრო დიდი.** ამისდამიხედვით **რეციპროკული აგზნების რითმი ძლიერ ფართოდ უნდა იცვლებოდეს, რაც უნდა იყოს საკოორდინაციო აპარატის ფუნქციურ მდგომარეობაზე და გაღიზიანების სიხშირე—ინტენსივობაზე დამოკიდებული.**

ერთხელობრივ გაღიზიანების რითმული ეფექტი. როდესაც მგრძნობიარე ორგანოს გაღიზიანების სიხშირე შედარებით მცირეა წუთში 50-მდე ინდუქციის კვეთება, მაშინ ჩვეულებრივ თითო გაღიზიანება თითო ინდუქციის კვეთება—ერთ სააგზნებო იმპულსკი არ იწვევს კუნთში, არამედ ზედიზედ რამდენიმეს. ამ იმპულსთა რიცხვი დამოკიდებულია საკოორდინაციო აპარატის ფუნქციურ მდგომარეობაზე. რაც უფრო დიდია ამ აპარატის აგზნებულობა და საზოგადოდ მისი მოქმედების უნარი, მით უფრო მეტია კუნთის აგზნების იმპულსთა რიცხვი. თვითეულ იმპულსთა ჯგუფში, რომელიც ერთი გაღიზიანებისაგან იწვევა, პირველი იმპულსი ყველაზე დიდია, მის შემდეგ მომდევნო იმპულსების ინტენსივობა კი თანდათან მცირდება (იხ. სუდ. 109, 3). მაშასადამე, **ცენ. ნერ. სისტემა თითო გაღიზიანებას უპასუხებს სააგზნებო იმპულსის მთელი წყებით** (Hoffmann [16], ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [12]).

„ან სულ, ან არაფრის" კანონის საფუძველზედ არ შეიძლება მივიღოთ, რომ რომელიმე ცენტრალური ელემენტი თითო გაღიზიანებას რამდენიმე იმპულსით უპასუხებს. ეს იმას აღნიშნავდა, რომ პირველი მისი იმპულსი არ გამოხატავს მთელი პოტენციურის მარაგის დახარჯვას, რომ ნაწილი მისი ხელახლად იხარჯება პირველზედ მიყოლებით. ამასთან, იგივე უჩვენებდა იმას, რომ მეორე სააგზნებო იმპულსი წარმოიშო უმიზეზოდ გაუღიზიანებლად, რად-

ჯან გაღიზიანება ფაქტიურად ისპობა უფრო ადრე, ვიდრე პირველი ეფექტი. აქედან ცხადია, რომ **აღნიშნული რითმული ეფექტის საგზნებო იმპულსები სხვადასხვა ცენტრალური ელემენტებიდან უნდა სწარმოებდეს, ანუ სხვადა სხვა საკოორდინაციო ნეირონებიდან.** ამ იმპულსების სხვადასხვა დროის მსელელობა კიდე დამოკიდებული უნდა იყოს პირველად ყოელისა იმაზე, რომ უფრო მეტად აგზნებულ საკოორდინაციო ნეირონთა ჯგუფიდან აგზნება უფრო ჩქარა გადავა მამოძრავებელ ნეირონებზე, ვიდრე ნაკლებ აგზნებულთა ჯგუფიდან. (დაწვრილებით ამის შესახებ იხ. ქვემოთ). საკოორდინაციო ნეირონი რაც უფრო მეტ აგზნებულ მგრძნობიარე ბოკკოების გავლენას განიცდის, მით უფრო მალე აღმოცენდება მასში აგზნება და მით უფრო მალე გარდაეცემა ეს უკანასკნელი მამოძრავებელ ნეირონებს. ამას გარდა დიდი მნიშვნელობა აქვს მეორეულ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებას. პირველი ცენტრალური იმპულსების შემდეგ, რომელნიც გარეგანმა გაღიზიანებამ გამოიწვია, უნდა აღმოცენდნენ ახალი იმპულსები პროპრიოცეპტული გაღიზიანების გავლენით.

სურათი 110.

სურ. 110. რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ო ნ ი შ ე მ დ ე გ მ ო ქ მ ე დ ე ბ ი ს რ ი თ მ ო ლ ი ბ უ ნ ებ ბაყაყის საზურგტვინო პრეპარატი. წელის უკანა ფესვები ყველა ჯადაკრილია. ე ი ნ თ ჰ ო ვ ე ნ ი ს გალვანომეტრით იწერება semitendinosus-ის ელექტრული ეფექტი. მოყვანილია მექანიკური ეფექტიც (ურხევი მრუდე). ინდუქციის კვეთებით (წუთში 50) ღიზიანდება მერვე უკანა ფესვი. სასიგნალო ხაზის აწევა გაღიზიანების შეწყვეტას უჩვენებს. მისი დასაწყისი არაა მოყვანილი. შემდეგმოქმედება ბოლომდე არაა მოცემული. დრო წუთის მეათედობით (ქვემო ხაზი) (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი).

რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ო ნ ი შ ე მ დ ე გ მ ო ქ მ ე დ ე ბ ი ს რ ი თ მ ო ლ ი ბ უ ნ ებ ა. ზემო აღნიშნული გარემოება პირობადებს იმ მოელენას, რომ რეფლექსური მოქმედება ჩვეულებრივად არ თავდება მაშინვე ხანგრძლივი ტეტანური გაღიზიანების შეწყვეტისას, როგორც ეს ნერვ-კუნთის პრეპარატში ხდება. როგორც ვიცით, მუდამ გაღიზიანების შემდეგ რეფლექსური მოქმედება გრძელდება კიდევ რამდენიმე ხანს. ეს ხანი შეიძლება რამდენიმე წუთს და წამსაც უდრიდეს. **მთელი რეფლექსური შემდეგმოქმედების დროს ც. ნ. ს. რითმულ აგზნებას განიცდის.** ეს სჩანს იქიდან, რომ კუნთი მთელი შემდეგმოქმედების განმავლობაში იმპულსთა მთელ რიგს ღებულობს სწორედ ისეთივე პერიოდული მიმდინარეობით, როგორც გაღიზიანების დროს. ხოლო ამ იმპულსთა ინტენსივობა და რითმი ჯერ მაღალია, როგორც გაღიზიანების დროს. და მერე თანდათანობით კლებულობს (იხ. სურ. 110).

პროპრიოცეპტული გაღიზიანების მოსპობისას უკანა ფესვების გადაპრის საშუალებით რეფლექსური შემდეგმოქმედება კიდევაც დიდხანს გრძელდება. ეს იმას უჩვენებს, რომ შემდეგ მოქმედების დროს აღმოცენებული აგზნებათა რიგი არაა დამოკიდებული მარტო მეორედ გაღიზიანებაზე. მე-110 სურათზე მოცემული შემდეგმოქმედება სწორედ უკანა ფესვების ვადაპრის შემდეგ არის მიღებული (ბერიტაშვილი[17]).

შეკავების რითმული ბუნება. რეციპროკული შეკავება თავისებურ აქტიურ პროცესად ესაანით, რომელიც სააგზნებო პროცესის მოპირისპირე უნდა იყოს. ამასთან იყო დამტკიცებული, რომ აგზნება და შეკავება ერთი და იმავე პოტენციურ მარაგიდან მოითხოვენ საჭირო ენერგიას. შესაფერად ამისა შეკავება სწორედ ისევე რითმულად უნდა მიმდინარეობდეს, როგორც აგზნება. ეს ექსპერიმენტალურად იყო დამტკიცებული სიმის გალვანომეტრის საშუალებით (ბერიტაშვილი[18]). აღმოჩნდა, რომ შეკავების რითმი სწორედ ისე ცვალებადობს გაღიზიანების სიხშირისა და ინტენსივობის მიხედვით, როგორც აგზნების რითმი: 20-დან 300-მდე და მეტიც. მაშასადამე, თვითეული შეკავების იმპულსის ხანგრძლივობაც ისეთი მცირე აღმოჩნდა, როგორც რეციპროკული აგზნების. ამასთან იყო ნაჩვენები, რომ თვითეული გაღიზიანება, ე. ი. თვითეული გამაღიზიანებელი ძალის ცვლილება, ერთს შემაკავებელ იმპულს კი არ გამოიწვევს, არამედ მსგავსად აგზნებისა რამდენიმე იმპულსს: ორ-სამს და მეტსაც ზედიზედ, ხოლო ინტენსივობის თანდათან შემცირებით.

შეკავების გამოკვლევა. შეკავებისას კუნთი საკუთარ ელექტრულ ეფექტს არ იძლევა. როგორც ზევით იყო ნაჩვენი, რეციპროკული შეკავებისას მამოძრავებელი ნეირონის ცენტრალური ნაწილი იმნაირ მდგომარეობაში მოდის, რომ მის საშუალებით აგზნების გადაცემა კუნთში შეუძლებელი ხდება. მაშასადამე, შეკავებისას მამოძრავებელი ნერვი და კუნთი არავითარ განსაკუთრებულ პროცესს არ უნდა განიცდიდეს. შეკავების რითმული ბუნება შესწავლილი იყო ამნაირად: ერთს რომელიმე კუნთში რეფლექსურ აგზნებას გამოიწვევდნენ და შემდეგ მის ცვლილებას შეკავების დროს იკვლევდნენ. ვთქვათ, ბაყაყზედ მოხვრის მიმღებელი ველის გაღიზიანებით (ინდუქციური კვეთებანი) გამოიწვიეს semitendinosus-ის შეკუმშვა. გაღიზიანების რითმი რომ 100—150 უდრიდეს, მაშინ მის შესაფერად აგზნების რითმიც 100—150 მიაღწევს. თუ ამ შეკუმშვის დროს გავაღიზიანეთ (ინდუქციურ კვეთებებით) მოცილების მიმღებელი ველი, მაშინ ეს კუნთი შეკავდება: მისი მექანიკური ეფექტი ან დასუსტდება ან სრულიად მოისპობა. მექანიკური ეფექტის დასუსტების დროს რომ მოქმედების ელექტროდენთა მსვლელობა გამოვიკვლიოთ, აღმოჩნდება, რომ ეს ელექტროდენები ყველა ერთნაირად კი არ სუსტდება, არამედ მხოლოდ ზოგიერთი მათგანი ერთი და იმავე ინტერვალის შემდეგ. ეს ინტერვალი უდრის მოცილების მიმღებელი ველის გაღიზიანებათა ინტერვალს, ე. ი. ინდუქციურ კვეთებათა ინტერვალს. მაგ., მოცილების ველი რომ ღიზიანდებოდეს 30-ჯერ წუთში, მოქმედების ელექტროდენთა, ე. ი. აგზნების რითმი, კიდე მოხრის რეფლექსში წუთში 150 უდრიდეს, მაშინ აგზნების იმპულსთა შესუსტება მხოლოდ წუთის $^1/_{30}$ ინ-

ტერვალით მოხდება. ამასთან, თუ მოცილების ველის გაღიზიანება მცირე ინ-

სურ. 111.

სურ. 111. შეკავების რითმული მიმდინარეობა. ბაყაყის სახურავ-ტვინი პრეპარატი: Semitendinosus-ის მოქმედების დენი. ეინთოვენის გალვანომეტრი. იგი იწვევს n. peroneus-ის გაღიზიანებით (მიბმული რეფლექსი) მეორე სასიგნალო ხაზი მოქმედების ელექტროდების ქვეშოთ, მარცხნა მხოლოდ დასაწყისი) და „შეკავება რითმულად n. ischiadicus-ის გაღიზიანებით (მოცილების რეფლექსი, პირველი სასიგნალო ხაზი მოქმედების ელექტროდების ქვეშოთ). ბრუნვა ერთი, წუთში 30, ნაჩვენებია სტრაბის ზემოთ რიგითი ხაზით. იგი იწერება ასევე პირველად წრეში „ფეხბილოა" ელექტრო-მაგნიტური სიგნალი, რომელიც ეძლევა სწორედ იმავე რიგით ირხვევა, რა რიგითაც ბალანსირი დენი სუფდება პირველად წრეში. ელექტრო-მაგნიტის ხმელი იწერება ფოტოგრაფიულად გალვანომეტრის სიმთან ერთად. ანალოგიურ მაგალითები ერთ გაღიზიანებათა მოქმედებებიანი, ისე მათი ფიზიოლოგიური მოქმედება. თვალსაჩინო სასიგნალო ხაზის დაწერა ორეულს გაღიზიანების მოქმედებს. ელექტროგრაფიებზე ჯერეთ ორ ერთმანეთისგან ერთი აგზნების ბრძოლის ბალანსირების საპასუხოდ. სადაც ჯვარი არაა იქ, ორ-ორი იმპულსი ისმება ერთ ერთ ფაზაში. ფრო ნაჩვენებია წუთის მეხუთედებით - სულ ქვემო ხაზი. ამ ხაზზე ციფრები აღნიშნავენ მოქმედების დროის ერთეულ ინტერვალი. წუთის მეხუთედში (ბ ე ი ლ ი).

ტენსივობისაა, ამ ინტერვალით მხოლოდ თითო-თითო იმპულსი შემცირდება ან

სრულიად მოისპობა, თუ კი იგი დიდი ინტენსიეობისაა, მაშინ ასე რამდენიმე იმპულსს დაემართება (იხ. სურ. 111).

შეკავების გატარება რეფლექსურ რკალში. რეციპროკული შეკავების პროცესი აღმოცენდება ტეინის შიგნითა ნეირონში, ე. ი. საკოორდინაციო ნეირონში. აქედან იგი გადადის მამოძრავებელ ნეირონის უჯრედზედ. ამ უჯრედიდან იგი აღარ უნდა ვრცელდებოდეს. მთელი ეს პროცესი სწორეთ ისეთი დაყოვნებით სწარმოებს, როგორც აგზნების პროცესის გატარება რკალის იმგვარივე ნაწილებში. ამიტომ შეკავების რეაქციის ფარული პერიოდი სწორედ ისეთია, როგორც რეციპროკული აგზნების. ეს იყო დადასტურებული მოხერისა, გაშლის და მოცილების რეფლექსის მიმართ. (ბერიტაშვილი[18])

შეკავების შემდეგმოქმედება და მისი რითმული ბუნება. შეკავების პროცესი, ისე როგორც აგზნებისა არ ისპობა გაღიზიანების შეწყვეტისთანავე. იგი გრძელდება ამის შემდგომაც და მასთან სწორეთ იმდენხანს და მცირდება სწორედ ისეთი თანდათანობით, როგორათაც აგზნების შემდეგმოქმედება. ამათ შორის სრული პარალელობა არსებობს (ბერიტაშვილი[19]). შეკავების შემდეგმოქმედების დროს შეკავება ცხადია რითმულად მიმდინარეობს, როგორათაც გაღიზიანების დროს. სათანადო ცდებიდან სჩანს, რომ შეკავების შემდეგმოქმედების რითმი ჯერ უნდა იყოს მაღალი და მერე თანდათან მცირდებოდეს. (ბერიტაშვილი[20]). ამასთან როგორც ერთი, ისე მეორე შემდეგმოქმედება არ გულისხმობს უსათუოდ მეორედ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათა მონაწილეობას, ვინაიდგან ორივე კუნთთა ჯგუფში აღნიშნული რეციპროკული შემდეგმოქმედება გამოიწვევა აგრეთვე იმ შემთხვევაშიაც, როდესაც მოძრაკი ორგანო მოკლებულია მგრძნობიერებას, მგრძნობიარე ნერვების გადაჭრის გამო (ბერიტაშვილი[10]).

ამნაირად, ნორმალური რეფლექსური ინერვაციის დროს როდესაც კუნთების ერთი ჯგუფი განიცდის აგზნებით შემდეგმოქმედებას, მაშინ კუნთების მეორე ანტაგონისტური ჯგუფი იკავდება. ამ რეციპროკული შემდეგმოქმედების დროს აგზნების და შეკავების იმპულსთა რითმი თავდაპირველად იხეთივეა, როგორც გაღიზიანების დროს, ხოლო შემდეგ იგი მცირდება ან სწრაფად ანდა ერთგვარი თანდათანობით და მასთან სრულიად პარალელურად.

ბერიტაშვილს შენდეგ რეციპროკული შეკავება შესწავლილი იყო იმავე გალვანომეტრული წესით ინგლისელი მეცნიერის ადრიენის[21]) მიერ. მან მიიღო იგივე ფაქტიური შედეგები. ხოლო მის მიერ მოცემული თეორიული ახსნა ცოტა სხვანაირია. იგი ამბობს, რომ თვითეულ მგრძნობიარე ნეირონიდან მიდის ერთი უფრო მოკლე ტოტი აგონისტისკენ, რომლის საშუალებით აგზნება გაივლის ამ კუნთისკენ. მეორე ტოტი კიდე უფრო გრძელი მიდის ანტაგონისტისკენ. ეს გრძელი გზა ისეთი აგებულებისაა, რომ მის საშუალებით აგზნებას არ შეუძლია მიაღწიოს ანტაგონისტს. მაგრამ იქ, სადაც ეს გრძელი გზა ხედება ანტაგონისტის მოკლე გზას, გრძელი გზით მოსული აგზნება იწვევს აბსოლუტურ და შეფარდებით რეფრაქტორულ ფაზას. ეს ფაზა წინააღმდეგობას უწევს აგზნების გატარებას ანტაგონისტისკენ. ეს შეხედულება, უმატებს ავტორი, ბევრად არ ირჩევა იმ შეხედულებისგან, რომ შეკავება დამოკიდებულია ერთნაირი შემაკავებელი ნივთიერების წარმოშობაზე, რომელიც ხელს უშლის აგზნების გატარებას. მამოძრავებელ ნეირონისკენ, ე. ი. იმ თვალთსაზრისიდან, რომ შეკავება აქტიური ბუნების მოწინააღმდეგე პროცესს წარმოადგენს, რომელსაც ჩვენ ვიზიარებთ და ვამტკიცებთ.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Н. Введенский, Раб. Физиол. Лаб. Петер. Университет. 1906 1.
2. A. Tiedemann, Z. Physiol., 1910, 10, 183.
3. F. Fröhlich, Z. all. Physiol., 1909, 9, 55.
4. Jas. Satake, Z. all. Physiol., 1912, 14, 79.
5. a. Sherrington და Sowton, J. Physiol., 1914, 49, 331.
6. b. Adrian და Olmsted. J. Physiol., 1921, 56, 426.
7. Н. Введенский, Телеф. исслед. над электр. явл. в мыш и нервных апаратах. 1884. Петербур.
8. Fl. Buchanan, J. Physiol., 1908, 37; Quart. Jour. Exp. Physiol.. 1908, 1, 211.
9. S. Garten, Z. Biol., 1909, 52, 534.
10. H. Piper, Elektrophysiologie menschlicher Muskeln, 1912. Berlin.
11. P. Hoffmann, Ar. An. Physiol., 1909, გვ. 341.
12. Dittler და Garten. Z. Biol., 1911, 58, 420.
13. J. Beritoff, Z. Biol., 1913, 62, 125; 1924, 80, 171; 1914, 64, 161, 175, 289, და 307.
14. J. Athanasiu, Comp. rend., 1922, 175, 114.
15. J. Athanasiu, Comp. rend., 1922, 175, 56.
16. J. Vèszi. Z. all. Physiol., 1915., 13, 245.
17. P. Hoffmann, Ar. An. Physiol., 1910, გვ. 233.
18. J. Beritoff, Z. Biolog., 1914, 64, 161.
19. J. Beritoff, Z. Biolog., 1914, 64, 175, 289, და 307; 1924, 80, 171.
20. J. Beritoff, Ar. An. Physiol., 1913, გვ. 1.
12. J. Beritoff, Z. Biol., 1914. 64, 285.
22. E. D. Adrian, Brain, 1924, 47, 399.

10. რეფლექსური რკალის გამტარებლობა.

რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ ი რ ე ა ქ ც ი ი ს ფ ა რ უ ლ ი პ ე რ ი ო დ ი. ის დრო, რომელიც პერიფერიული გაღიზიანების მომენტიდან რეფლექსური რეაქციის დაწყებამდის გადის, იწოდება რეფლექსური რეაქციის ფარულ პერიოდად ანუ მოკლეთ რეფლექსური რეაქციის დროდ. ამ დროის ხანგრძლივობა, რასაკვირველია, დამოკიდებულია რეფლექსური რკალის შემადგენელი ნაწილების გამტარებლობაზე. იგი უნდა წარმოადგენდეს იმ დროთა საერთო ჯამს, რომელიც უნდება გაღიზიანებული ორგანოს ამოქმედებას, აგზნების გატარებას ამ ორგანოდან ტვინში, მერე თვითონ ტვინის ფარგალში, შემდეგ ტვინიდან კუნთამდე და ბოლოს კუნთის აგზნებას და შეკუმშვას. მაგრამ ეს ხანგრძლივობა არ შეუფარდდება ნერვის და კუნთის გამტარებლობის სისწრაფეს. რეფლექსური რეაქციის ფარული პერიოდი ბევრად აღემატება ამ ხანგრძლივობას. აქედან ცხადია, რომ **აგზნების გატარება ტვინის ნივთიერებაში მეტის-მეტად დაუოვნდება.**

ც. ნ. ს.-ის გამტარებლობის სისწრაფე. პირველად ჰელმჰოლცმა დაადასტურა რეფლექსური რეაქციის დროს შეუფერებლობა ნერვის ღეროს გამტარებლობასთან [1]). მისი გამოკვლევით ბაყაყის ზურგის ტვინის უკანა ფესვიდან წინა ფესვამდე აგზნება ბევრად უფრო ნელა გატარდება, ვიდრე რეფლექსური რკალის მგრძნობიარე და მამოძრავებელ ნერვში, მან გვაჩვენა, რომ ბაყაყის ტვინში გატარების დრო შეიძლება წუთის 0,03—0,1 უდრიდეს. ბაყაყის ნერვის ღეროში აგზნების სისწრაფე 25 მეტრს უდრის, მაშასადამე, ჰელმჰოლცისაგან აღნიშნულ დროს აგზნება ნერვის ღეროში 1 2,5 მეტრს გაივლიდა, ტვინში კი ამ დროს სულ რამდენიმე მილიმეტრის გაელას ანდომებს.

როდესაც ღიზიანდება ერთი კიდური, რეფლექსური რეაქცია კი სწარმოებს მეორეზე, ზურგის ტვინში აგზნება უნდა გატარდეს გარდი-გარდმო ერთი მხრიდან მეორეზე. ამ გარდი-გარდმო გატარებას აგზნება უნდება თითქმის ორჯერ მეტს დროს, ვიდრე მარტო ერთს მხარეზე (Buchanan [2]). ნორმალურ ბაყაყის პრეპარატზე რეაქციის დროს ოდნობა მუდმივ რამეს არ წარმოადგენს როდესაც ფუნქციური მდგომარეობა უკეთესდება, მაშ., აგზნებულება მატულობს, მაშინ ეს დრო კლებულობს. ასე ხდება ტემპერატურის მომატებისას, დასვენებისას, სტრიქნინით სუსტი მოწამელისას. უკანასკნელ შემთხვევაში რეაქციის დრო ერთი ორად მცირდება. დაღალვა, ტემპერატურის დაწევა და საზოგადოდ ფუნქციონალური მდგომარეობის გაცუდებისას რეაქციის დრო მატულობს. (Buchanan [2]).

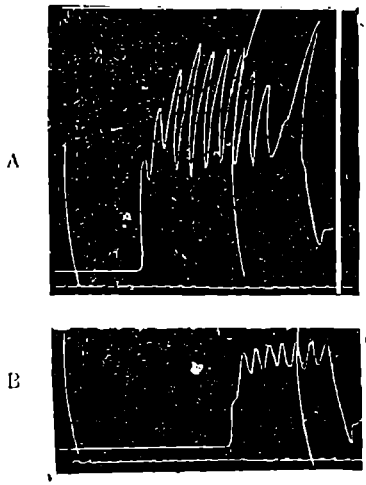
აგზნების გატარება ზურგის ტვინში ერთ ფუნქციურ მდგომარეობაშიაც კი არ მიმდინარეობს განსაზღვრული ერთი ოდნობით: იგი მეტისმეტად იცვლება გაღიზიანების ინტენსივობის მიხედვით. მცირე ინტენსივობისას რეფლექსი დიდი ფარული პერიოდით გამოიწვევა. იგი შეიძლება რამდენიმე წუთსაც უდრიდეს. ინტენსივობის გაძლიერებისას კი ფარული პერიოდი მცირდება (Francois-Frank [3]). მაგ., შერინგტონის [4]) ერთ ცდაში ფხანვის რეფლექსის ფარული პერიოდი სუსტი გაღიზიანებისას 2,3 წუთს უდრიდა. მძლავრი გაღიზიანებისას კიდევ 1,2 წუთს (იხ. სურ. 112).

ფარული პერიოდი ერთი და იგივე არაა სხვა და სხვა რეფლექსისთვის. ზოგისა უფრო მოკლეა, ზოგისა უფრო გრძელი, მაგ., ბაყაყზედ დამცველი მოხვერის რეფლექსი უფრო ნაკლები ფარული პერიოდით გამოიწვევა, ვიდრე მოცილების რეფლექსი. ასეთი გარჩევა არსებობს მიუხედავად იმისა, რომ ორივე რეფლექსში თვითონ რკალის სიგრძე დაახლოვებით ერთნაირია. ამიტომ ცხადია. აღნიშნული გარჩევა ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე უნდა იყოს დამოკიდებული.

მაგრამ რკალის ნაწილის სიგრძესაც, რომელიც ტვინშია, გაელენა აქვს აგზნების გატარების ხანგრძლივობაზე. რაც უფრო იგი გრძელია, მით უფრო მეტი დრო სჭირდება. ამიტომ არის, რომ წინა ფეხის გაღიზიანება უფრო დიდი ფარული პერიოდით იძლევა ეფექტს უკანა ფეხზედ, ვიდრე უკანაეე ფეხის გაღიზიანება.

შემდეგ, რეფლექსის დრო დამოკიდებულია ცხოველის მოდგმაზედაც: ადამიანის და თბილ სისხლიან ცხოველებზედ ეს დრო უფრო მოკლეა, ვიდრე ცივ სისხლიანებზედ.

ტვინის რომელ ნაწილს უნდა მიეწეროს გამტარებლობის დაყოვნება. როგორც ვუწყით, რეფლექსური რეაქციის ცენტრალური ნაწილი შესდგება მგრძნობიარე ნეირონის დაბოლოებისგან საკოორდინაციო ნეირონთან. თვითონ ამ ნეირონისგან, მისი დაბოლოებისგან მამოძრავებელ ნეირონის უჯრედზე და ამ უკანასკნელისაგან. ამიტომ შეიძლება რეფლექსური რეაქციის ფარული პერიოდის მეტის მეტი ხანგრძლივობის მისეული ეს ელემენტი კი არ იყოს, არამედ მხოლოდ ზოგიერთი მათგანი. ვინაიდგან ყველა ნეირონის ელემენტებში აგზნება ნეროფიბრილების საშუალებით ვატარდება (იხ. გვ.139), ამიტომ მოსალოდნელი არ არის, რომ ეს დაყოვნება თვითონ ნეირონის ფარგალში გავრცელებისას ხდებოდეს. ამის მისეული ნერვული უჯრედი ან მისი ტორჩები არ უნდა იყოს. გარდა ამისა, უკვე იყო ნაჩვენები, რომ ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში აგზნების პროცესის სანგრძლივობა ძლიერ მცირეა. სწორედ ისე, როგორც ნერვის ღეროში. ცხადია, ც. ნ. ს.-ის ელემენტებში აგზნება ასევე სწრაფად უნდა გაიცლიდეს ხოლმე. როგორათაც ნერვის ღეროში. აქედანაც ის დასკვნა შეიძლება გამოვიყვანოთ, რომ ცენტრალური ნეირონის ფარგალში აგზნება სწორედ იმავე სისწრაფით უნდა გატარდებოდეს, როგორათაც ნერვის ღეროში. ამნაირად, **რეფლექსური რეაქციის ფარული პერიოდის მეტის მეტი ხანგრძლივობა არ უნდა იყოს დამოკიდებული თვითონ ცენტრალურ ნეირონებში აგზნების გატარებაზე.** მაშასადამე, **აგზნების გატარება უნდა დაყოვნდებოდეს მისი გადასვლისას ერთი ნეირონიდან მეორეზე.** ალბად თვითეული ნეირონის აგზნება მეორე ნეირონის საშუალებით ბევრად აღემატება



სურ. 112. რეფლექსი ბერკეტიდან ... ...

იმ დროს, ნერვის ღეროს აგზნება რომ მოითხოვოს. რადგანაც კოორდინაციუ-ლი რეფლექსის წარმოების დროს ც. ნ. ს.-ში ერთი ნეირონიდან მეორეზედ გა-დასვლა ორჯერ მაინც ხდება. ამიტომ ამ დაყოვნებას აგზნების მსვლელობა ორ-ჯერ მაინც უნდა განიცდიდეს.

პრაქტიკუმი.

დადასტურება რეფლექსური ფარული პერიოდისა. ბაყაყის სახურგ-ტვინო პრეპარატი. გამოყოფენ m. semitendinosus-ს კიმოგრაფზედ დასაწერად და n. peroneus-ს მოზერის რეფლექსის გამოსაწვევად, რომელშიაც semit. იკუმშება, როგორც მუხლის მომხვრელი. გალიზიანების მომენტის აღსანიშნავად შეიტანენ ელექტრულ რკალში ჰელმჰოლცის ორ მხრივ გასაღებს. ერთ მხარეს ისეთივე დანიშნულება აქვს, როგორც დიუ-ბუა რეიმონის გა-საღებს. იგი შეტანილია ინდუქციური ელექტროდენის რკალში, როგორც ეს მიღებულია დიუ-ბუარ ეიმონის გასაღებისთვის. მეორე მხარე კიდე მოქცეულია ცალკე გალვანურ რკალში, რომელშიაც ელექტრო-მაგნიტური სიგნალია შეტანილი. სიგნალი სწერს იმავე ვერტიკალურ სიბრტყეში, სადაც semit.-ის მიოგრაფი. თავის-თავად პირველი, გამაღიზიანებელი მხარე ჩაკეტი-ლია, მეორე კი გაღებული. თუ ხელის დადებით მეორე მხარე იკეტება, მაშინვე სიგნალი ამო-ძრავდება, და მისი მოძრაობა კიმოგრაფზედ იწერება; ამავე დროს იხსნება პირველი მხარე და ნერვი ღიზიანდება. ამნაირად გაღიზიანების მომენტი კიმოგრაფზედ აღინიშნება. ამ მომენტიდან რეფლექსური შეკუმშვის დაწყებამდე განელილი დრო რეფლექსური რკალის საერთო ფარულ პერიოდს წარმოადგენს. რომ აქედან ტვინის ფარული პერიოდი გავიგოთ, საკმარისია გამოვიან-გარიშოთ, თუ რამდენი ხანი დასჭირდება აგზნების გატარებას მგრძნობიარე და მამოძრავებელ-ნერვში და მერე კუნთში. კუნთის რეაქციის დროს საკუთარ ცდიდან მიიღებენ: გადასვრიან plexus lumbalis და მის საშუალებით იმავე წესით აღიზიანებენ m. semitend.-ის მამოძრავებელ ნერვს. მიღებული შეკუმშვის ფარულ პერიოდს და შემდეგ ნერვის ღეროს გატარების დროს გა-მოაკლებენ რეფლექსის საერთო ფარულ პერიოდიდან და მით მიიღებენ ნამდვილ რეფლექსური მოქმედების დროს.

რეფლექსური რეაქციის დროს ცვალებადობის დაკვირვება. შესაფე-რი ცდების მსვლელობას აწერა არ უნდა. იგი თავის თავად ცხადია. გაღიზიანების ინტენსივობის კლილება, აგრეთვე დაღლა და ტემპერატურის ცვლილება ამ დროს შესცვლის: ინტენსივობის შემცირება, დაღლა და ტემპერატურის დაწევა გააგრძელებს ამ დროს, პირიქით ინტენსივობის გაძლიერება, დასვენება და ტემპერატურის აწევა მას დაამოკლებს.

ლიტერატურა.

1. H. Helmholtz, Bericht üb. d. z. Bekanntm. geeign. Verhandl. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin. 1845 გვ. 328.
2. Fl. Buchanan, Q. J. Exp. Physiol., 1908, 1, 1.
3. Francois—Frank, Lecons sur les fonctions motrices du cerveau. 1887. Paris.
4. J. Rosenthal, Monats. d. Königl. Preuss. Akad. d. W. zu Berlin. 1873. გვ. 104.
5. W. Wundt, Untersuch. z. Mechanik d. Nerven u. Nervenzentren. 2. Abt. 1876. Stuttgart.
6. C. Sherrington, Int. Act. Ner. Syst. 1906, გვ. 20.

II. საკოორდინაციო აპარატი აგზნებულების ცვლილება გაღიზიანების საპასუხოდ.

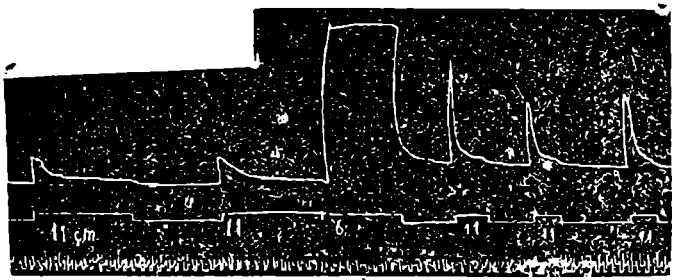
აგზნებულების აწევა გაღიზიანების საპასუხოდ. ყოველი გაღიზიანება, როგორც გარეგანი ეფექტის გამომწვევი, ისე ზღურბლის ქვეშ მყოფი, ასწევს იმ საკოორდინაციო აპარატების აგზნებულებას, რომლებზედაც გაღიზიანება ასე თუ ისე მოქმედობს. ამას შედეგად ჯერ ერთი ის მოჰყვება, რომ შემდეგი გაღიზიანება უფრო მეტს ეფექტს გამოიწვევს და მერე ის, რომ ეფექტის გამოწვევას უფრო მცირე ინტენსიეობის საზღურბლე გაღიზიანება დასჭირდება, ვიდრე იყო პირველად. როდესაც გაღიზიანება დიდხანს მოქმედობს და მისი საგზნებო მოქმედება ხნის განმავლობაში სრულიად ისპობა, მაშინაც არ ისპობა მისი გავლენა აგზნებულების მომატების მხრივ. იგი აგზნებულებას მეტად მაღლა დონეზედ იჭერს. ეს იყო ერთსა და იმავე დროს (1912 წ.) აღმოჩენილი ინგლისში ფორბსის (Forbes [1]) და რუსეთში ვედენსკის მიერ [2]).

აღმატებული აგზნებულების ხანგრძლივობა. აგზნებულების მომატება არ ისპობა მაშინვე გაღიზიანების შეწყვეტის შემდეგ. აგზნება მუდამ მალე თავდება; აგზნებულების მომატება კი შეინახება დიდ ხანს და დიდი თანდათანობით გაივლის. ბაყაყის, ძაღლის და კატის პრეპარატზედ აღმატებული აგზნებულება შეიძლება ინახულოს რამდენიმე წამის განმავლობაში და ხან საათისაც გაღიზიანების შემდეგ. ეს ხანგრძლივობა დამოკიდებულია საკოორდინაციო აპარატის ფუნქციურ მდგომარეობაზე, აგრეთვე გაღიზიანების ინტენსივობაზე. რაც უფრო ძლიერია გაღიზიანებისაგან გამოწვეული ამ აპარატის მოქმედება, იმდენად უფრო ხანგრძლივი იქნება აგზნებულების მომატება.

აგზნებულების მატების გამოკვლევა. აგზნებულების ცვლილებას გაღიზიანების საპასუხოდ ამნაირად შეისწავლიან: 1. ჯერ იპოვნიან გაღიზიანების (ფარადიზაციით) ზღურბლს მიმღებელი ველის რომელიმე მგრძნობიარე ნერვის ან კანის ნაწილის მიმართ. შემდეგ იმავე მგრძნობიარე ალაგზე ძლიერი გაღიზიანებით იმოქმედებენ, რომელიც ინტენსიურ ეფექტს გამოიწვევს. ამის შემდეგ ხელახლად გასინჯავენ მცირე ინტენსიეობის გაღიზიანებას. აღმოჩნდება, რომ იგი გამოიწვევს უფრო დიდს ეფექტს, ვიდრე წინათ (იხ. სურ. 114). ამასთან ზღურბლი შეიცვლება: მინიმალური ეფექტის გამოწვევას ეხლა უფრო ნაკლები გამაღიზიანებელი ძალა დასჭირდება, ვიდრე იყო წინათ. დროს განმავლობაში ეს საზღურბლე ძალა თანდათანობით მატულობს და ბოლოს ნორმას აღწევს, ე. ი. როგორიც ძლიერი გაღიზიანების წინ იყო. ცხადია აქედან, რომ ძლიერი მოქმედების შემდეგ აგზნებულებამ იმატა და მომეტებულმა აგზნებულებამ რამდენიმე ხანს გასძლო (იხ. სურ. 114).

2. იღებენ განსაზღვრული მიმღებელი ველის ერთ რომელიმე მგრძნობიარე ნაწილს: ნერვს ან კანს და იპოვიან მის საზღურბლე გამაღიზიანებელ ძალას (ფარადიზაცია). მერმე იმავე ველიდან მეორე მგრძნობიარე ნაწილს იღებენ და შით საკოორდინაციო აპარატის მძლავრ მოქმედებას გამოიწვევენ. ამის შემდეგ პირველი მგრძნობიარე ნაწილის საზღურბლე ძალა იცვლება: იგი მცირდება, რაც საკოორდინაციო აპარატის აგზნებულების მომატებას უჩვენებს.

სუმაციის მოვლენა. აგზნებულება მატულობს არა მარტო მომქმედ გაღიზიანების გამო, არამედ აგრეთვე უმოქმედო სუბმინიმალური გაღიზიანებით, ე. ი. ისეთი გაღიზიანებით, რომელიც საზღვრებლე გამაღიზიანებელ ძალაზე ცოტა მცირეა. მაშ., როგორც კუნთში და ნერვში სუმაციის მოვლენა აქაც გვხვდება. როდესაც სუბმინიმალური გაღიზიანება ზედიზედ სწრაფად მეორდება. მაშინ პირველი ეფექტს არ იწვევს, მომდევნონი კი გამოიწვევენ. ეს სუმაციის მოვლენა ცენტრალური ნერვული სისტემის მიმართ დიდი ხანია. რაც კარგად ცნობილია. რასაკვირველია ცენტრალური სუმაციის მოვლენასთან მაშინ გვექნება საქმე. როდესაც თვითეული გაღიზიანება აგზნებას იწვევს პერიფერიულ მგრძნობიარე ორგანოში. ხოლო ეს აგზნება, მიაღწევს რა საკოორდინაციო აპარატს, არ იქნება საკმარისი უკანასკნელის ასამოქმედებლად, თუ იგი ერთხელობრივია. საჭიროა, რომ გაღიზიანება ზედიზედ განმეორდეს. საკოორდინაციო აპარატმა ზედიზედი განიცადოს პერიფერიული აგზნების გავლენა. რომ იგი ამოქმედდეს.



სურ. 113.

სურ. 113 რეფლექსური აგზნებელების მატება გაღიზიანების სიპასუ ხად. ძაღლის სასურველ-ტვინო პრეპარატი. იწერება ეკანა ფეხის მოძრაობა. ღიზიანდება კანი ინდუქციის კვეთებებით მოხვრის მაჩქარებელი ველის ფარგალში. პირველ ცდაში კანი ღიზიანდ მცირე ინტენსივობით 11 სანტიმ., მეორე ცდაში ეს მცირე გაღიზიანება სწრაფად ძლიერ ხად იცვლება—6 სანტიმ., ამის შემდეგ ხელახლად იცვლ მცირე ინტენსივობის გაღიზიანებ სწარმოებს. ძლიერი გაღიზიანების შემდეგ. რომელიც ძლიერ მოხვრის ეფექტს იწვევს, მცირ გაღიზიანება უფრო მეტს მოხვრის ეფექტს იძლევა, ვიდრე მანამდის. უკანასკნელი მცირე გაღ ზიანება 30 წუთის შემდეგ მოდის. მაგრამ მაინც სამჯერ უფრო ინტენსიური ეფექტი მოცე. ვიდრე ძლიერ გაღიზიანებამდე იყო. დრო წუთობით (ბერიტაშვილ).

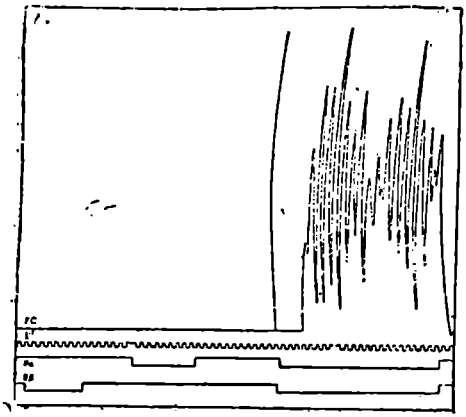
სუმაციის უნარი ცენტრალურ ნერვულ სისტემას უფრო მეტი ხარისხით აქვს. ვიდრე ნერვს ან კუნთს. ეს იქიდან სჩანს, რომ ზოგიერთი რეფლექსი სულაც არ გამოიწვევა ისეთი ერთხელობრივი გაღიზიანებით, როგორიც ერთი ინდუქციის კვეთებაა. ამნაირ რეფლექსს წარმოადგენს, მაგ., მოცილების რეფლექსი: ნორმალურ პირობებში არც შესაფერი მიმღებელი ველის და არც მისი მგრძნობიარე ნერვის გაღიზიანება თითო-თითო გაღების ინდუქციის კვეთებით რეფლექსს არ გამოიწვევს. ამისთვის საჭიროა მისი ზედიზედ სწრაფად მოქმედება. ხოლო როდესაც შესაფერ საკოორდინაციო აპარატში აგზნებულება არაჩვეულებრივ დიდია. როგორც, მაგ., სტრიქნინით მოწამვლის შემდეგ, მაშინ ამნაირ ერთხელობრივ გაღიზიანებასაც შეუძლიან ეფექტის გამოწვევა. (ბერიტაშვი-

ლი [4]). თითო ინდუქციის კვეთება ზოგიერთს რეფლექსს ადვილად იწვევს, მაგ., მოხვრისას. ხოლო აქაც გაღიზიანების ზღურბლი მეტად ირჩევა ინდუქციურ ტეტანურ გაღიზიანებისგან. ტეტანურ გაღიზიანებისთვის საჭიროა ერთი-ორად ნაკლები ინტენსიობა. ამასთან თუ პრეპარატის ცენტრალური მოქმედება დასუსტებულია და მისი აგზნებულება ნორმაზე ნაკლებია, მაშინ არც ერთი რეფლექსი თითო ინდუქციის კვეთებით არ გამოიწვევა. სწორედ ამ მიზეზით წარსულში ზოგიერთი ავტორები ამტკიცებდნენ, რომ საზოგადოდ თითო ინდუქციის კვეთებით, სწრაფი ერთხელობრივ გაღიზიანებებით ც. ნ. ს. არ აიგზნებაო.

აგზნებულების მატების მოვლენა სუბმინიმალური გაღიზიანების მიმართ აგრეთვე ძლიერ ცხადად გამოჩნდება, თუ რომ ერთსა და იმავე მიმღებელ ველში ორი სუბმინიმალური გაღიზიანება სწარმოებს. როდესაც თვითეული გადიზიანება ცალკ-ცალკე ეფექტს არ იძლევა, მაშინ შეიძლება მათმა ერთად მოქმედებამ ძლავრი ეფექტიც გამოიწვიოს, ე. ი. სუმაციის მოვლენა გვაჩვენოს (იხ. სურ. 114) (Sherrington [1])

აგზნებულების მატება ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში აგზნების ირადიაციის გამო. თვითეული გაღიზიანება აგზნებულების მომატებას გამოიწვევს მარტო იმ ც. ნ. ს.-ის განყოფილებებში კი არა, რომელნიც უშუამავლოდ გაღიზიანებულ მიმღებელ ველს უკავშირდებიან, და არც მარტო იმ განყოფილებებში, რომელნიც მეორედ იმპულსთა გამოისობით აიგზნებიან, არამედ ცოტაოდნაე მაინც აგრეთვე მთელ ც. ნ. სისტემაში, რადგან აგზნება, როგორც ზევით იყო ნაჩვენები, მთელ ც. ნ. ს.-ში ვრცელდება. ეს მოვლენა პირველად ბუბნოვმა და ჰეიდენჰაინმა [3]) შეამჩნია და შემდეგ იგი ბევრნაირად იყო გამოკვლეული. მაგ., ცნობილია, რომ ბაყაყზედ მხედველობითი და შეხებითი გაღიზიანება თავისთავად ფეხებზედ მამოძრავებელ რეფლექსს არ იწვევს, მაგრამ იგი ფეხების დამცველ მოძრაობათ ხელს უწყობს, თუ რომ ამ მოძრაობათა მიმღებელი ველის გაღიზიანება მხედველობითი ან შეხებითი გაღიზიანების შემდეგ ხდება (Merzbacher [4]), Yerkes [5]). ამ მოვლენას როდესაც ერთი მიმღებელი ველის გაღიზიანება აგზნების ირადიაციის საშუალებით ხელს უწყობს მეორე მიმღებელი ველის რეფლექსს, ან და ერთი და იმავე ველიდან ერთი ნაწილის გაღიზიანება იმავე მიზეზით ხელს უწყობს მეორე ნაწილიდან ეფექტის გამოწვევას, შერინგტონმა უწოდა **„უშუალო ზურგის ტვინის ინდუქცია [1])**. (immediate spinal induction). იგივე მოვლენა ცნობილია Bahnung-ის სახელით. რაც აღნიშავს გზის გაკაფვას, ვითომ ერთი გაღიზიანება უკაფვიდეს გზას მეორე გაღიზიანებას.

ამნაირი მოვლენის მეტად საგულისხმო დაკვირვებას გვაცნობებს დემიდოვი [6]) ი. პავლოვის ლაბორატორიიდან. დემიდოვმა შეამჩნია ისეთ ძაღლზედ, რომელსაც დიდი ტვინის წინა ნახევარი ჰქონდა ამოკრილი რამდენიმე თვის წინ, რომ ფხანვის რეფლექსს, რომელიც ძლიერ ადვილად გამოიწვევოდა შესაფერ მიმღებელი ველის გაღიზიანებით (ყური, კისერი, მხრები), ძლიერ ხელს უწყობს ბგერით გაღიზიანება. ცდა ასე სწარმოებდა. ჯერ დაიწყებდა სუსტ მექანიკურ გაღიზიანებას ფხანვის მიმღებელ ველში. ამის საპასუხოდ რეფლექსი ან სულ არ იწვევოდა ან კიდე ძლიერ სუსტად. ამ გაღიზიანების დროს



სურ. 114.

სურ. 114. სუმაციის მოვლენა. ძაღლის დეცერებრაციული პრეპარატი. იწერება მენჯ-ბარძაყის მომხვრელი. ფხანვის რეფლექსის მიმღებელი ველი ღიზიანდება ორ ალაგას ერთმანეთიდან რვა სანტიმეტრის მანძილზე. ორივე გაღიზიანება სუბმინიმალურია: ცალკ-ცალკე ეფექტს არ იძლევიან (პირველი ცდა). გაღიზიანების მომენტები ერთისაც (Sα) და მეორისაც (Sβ) აღინიშნება სიგნალის ძირს დაწვეით. ერთად მოქმედებისას კი ძლიერი ფხანვის ეფექტი იწვევა (მეორე ცდა). დროწუთის მეხუთედობით (შერინგტონი).

გამოაღებინებდა ხმას რომელიმე მბგერაე ინსტრუმენტს. კომბინაციის მომენტში ან სულ ახლად გამოჩნდებოდა ხოლმე ფხანვის რეფლექსი ან ძლიერდებოდა უკვე არსებული. თავის თავად ბგერა, რასაკვირველია, ფხანვის რეფლექსს არ იძლევოდა. აქედან ცხადია, რომ ბგერის მიერ შუა ტვინში გამოწვეული აგზნება (სასმენი ნერვი სხვათა შორის უკანა ორგორაკში თავდება) ვრცელდება ზურგის ტვინზედაც, სადაც მდებარეობენ ფხანვის რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატები; 2) ყველგან, სადაც ეს აგზნება ვრცელდება, აგზნებულება მატულობს, რის გამოც კანის მექანიკური გაღიზიანება ბგერის დროს უფრო მეტ მამოძრავებელ ეფექტს იძლევა, ვიდრე ისე.

ამნაირად, **აღებული გაღიზიანების საპასუხოდ აგზნებულება მატულობს ც. ნ. ს.-ის იმ განყოფილებებშიაც, საიდანაც მან ეფექტი არ გამოიწვია ან საიდანაც აღებული თვისების გაღიზიანება ჩვეულებრივად ეფექტს არ იძლევა.**

პრაქტიკუმი.

აგზნებულების მატების დადასტურება გაღიზიანების საპასუხოდ. ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატი. მოხვრის რეფლექსი. იწერება კიმოგრაფზედ m. semitendinosus-ი. ღიზიანდება n. peroneus-ი ინდუქციური ტეტანიზაციით. ოპერაციის შემდეგ დაასვენებენ პრეპარატს 10—15 წამს, ჯერ იპოვიან ზღურბლს და დასწერენ საზღურბლე ეფექტს. მერე გააღიზიანებენ ძლიერი ტეტანიზაციით და დასწერენ ამ ეფექტსაც. ამის „შემდეგ კიმოგრაფის შეუჩერებლად ხელახლად მოსძებნიან ზღურბლს, რომელიც უფრო ნაკლები ინტენსივობისა აღმოჩნდება, ვიდრე ძლიერი გაღიზიანების წინ იყო.

სუმაციის მოვლენის დადასტურება. იღებენ იმავე პრეპარატს, რომელიც ზემო ცდაშია ნახსმარი. ჯერ იპოვიან n. peroneus-ის გაღიზიანების ზღურბლს ცალკე ინდუქციის კვეთებისთვის m. semitendinosus-ის მიმართ, მერე ტეტანურ გაღიზიანებისთვის იმავე ფიზიკურ ირობებში. ამ ცდაში გვექნება საკმე მოხვრის რეფლექსთან. მეორე ცდაში იღებენ n. cut. femor.

lat. ან n. brachialis-ს. ეფექტი შეიძლება მთელი ფეხის მოძრაობის მიმართ გაისინჯოს, ან კიდე m. triceps fem. მიმართ. ამ შემთხვევაში გავეცნობით სუმაციის მოვლენას მოცილების რეფლექსის მიმართ.

აგზნებულების მომატება ირადიაციის გამო. ცდის პირობები ისეთივეა, როგორც ზემოთ. მხოლოდ მოხერის მიმღებელ ველიდან იღებენ ორ ნერვს; n. peroneus-ს და superficialis-ს. ჯერ იპოვიან ზღურბლს ერთი რომელიმე ნერვის გაღიზიანებით. მერე მძლავრად გააღიზიანებენ მეორე ნერვს და ამის შემდგომ ხელახლად იპოვიან პირველის ზღურბლს. აღმოჩნდება საზღურბლე გაღიზიანების შემცირება. N. peroneus შედის უმთავრესად მე-8 სეგმენტში, superficialis კი—მე-9 სეგმენტში. ამიტომ ამ შემთხვევაში აგზნებულების მომატება უმთავრესად ირადიაციის მიერ იქნება გამოწვეული. შეიძლება აგრეთვე ავიღოთ n. superficialis და n. cut. femoralis lateralis, რომელიც მე-7 სეგმენტში შედის. ამ შემთხვევაში უმჯობესია ასე მოვიქცეთ ჯერ გაისინჯოს, იწვევს თუ არა შეკუმშვას n. cut. fem. lat.-ის გაღიზიანება semit-ზე. ჩვეულებრივ იგი ან მცირე შეკუმშვას იწვევს, ან სულ არ იწვევს. მერე გაისინჯოს იგივე გაღიზიანება. superficialis-ის მძლავრი გაღიზიანების შემდეგ. აღმოჩნდება, რომ კუნთის შეკუმშვა უფრო დიდია n. cut. fem. lat. გაღიზიანების საპასუხოდ, ვიდრე წინასწარ იყო. ეს ეფექტი უნდა იწვევდეს მე-9 სეგმენტიდან მისი აგზნებულების მომატების გამო. როგორც ჩვენ უკვე უწყით n. cut. fem. lat. თავისთავად ინტენსიურ შეკავებას იწვევს m. semit.-ის მიმართ და თუ superficialis-ის გაღიზიანების შემდეგ n. cut. fem. lat. მძლავრ შეკუმშვას იძლევა, ამის მიზეზი მხოლოდ მე-9 სეგმენტის აგზნება უნდა იყოს ირადიაციის საშუალებით.

ლიტერატურა.

1. A. Forbes, J. Physiol., 1912, 31, 102.
2. N. Wedensky, Fol. nero-biol., 1912, 6, 591.
3. J. Beritoff, Ar. An. Physiol., 1912, გვ. 266; Труды СПБ. Общ. Естворст. 1913, 42, вып. 4, გვ. 245.
4. C. Sherrington, Integr. Act. Nerv. Syst. 1906.
5. Bubnoff, და Heidenhain, Pfl. Ar., 1881, 26, 137.
6. Merzbacher, Harward Psych. Stud., 1903, 1.
7. Yerkes, Pfl. Ar., 1905, 107.
8. В. Демидов, Условние (слюнные рефлексы у собаки без передних половин обоих полушарий, 1909. Петербург, Дис. из лаб. Павлова.

12. ცენტრალური დაღლილობა.

ცენტრალური ნერვული სისტემა, როგორც ყოველი ცოცხალი ქსოვილი, თავის მოქმედებისათვის საჭიროებს მასაზრდოებელ ნივთიერებას და ჟანგბადს. თუ ც. ნ. ს.-მას საწვავი მასალა იმდენი არა აქვს, რომ არსებულ მოქმედებისათვის სრულებით საკმარისი იყოს, მისი მოქმედება ნელდება, იგი იღლება. ფერუორნი, რომელსაც ეკუთვნის პირველი გამოკვლევა ამ მიმართულებით, განარჩევს ორნაირ დაღალვას: „ნამდვილი დაღალვა" (Ermüdung), რომელიც პირობადებულია ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტების მიერ მოწამვლით და „განლევა" (Erschöpfung), რომელიც ჟანგბადის გამოლევაზეა გამოკიდებული [1]).

ფ ე რ ვ ო რ ნ ი მივიდა ამ დასკვნამდის შემდეგი გამოკვლევის საფუძველზედ-სტრიქნინით მოწამლულ ბაყაყს დროდადრო კრუნჩხვა ემართება. თავდაპირველად ეს კრუნჩხვა მძლავრი და ხანგრძლივია. განმეორებისას იგი სუსტდება და ხანმოკლდება. თვითეული კრუნჩხვის დამთავრების შემდეგ ცენტრალური ნერვული სისტემა მოკლებულია აგზნებულებას. პერიფერიული გაღიზიანება ეფექტს არ იწვევს. მერე აგზნებულება უბრუნდება. თეითეული ახალი კრუნჩხვის შემდეგ ეს აბსოლუტური აუგზნებლობის ხანა უფრო და უფრო გრძელდება და ბოლოს სამუდამოთ რჩება. ასეთივე სურათს მივიღებთ ბაყაყს რომ ჯერ სისხლი ფიზიოლოგიური ხსნარით შეუცვალოთ და მერე სტრიქნინით მოვწამლოთ. როდესაც ამ პირობაში აბსოლუტური აუგზნებლობის ხანა საბოლოოდ დამყარდება, მაშინ რომ ახალი ფიზიოლოგიური ხსნარი გავატაროთ, რომელიც ადუღების საშუალებით განთავისუფლებული იყო ჟანგბადისაგან, ც. ნ. ს.-ას აგზნებულების უნარი უბრუნდება რამდენიმე ხნით ცოტაოდნავ. ფიზიოლოგიური ხსნარის გატარებას ამ შემთხვევაში მხოლოდ ის მნიშვნელობა უნდა ჰქონოდა, რომ ამით ნერვული სისტემა გაიწმინდა ნივთიერებათა ცელის მომშხამველ ნაყოფთაგან. მაშ., ამ შემთხვევაში აბსოლუტური აუგზნებლობა დამოკიდებული იყო ამ ნივთიერებათა მომშხამველ მოქმედებაზე. თუ რომ ცენტრალური ნერვული სისტემა გაიწმინდა ისეთი ფიზიოლოგიური ხსნარით, რომელიც ჟანგბადს შეიცავს, მაშინ აგზნებულება თითქმის საესებით უბრუნდება ნორმას. აქედან გამომდინარეობს, **რომ ც. ნ. ს.-ის ფუნქციონალურ მოქმედებაში ჟანგბადი მთავარ როლს სთამაშობს: რაც უფრო ნაკლებია ც. ნ. ს.-აში ჟანგბადის მარაგი, მით უფრო მალე ეცემა აგზნებულება, მით უფრო მალე იღლება იგი.**

ბ ა ლ ი ო ნ ი ს [2]) გამოკვლევებით ბაყაყის ზურგის ტვინი ხერხემლის ძვლიდან ამოღებული და მაშ., სისხლის მიმოქცევას მოკლებული შეინარჩუნებს აგზნებულების უნარს სუფთა ჟანგბადის ატმოსფერაში 1—2 დღე. პირდაპირ ჰაერში კი ასეთი პრეპარატი ოთახის ტემპერატურისას (18—20°C) 2 საათში ჰკარგავს აგზნებულების უნარს. რაც უფრო დაბალი ტემპერატურაა, მით უფრო დიდხანს დაიცვება ეს უნარი.

ნივთიერებათა ცელის ნაყოფთაგან ნახშირმჟავას უნდა ჰქონდეს ერთგვარი მნიშვნელობა ც. ნ. ს.-ის დაღალვაში. მაგრამ როგორც ეტყობა რთული დაწვის პროდუქტებს უფრო მეტი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს. ბ ა ლ ი ო ნ ი ს აღნიშნულ ცდებში ტვინის პრეპარატი ჰკარგავდა აგზნებულებას ანუ იღლებოდა ჟანგბადის უარსებობის გამო კი არა, არამედ იმიტომ რომ იგი იშხამებოდა სხვადასხვა მასში დატოვებული გარდამავალი ხასიათის დაშლის პროდუქტებით. ჩვეულებრივ პირობებში ეს პროდუქტები იწვებიან ჟანგბადის წყალობით ნახშირმჟავამდე, რომელიც ნაკლებად მავნებელია (Winterstein [3]). ვ ი ნ ტ ე რ შ ტ ე ი ნ ი ს გამოკვლევით ზურგის ტვინის ერთი გრამი ერთ საათში მოიხმარს 250—350 კუბიკურ მილიმეტრს ჟანგბადს (სუფთა ჟანგბადის ატმოსფერაში). ბ ა ს ი ს (Bass [4]) გამოკვლევით ჟანგბადის მოხმარება უფრო მეტია და მასთან ხგი ერთი ტემპით არ სწარმოებს ზურგის და თავის ტვინში. თავის ტვინში ჟანგბადი იხარჯება 13—20%-ით უფრო მეტი, ვიდრე ზურგისაში. შემდეგ თბილსისხლიანი

ცხოველის ტვინი უფრო მეტ ჟანგბადს მოიხმარს, ვიდრე ციესისხლიანისა. თბილსისხლიანი ცხოველის თავის ტვინი ერთ გრამ წონაზე ერთი საათის განმავლობაში მოითხოვს საშუალოდ 815 კუბ. მილიმეტრს ჟანგბადს, ცივსისხლიანისა კიდე 682 კ. მგ. ცხადია, თავისა და ზურგის ტვინის დაღლა უსათუოდ უნდა მოხდეს, თუ რომ იგი ვერ მიიღებს ამ რაოდენობის ჟანგბადს.

ც. ნ. ს.-ის ცხოველმყოფელობისთვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ნატრიუმის იონებს. ბ ა ლ ი ო ნ ი ათავსებდა ბაყაყის ზურგის ტვინს სხვადასხვა ხსნარებში, რომელთაც ისეთივე ოსმოსური წოლა ჰქონდათ, როგორც ფიზიოლოგიურ ხსნარს. მან ნახა, რომ ქლორიანი ნატრიუმის ფიზიოლოგიური ხსნარი არ შეიძლება, სხვა რომელიმე ნივთიერების იზოტონური ხსნარით შეეცვალოთ, მაგ., გლიუკოზით, გლიცერინით, ქლორიანი კალიუმით ან ლიტიუმით. ფიზიოლოგიური ხსნარის მაგიერ შეიძლება ხმარებული იყოს მხოლოდ რომელიმე ნატრიუმის იზოტონური ხსნარი, მაგ.: ნატრიუმის ბიკარბონატი, აზოტმჟავა ნატრიუმი. ზურგის ტვინი ჰკარგავს აგზნებულებას გლიუკოზის იზოტონურ ხსნარში 2—5 საათის განმავლობაში (ჟანგბადის ატმოსფერა!). ამის შემდეგ რომ იგი ფიზიოლოგიურ ხსნარში გადაადოთ, აგზნებულებას ხელახლად იბრუნებს.

ც ე ნ ტ რ ა ლ უ რ ი ე ლ ე მ ე ნ ტ ე ბ ი ს მ ო ნ ა წ ი ლ ე ო ბ ა რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ დ ა ღ ლ ვ ა შ ი. მთავარ საკითხს წარმოადგენს ის, თუ რომელ ცენტრალურ ელემენტზეა რეფლექსური დაღლა დამოკიდებული. პირველად ბ ა ლ ი ო ნ მ ა [1]) გვაჩვენა, რომ დაღლილობაში მამოძრავებელ ნეირონს არსებითი მნიშვნელობა არა აქვს. სტრიქნინით მოწამლული ბაყაყი თეითეული კრუნჩხვის შემდეგ რეფლექსური მოქმედების უნარს სრულიად ჰკარგავს, მაგრამ იგი კიდეე იძლევა უკანა კიდურის მოძრაობას, თუ გავაღიზიანეთ პირდაპირ ტვინი, წინა მხრიდან გულ-მკერდის ფარგალში. ეს ეფექტი უნდა იწვეოდეს წინა და გვერდის სეეტების გაღიზიანებით, რომელთა ბოჭკოები უკანა კიდურების მამოძრავებელ ნეირონებთან ბოლოვდებიან.

არსებობს აგრეთვე პირდაპირი საბუთიც იმის დასამტკიცებლად, რომ ჩვეულებრივი რეფლექსური დაღლა მართლაც საკორდინაციო ნეირონებზეა დამოკიდებული და არა მამოძრავებელზე. ვთქვათ, ავიღეთ ფხანვის მიმღებელი ველიდან ერთი რომელიმე ნაწილი, რომელიც უკანა ფეხზე ფხანვის რეფლექსს იძლევა, და გავაღიზიანეთ იგი რეფლექსის აბსოლუტურ დაღლამდე. ამის შემდეგ დავიწყეთ იმავე მიმღებელი ველის მეორე ადგილის გაღიზიანება. ამან შეიძლება ჩვეულებრივი მაქსიმალური ეფექტი გამოიწვიოს არამც თუ სწრაფად პირველი გაღიზიანების შემდეგ, აგრეთვე მის დროსაც, როდესაც აბსოლუტური დაღლა უკვე არსებობს (Sherrington [2]). აქედან ცხადია, რომ ამ აბსოლუტურ დაღლავისას უკანა კიდურის მამოძრავებელ ნეირონებს კიდეე ჰქონდათ მაქსიმალური მოქმედების უნარი.

ამნაირად, **ცენტრალური რეფლექსური დაღლილობა საკორდინაციო ნეირონების სამოქმედო უნარის სწრაფად დაცემაზეა დამოკიდებული, ე. ი. იმ ცენტრალურ ელემენტების დაღლავაზე, რომლებშიც მთავარი საკორდინაციო პროცესები მიმდინარეობს.**

ზემო აღნიშნულ ცდას მიმღებელი ველის ორი ადგილის გაღიზიანების შესახებ აქვს დიდი მნიშვნელობა კიდევ ერთი მხრივ. **რეფლექსის მოსპობა საპასუხოდ მიმღებელი ველის ერთი რომელიმე ნაწილის ან ერთი რომელიმე ნერვის გაღიზიანებისა არაა პირობადებული შეფარდებული რეფლექსის მთელი საკოორდინაციო აპარატის დაღალვით. იღლება უმთავრესად მისი ერთი ნაწილი, რომელიც ყველაზე უფრო მჭიდროთაა დაკავშირებული გაღიზიანებულ მგრძნობიარე ნეირონებთან.** დანარჩენი ნაწილიც იღლება. მაგრამ უფრო სუსტად. ამით აიხსნება, რომ ერთი ნერვის გაღიზიანებით დაღალვის შემდეგ მეორე ნერვის გაღიზიანება თუმცა იძლევა ეფექტს. მაგრამ შედარებით პირველთან ეს ეფექტი უფრო მალე ისპობა გაღიზიანების გაგრძელებისას.

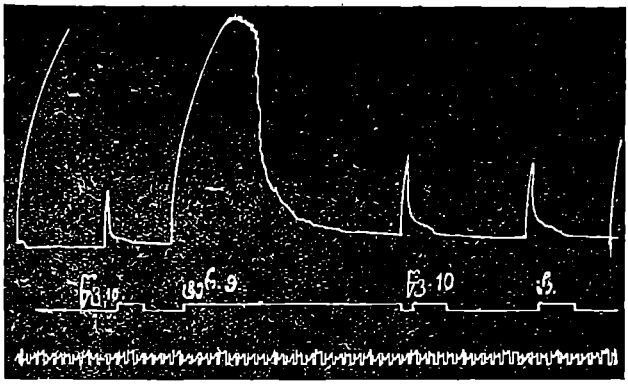
რეფლექსური დაღალვის ხისწრაფე გაღიზიანების ინტენსივობის მიხედვით. რეფლექსური დაღალვა მით უფრო სწრაფად სწარმოებს. რაც უფრო მცირეა გაღიზიანების ინტენსივობა. მცირე სუბმინიმალური გაღიზიანება ეფექტს სულ მცირე ხნით იწვევს. მეტი ინტენსივობის გაღიზიანება ეფექტს უფრო მეტის ხნით იძლევა (შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი). მე-115 სურ. მაგ., სხვათა შორის ეხედავთ, რომ სუსტი გაღიზიანებისას (1, 3, 4), ეფექტი გრძელდება უფრო მოკლე ხანს. ვიდრე ძლიერი გაღიზიანებისას ხდება. ეს პარადოქსული მოვლენა ალბად იმასაა დამოკიდებული, რომ მცირე გაღიზიანებას საკოორდინაციო ნეირონების მცირე რიცხვი მოჰყავს მოქმედებაში. ძლიერ გაღიზიანებას კი მით უფრო მეტი, რაც უფრო დიდია გაღიზიანების ინტენსივობა. თვითეული ვაღიზიანებისას ყველა საკოორდინაციო ნეირონები ერთბაშად კი არ მოდიან მოქმედებაში, არამედ ჯერ ის ნაწილი, რომელიც მეტს კოლატერალებს მიიღებს გაღიზიანებულ ფესვებიდან, შემდეგ კი ისიც, სადაც ეს კოლატერალები ნაკლებად თავდება, და ამიტომ ვიდრე აიგზნებოდეს, მის აგზნებულებას უნდა მოემატა. მისდა მიხედვით თუ როდის აიგზნება თვითეული მათგანი. ზოგის დაღალვა ადრე მოხდება, ზოგისა კი გვიან. როდესაც გაღიზიანება სუსტია. მაშინ აიგზნება სულ მცირეოდენი საკოორდინაციო ნეირონები და ამისდა მისედვით რეფლექსის დაღალვაც მალე მოხდება. როდესაც გაღიზიანება ძლიერდება. მაშინ გაღიზიანების ჟამს სულ ასალ-ახალი ნეირონები იწყებს მოქმედებას და ამიტომ რეფლექსის დაღალვა გვიანდება.

ამის გარდა თვითეული ნეირონის მოქმედების ხანგრძლივობა დამოკიდებული უნდა იყოს იმაზე, თუ იგი რამდენ აგზნებულ კოლატერალებს მიმღებლობს. მოქმედების დროს საკოორდინაციო ნეირონის აგზნებულება ეცემა უფრო სწრაფად, ვიდრე კუნთის და ნერვის. რაც უფრო დაბლა ეცემა საკორდინაციო ნეირონი, მით უფრო მეტი გაღიზიანება უნდა იყოს ნახმარი მისი ასაგზნებლად, ე. ი. მგრძნობიარე კოლატერალების მით უფრო მეტი რაოდენობა უნდა იყოს აგზნებული. აქედან გასაგებია, რომ რაც უფრო სუსტი იქნება გაღიზიანება, ე. ი. რაც უფრო მგრძნობიარე ბოჭკოების ნაკლები რაოდენობა აიგზნება, მით უფრო მალე შესწყდება მომქმედი საკოორდინაციო ნეირონების აგზნება.

აშნაირად, **მძლავრი გაღიზიანებისას რეფლექსური მოქმედება უფრო ხანგრძლივია, ვიდრე სუსტი გაღიზიანებისას, ვინაიდან ჯერ ერთი მომქმედი**

საკოორდინაციო ნეირონებიდან ზოგის მოქმედება იწყება ადრე, ზოგის გვიან, და მერე, რაც უფრო მძლავრია გაღიზიანება. მით უფრო დიდხანს გრძელდება ამ ნეირონების მოქმედება მიუხედავად აგზნებულების შემცირებისა დაღლილობა გამო. (ბერიტაშვილი).

აგზნებულების მატება დამღალველი გაღიზიანების გამო. რაც გინდა ძლიერი იყოს გაღიზიანება, მისი ეფექტი მაინც და მაინც



სურათი 115.

[illegible] 115. [illegible] ნეტ [illegible] დალ [illegible] ინ [illegible] ინ [illegible] ინ

საზურგტვინო პრეპარატზედ. უკანა ფეხის მოხერის რეფლექსი იწერება კიმოგრაფზედ მთელი ფეხის მოძრაობის სახით. ეს ფეხი ღიზიანდება ორ ალაგას: წვივზე და ტერფზე. წვივის გაღიზიანება უფრო სუსტია, მის მიერ გამოწვეული ეფექტი ისპობა, ე. ი. იღლება ორ-სამ წუთში (1, 3, 4). ტერფის გაღიზიანება უფრო ძლიერია. იგი ისპობა 20 წუთში (2). ამ გაღიზიანების შედეგ წვივის ეფექტი მატულობს, თუმცა თვითონ ტერფის ეფექტი საბოლოოდ იყო დაღლილი. იგი იძლევა მომატებულ ეფექტს 15 წუთის შემდგომაც (4).

პრაქტიკუმი.

დაკვირვება ცენტრალური დაღლილისა გაღიზიანების ხანგრძლივობის ხანგრძლივობის ინტენსივობის ხმარებისა. ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატი. გამოაჩენენ n. peroneus-ს და m. semitendinosus-ს. ღიზიანდება ტეტანიზაციით ეს ნერვი და semit.-ის რეფლექსური ეფექტი იწერება კიმოკრაფზედ. ჯერ იპოვიან ზღურბლს და დასწერენ საზღვრბლე ეფექტს ხანგრძლივ გაღიზიანებისას. მერე ცოტას მოუმატებენ გამაღიზიანებელ ძალას და გააღიზიანებენ მას ისეთი ხანგრძლივობით, რომ ეფექტი გაღიზიანების დროსვე გათავდეს, ე. ი. ეფექტის დაღლამდე. რაც უფრო მეტი იქნება გამაღიზიანებელი ძალა, მით უფრო მეტი დრო იქნება საჭირო ეფექტის დაღლისათვის.

დაკვირვება აგზნებულების მომატებისა დამღლელი გაღიზიანების დროს. იგივე პრეპარატი. გარდა n. peroneus-ისა გამოჩენილია n. superficilis. ერთი ნერვის გაღიზიანებით ეფექტის დაღალვა აგზნებულებას ჰმატებს მეორე ნერვის გაღიზიანების მიმართ. ეს აგზნებულების მომატება აგზნების ირადიაციის შედეგს წარმოადგენს.

ლიტერატურა.

M. Verworn, Ar. An. Physiol. Supplb., 1900, გვ. 152; Die Biogenhypothese. 1903. Jena.

2. S. Baglioni. Z. allg. Physiol., 1909, v. 1.

3. H. Winterstein, Ar. An. Physiol., Supplb., 1900, გვ. 177.

4. E. Bass, Z. Biol., 1923, 78, 161; Centr. Physiol., 1908, 21, 869; Z. all. Physiol., 1907, 6, 315.

5. S. Baglioni, Zur Analyse d. Reflexfunktion etc. 1907.

6. C. Sherrington, Int. Act. Ner. Syst. 1906.

7. J. Beritoff, Erg. Physiol., 1924, 23, 33.

8. N. Wedensky, Fol. neuro-biol., 1912, 6, 591.

8 ცენტრალური ნერვული სისტემის უკოორდინაციო მოქმედება.

წინასწარი განმარტება. როგორც ჩვენ აღვნიშნეთ, ჩვეულებრივი რეფლექსური მოქმედება კოორდინაციულია და იგი გულისხმობს სამი ნეირონის მონაწილეობას ამ მოქმედებაში: მგრძნობიარე, საკოორდინაციო და შამოძრავებელი ნეირონის მონაწილეობას. ეს დასკვნა გამომდინარეობს პირდაპირ ფიზი-

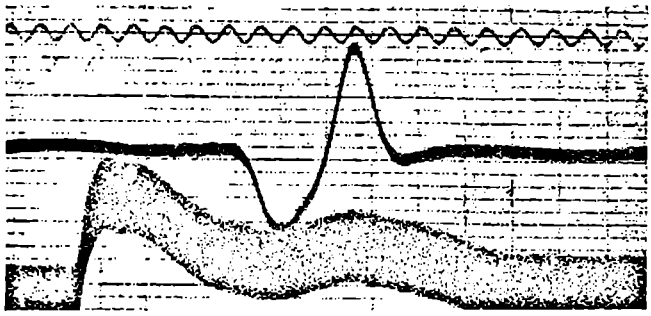
ოლოგიური დაკვირვებიდან. დებულება უმარტივესი რეფლექსური რკალის შემადგენლობის შესახებ არ ეთანხმება ცენტრალური ნერვული სისტემის ჰისტოლოგიურ გამოკვლევას. ცნობილი ჰისტოლოგების მიერ იყო დამტკიცებული, რომ მგრძნობიარე ნერვული ბოჭკოები და მათი კოლატერალები ბოლოვდებიან არა მარტო უკანა და გვერდით რქებში, ე. ი. საკოორდინაციო ნეირონების გარშემო, არამედ აგრეთვე წინა რქებში. მამოძრავებელ ნეირონებთან. (იხ. სურ. 64) (Köllike. Ramon y Cayal, Lenhossek, Edinger [1]). აქედან მათ დასკვნეს, რომ უმარტივესი რეფლექსური რკალი ორი ნეირონისგან უნდა შესდგებოდეს. სწორედ ეს ჰისტოლოგიური დაკვირვება იყო მიზეზად იმისა, რომ მრავალი გამოჩენილი ფიზიოლოგი იზიარებდა იმ აზრს, რომ საზოგადოდ რეფლექსური მოქმედებისათვის ორი ნეირონია საკმარი: მგრძნობიარე და მამოძრავებელი (ვ ე დ ე ნ ს კ ი, შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი და სხვები. იხ. გვ.). მაგრამ ფაქტიურად უკანასკნელ დრომდის ამ ჰისტოლოგიურ დაკვირვებაზედ დაფუძნებული აზრი ფიზიოლოგიურ გამოკვლევაში არ მართლდებოდა. მხოლოდ ამ ბოლო დროს იყო ფიზიოლოგების მიერ წამოყენებული ისეთი ფაქტები, საიდანაც ცხადად სჩანს, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში აგზნების გავრცელება ზურგის ტვინში სამი ნეირონიანი რკალით არ უნდა სწარმოებდეს, არამედ ორი ნეირონით, თანახმად ჰისტოლოგიურ დაკვირვებისა.

მ ყ ე ს ი ს რ ე ფ ლ ე ქ ს ე ბ ი. დიდი ხანია ცნობილია ერთი ისეთი რეფლექსური მოძრაობა, რომელსაც არავითარი კოორდინაციის ნიშანი არა აქვს. და მით არსებითად ირჩევა სხვა რეფლექსურ მოძრაობათაგან. ასეთია რეფლექსური კუნთის შეკუმშვა, რომელიც მისი მყესის გაღიზიანებით იწვევა, რის გამოც ამ რეფლექსს **მყესის რეფლექსი** უწოდეს. ეს რეფლექსი მასში მდგომარეობს, რომ საპასუხოდ მყესის მგრძნობიარე ნერვების გაღიზიანებისა მყესის გაჭიმვის ან მასზე დარტყმის გამო იკუმშება მხოლოდ ის კუნთი, რომლის მყესიც ღიზიანდება. ვთქვათ, მაგ. რომ ღიზიანდება მუხლის გამშლელის quadriceps-ის მყესი. საპასუხოდ შეიკუმშება მხოლოდ ეს გამშლელი. სხვა გამშლელები არ შეიკუმშებიან. სხვა რეფლექსებში. როდესაც გამშლელი იკუმშება რეფლექსური გზით, მაშინ უსათუოდ მისი ანტაგონისტი მომხვრელი შეკავდება. მყესის რეფლექსებში შეკავება სრულიად არ ხდება. როდესაც მოყვანილ მაგალითში მუხლის გამშლელი იკუმშება. მაშინ მუხლის მომხვრელები შეკავებას არ განიცდიან (Sherrington [2]). შემდეგ მყესის რეფლექსი ნიშანდობლივად ირჩევა სხვა რეფლექსებისგან იმით, რომ მისი ფარული პერიოდი, ე. ი. ის დრო, რომელიც გაღიზიანების მომენტიდან რეფლექსის დაწყებამდე გადის, უფრო ნაკლებია, ვიდრე სხვა რომელიმე რეფლექსისა.

ადამიანის მყესის რეფლექსის ფარული პერიოდი ერთი ავტორის გამოკვლევით წუთის 0,019—0,023-ს უდრის (ჰ ო ფ მ ა ნ ი [1]). აქედან ზურგის ტვინში აგზნების გატარებას მხოლოდ 0,0034 წუთი უნდა (Jendrássik [3]). ეს დრო თუმცა ძალიან მცირეა, მაგრამ იგი მაინც უფრო მეტია ნერვის ღეროსთან შედარებით. ამ ხნის განმავლობაში აგზნება ნერვში 20 სანტიმეტრს გაიელიდა. ზურგის ტვინში კი მხოლოდ ერთ სანტიმეტრ მანძილს გაიელიდ.

მესამე დამახასიათებელი ნიშანი მყესის რეფლექსისა მდგომარეობს მასში. რომ ერთხელობრივი გაღიზიანებით გამოწვევისას ამ რეფლექსს თან სდევს მხო-

ლოდ ერთი მოქმედების ელექტროდენი, მაშ. ერთი აგზნების იმპულსი (Hoffmann[3]-Dittler[4]). ჩვეულებრივ კოორდინაციულ რეფლექსში კი საპასუხოდ ერთხელობრივი გაღიზიანებისა ხშირად ვღებულობთ მოქმედების ელექტროდენის მთელ რიგს. (Hoffmann[5]), ბერიტაშვილი[7]) (იხ. სურ. 116).



სურ. 116.

სურ. 116. მუხლის გამშლელის quadriceps-ის მოქმედების ელექტროდენი მყესის რეფლექსში. ზემო მრუდე იძლევა დროს: თითო რხევა უდრის წუთის 1/100-ს. ამის ქვეშ მოცემულია სიმის გალვანომეტრის საშუალებით ორფაზიანი მოქმედების ელექტროდენი. მრუდის დაბლა დაწევა—პირველი ფაზა—აღნიშნავს პროქსიმალური ელექტროდის ელექტრობას, მაღლა აწევა კი—მეორე ფაზა—აღნიშნავს დისტალური ელექტროდის ელექტრობას. სულ დაბლა მოცემულია მყესის გაღიზიანების მომენტი: ხაზის მაღლა აწევა აღნიშნავს ჩაქუჩის დარტყმას მყესზე (ჰოფმანისა).

კუნთის საკუთარი რეფლექსი. კუნთის რეფლექსური მოძრაობა, იწვევა არა მარტო მყესის გაღიზიანებით, არამედ თვითონ კუნთის მგრძნობიარე ნერვების გაღიზიანებითაც, სახელდობრ, კუნთის გაჭიმვით (ასაიამა[10]) შერინგტონი[11]), ან მისი მგრძნობიარე ნერვის ელექტრული გაღიზიანებით (ჰოფმანი[4]). ეს რეფლექსი სრულიად ისეთივე ხასიათისა, როგორც მყესის რეფლექსი: იგი უკოორდინაციოა და იწვევა შეკუმშვის სახით მხოლოდ იმ კუნთზე ან და კუნთის იმ ნაწილზე, რომლის მგრძნობიარე ნერვი ასე თუ ისე ღიზიანდება; ამასთან ფარული პერიოდი მოკლეა შედარებით კოორდინაციულ რეფლექსთან (ასაიამა, შერინგტონი). ამიტომ ამ კუნთის და მყესის რეფლექსებს ჰოფმანმა საერთოდ **საკუთარი რეფლექსის** სახელი უწოდა. კუნთის საკუთარი რეფლექსი, გაჭიმვის მიერ გამოწვეული, არსებობს მხოლოდ იმ დროს, ვიდრე გაჭიმვა სწარმოებს. გაჭიმვის მოსპობის შემდეგ ეს შეკუმშვაც ისპობა: შემდეგმოქმედება ან სულ მცირეა ან და სულაც არ არის. რეფლექსი იწვევა როგორც სწრაფად გაჭიმვით, ისე ნელნელა და თანდათანობით გაჭიმვით. მასთან რეფლექსი იწვევა ისეთი მცირე გაჭიმვით, როგორც 0,8"/„-ით სიგრძის მომატება. მსგავსად მყესის რეფლექსებისა კუნთის საკუთარი რეფლექსები ისპობიან

კუნთის მგრძნობიარე ნერვების გადაჭრისას ან და კუნთის შეკვეთებისას რეციპროკული ინერვაციის დროს („შერინგტონი") (იხ. სურ. 117).

კუნთის საკუთარ რეფლექსებს ახასიათებს ჰოფმანის') გამოკვლევები: შემდეგი თავისებურებანი.

1. **რეფლექსის ლოკალიზაცია.** რაც გინდა მძლავრი იყოს გაღიზიანება, რეფლექსი არ ვრცელდება სხვა კუნთებზე. ჩვეულებრივი კოორდინაციული მოქმედება, როგორც ვიცით, განიცდის ირადიაციას მით უფრო მეტი ფარგლით, რაც უფრო მეტია გაღიზიანების ინტენსიობა. ამიტომ ერთი და იგივე კოორდინაციული რეფლექსი შეიძლება მიღებული იყოს სხვადასხვა მიღებული ველის გაღიზიანებით. საკუთარი რეფლექსი კი სწარმოებს სრულიად განსაზღვრული გზით, რომელსაც იგი არ სცილდება.

2. **სუმაციის უარსებობა.** მყესის თუ კუნთის გაღიზიანება ან მოქმედობს, ე. ი. იწვევს საკუთარ რეფლექსს, ან სრულიად უმოქმედოა. მაშ., სუბმინიმალური გაღიზიანების განმეორებით რეფლექსი არ გამოიწვევა. ამით იგი ნიშანდობლივად ირჩევა დაცვის ან სხვა კოორდინაციული რეფლექსისგან.

3. **რეფლექსის ხანგრძლივობის დამოუკიდებლობა გაღიზიანების ინტენსივობისგან.** საპასუხოდ ერთი გაღიზიანებისა მუდამ ერთი სააგზნებო იმპულსი იწვევა. ისე როგორც ეს ხდება ნერვ-კუნთის პრეპარატში. მაშ., საკუთარმა რეფლექსმა შემდეგმოქმედება არ იცის. ამითაც იგი არსებითად ირჩევა სხვა რეფლექსებიდან.

4. **დაუღლელობა ან და ნაკლები დაღლილობა.** საკუთარი რეფლექსი ისე ადვილად არ იღლება, როგორც დაცვის რეფლექსები. ჰოფმანის ერთ ცდაში საკუთარი რეფლექსი გამოწვეული იყო 8000 ჯერ.

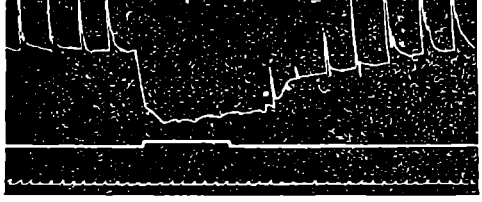
5. **რეაქციის დროს სიმცირე.** საკუთარ რეფლექსს ყველაზე უფრო მოკლე ფარული პერიოდი აქვს. გარდაცემის დრო ზურგის ტვინში ერთი ნეირონიდან მეორეზე ძალიან უახლოვდება ნერვიდან კუნთში აგზნების გარდაცემის დროს. მერე ეს დრო არ არის დამოკიდებული გაღიზიანების ინტენსიობაზე ან და ზურგის ტვინის ფუნქციურ მდგომარეობასე.

6. **სტრიქნინით მოწამვლა არ ახდენს გავლენას საკუთარ რეფლექსზე.** რეფლექსი არ ძლიერდება მეტის-მეტად სტრიქნინის მოწამვლის შემდეგ. იგი იწვევა მაშინაც, როდესაც მოწამვლისა გამო სხვა რეფლექსური მოქმედება არ იწვევა ზურგის ტვინის მეტის-მეტად მოქანცვისა გამო.

7. **საკუთარ რეფლექსს არავითარი „მიზანშეწონილება" არ ეტყობა.** მას არ აქვს თავის თავად რამე მნიშვნელობა ცხოველის ყოფაქცევაში. იგი მხოლოდ მონაწილეობს ყველა სხვა რეფლექსების წარმოებაში და ასრულებს დამხმარე ფუნქციას. მაგ., კუნთის საკუთარ რეფლექსებს მიაწერენ ერთგვარ მნიშვნელობას დგომის სტატიკური რეფლექსის და საზოგადოდ კიდურთა ტონური გაშლის გამოწვევაში. ცნობილია რომ, თუ რომელიმე კუნთის მგრძნობიარე ნერვები დადამბლდა, მაშინ მისი ტონური შეკუმშვა მნიშვნელოვნად მცირდება. ასე ხდება მაგ., მგრძნობიარე ნერვის გადაჭრისას ან და კუნთში ნოეოკოკაინის შეშხაპუნებისას.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი საკუთარი რეფლექსების თავისებურებანი ცხადლივ გვიმტკიცებენ, რომ **საკუთარი რეფლექსების რკალშ., საკორდინაციო ნეირონი არ შედის, რომ აგზნება ზურგის ტვინში მგრძნობიარე ნეირონიდან პირდაპირ მამოძრავებელზე გადადის, რომ. მაშ., საკუთარი რეფლექსების რეფლექსური რკალი მხოლოდ ორი ნეირონისგან შესდგება: მგრძნობიარე და მამოძრავებელისგან.**

საკუთარი რეფლექსები მეტად ოაქტი ბუნებისაა. ყოველივე ვიზებრივი და ფიზიკური მოქმედება გავლენას ახდენს ამ რეფლექსებზე. სახელდობრ, ხელს უწყობს მათ. მაგ., გრძნობათა ორგანოების გაღიზიანება. ხმა, კუნთების შეკუმშვა ან დაძაბვა, სველება, ყლაპვა, კოთხვა, ანგარიშის წარმოება (Lombard [14]), Bowditch [15]). როგორც ჰოფმანი საბარილიანად აღნიშნავს, ყოველივე ვონე-



სურ. 117.

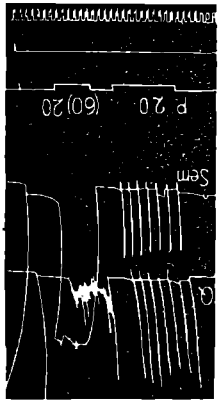
სურ. 117. რეფლექსური [illegible] ბაყაყის [illegible] ტვინის პრეპარატი, რომელს ეკ [illegible] ტვინიდან [illegible] ტვინის ფესვა ორ გიბრაკამდე. სურათი იღებდა მეტალს გრაფიტელის m. quadriceps-ის [illegible] შეკუმშვას სპასმურად ამ კუნთის მყესის მეკანიკური გაღიზიანებისა ორასამ წუთში ერთხელ. ეს შეკუმშვანი ისპობიან მგრძნობიარე ნერვის სუსტი ელექტრული გაღიზიანების გავლენით. ისისოგნალი ხაზის ზემოთ აწევა, მყესის რეფლექსის მოსპობასთან ერთად დაბლა იწევს მოკლედ [illegible], რაც მიუთითებს, რომ [illegible] გაბმულის ტონური შეკუმშვის შეკუმშვისა ერთად ფარადიული გაღიზიანების გამო. გაღიზიანების შემდეგ ტონური შეკუმშვა და მყესის რეფლექსი — [illegible] ნორმალურ აღსდგენ (შეკრინგტონი).

ბრივი თუ ფიზიკური მუშაობის დროს ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედება არ განისაზღვრება მისი ერთი რომელიმე ნაწილით. ირადიაციული აგზნების გავლენას საზოგადოდ კუნთის მამოძრავებელი ნეირონებიც უნდა განიცდიდენ. ეს უნდა უმატებდეს მათ აგზნებულებას, რის გამოც საკუთარი რეფლექსები უნდა ძლიერდებოდეს. საკუთარ რეფლექსებს ხელს უწყობს აგრეთვე კუნთის ტონური მდგომარეობა. თუ რომ შეკავებისა გამო ტონური შეკუმშვა მოისპო, მაშინ საკუთარი რეფლექსებიც ისპობიან. საზოგადოდ ეს რეფლექსები ადვილად შეკავდებიან დაცვის ან სხვა კოორდინაციულ რეფლექსებში რეციპროკული შეკავების გავლენით (იხ. სურ. 117). საკუთარი რეფლექსი არ იწვევა აგრეთვე მალე ნებელობითი შეკუმშვის შემდეგ ასე $^1/_{10}$ წუთის განმავლობაში. ეს ალბად იმა-

ზე უნდა იყოს დამოკიდებული. რომ საკუთარი რეფლექსი მოიხმარს ენერგიას იმავე მარაგიდან, რომლის საშუალებით სწარმოებს ნებელობითი ან სხვა კოორ. დინაციული რეფლექსის ნერვული მოქმედება.

ცენტრალური ნერვული სისტემის უკოორდინაციო მოქმედება აგზნებულების მომატებისა გამო. სრულიად ნორმული კოორდინაციული მოძრაობანი მიმღებელი ველის ან და მგრძნობიარე ნერვების გაღიზიანების საპასუხოდ მხოლოდ ც. ნ. ს.-ის ნორმული აგზნებულებისას გამოიწვევიან. მაგრამ თუ აგზნებულებამ ნორმას გადააჭარბა რამე მიზეზით, მაგ.. სტრიქნინის მოწამელიან ან ც. ნ. სისტემის დაზიანების გამო, მაშინ პერიფერიული გაღიზიანება აღარ იწვევს კოორდინაციულ მოძრაობას. ისეთი სუსტი გაღიზიანება, რომელიც ჩვეულებრივ ნორმულ მდგომარეობისას არავითარ ეფექტს არ იძლეოდა. აგზნებულების აღმატებისას კუნთების საერთო შეკუმშვას იწვევს. ასე მაგ.. კატას რომ ზურგის ტვინი გადაეკრას გულმკერდის ფარგალში, ერთი ორი საათის შემდეგ ზურგის ტვინის წელის ნაწილში აგზნებულება ძალიან მატულობს, ვინაიდგან იგი განიცდის მრავალ სუბმინიმალურ გაღიზიანებას ჭრილობის მხრიდან. აგზნებულება იმდენად მატულობს, რომ როგორც უკანა ფესვის ნომელიმე მგრძნობიარე ნერვის, ისე უკანა ფეხის გაღიზიანება თითო თითო ინდუქციის კვეთებით იწვევს მარტივი ხასიათის შეკუმშვას პირველად ყოველისა ველა იმ კუნთებში, რომელთა მამოძრავებელი ნერვები გაღიზიანებული უკანა ფესვის სეგმენტიდან გამოდიან: შემდეგ აგრეთვე იმ კუნთებში, რომელიც მეზობელ სეგმენტებიდან მიმღებლობენ სათანადო მამოძრავებელ ნერვებს, ხოლო უფრო სუსტი ინტენსიობით და მასთან მით უფრო სუსტით, რაც უფრო დაშორებულია ამ კუნთების მამოძრავებელი ნერვების გამოსვლის ადგილი გაღიზიანებული უკანა ფესვის სეგმენტიდან. ამასთან დამტკიცებული იყო, რომ ეს რეფლექსური რეაქციები სრულიად უკოორდინაციოდ სწარმოებენ. შეკუმშვა ველა კუნთებსე მოძხვრელებზე და გამშლელებზე იწყება ერთსადაიმავე დროს (იხ. სურ. 118). ასეთი სინქრონიული შეკუმშვა ანტაგონისტური კუნთებისა ხდება აგრეთვე სუსტი ფარადიული გაღიზიანებისას. მაგრამ თუ ფარადიული გაღიზიანება დიდი ინტენსიობისა არის, მაშინ ეფექტი საფუძვლიანად იცვლება. იგი კოორდინაციულ სასიათს ღებულობს. თუ გაღიზიანებული უკანა ფესვი შეიცავს მგრძნობიარე ნერვებს გაშლის მიმღებელ ველიდან (კატაზე მეხუთე, მეექვსე და წილობრივ მეშვიდე წელის უკანა ფესვი), მაშინ მივიღებთ ტიპიურ გაშლის რეფლექსს: გამშლელთა შეკუმშვას და მომხვრელთა შეკავებას. თუ კი ღიზიანდება უკანა ფესვები, რომელნიც შეიცავენ მეტ წილად მგრძნობიარე ნერვებს მოხვრის მიმღებელ ველიდან (მერვე, მეცხრე, მეათე და წილობრივ მეშვიდე უკანა ფესვი), მაშინ ტიპიურ მოხვრის რეფლექსს ვღებულობთ. ხშირად მძლავრი გაღიზიანების მიერ არ იწვევა სუფთა რეციპროკული ინერვაცია:როდესაც ერთი ჯგუფი კუნთებისა აგზნებაშია, მაშინ მეორე ჯგუფი შეკავებასთან ერთად აგზნებასაც განიცდის, რაც სუსტ შეკუმშვაში გამოიხატება, როგორც ამას სურ. 118 გვიჩვენებს. ამ ფაქტების ანალიზიდან დასკვნილი იყო, რომ აგზნება, რომელიმე მგრძნობიარე ნერვის გაღიზიანებისას ვრცელდება ზურგის ტვინში როგორც საკოორდინაციო აპარატის

საშუალებით, ისე უამისოდ პირდაპირ მგრძნობიარე ნერვებიდან მამოძრავებელ-ზედ გადასვლით. როდესაც აგზნებულება ზურგის ტვინში ნორმაღლია. ასეთი მოკლე გზით აგზნების გავრცელება მხოლოდ მყესის და კუნთის საკუთარ რეფ-ლექსში სწარმოებს. აგზნება არ გადადის პირდაპირ მამოძრავებელ ნეირონზე ყველა დანარჩენ შემთხვევებში ალბად იმ მიზეზით, რომ მამოძრავებელი ნეირონების აგზნებულება არაა საკმარისი მისი პირდაპირი გზით ასაგზნებლად. ხოლო როდესაც აგზნებულება მატულობს საერთოდ ტვინში ან კერძოდ მამოძრავებელ ნეირონებში. მაშინ თითო ინდუქციის კვეთების მიერ ერთიანელობრივი გალისიანება საკმარისი ხდება მამოძრავებელი ნეირონების ასამოქმედებლად. თუნდაც ამავე დროს საკოორდინაციო აპარატი უმოქმედოდ იყოს. მაგრამ თუ გალისიანება ძლიერია და მასთან ფარადიული, მაშინ პერიფერიული აგზნების გასწიოე-



სურ. 118.

სურ. 118.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ანნაირად, ანანასმად ჰისტოლოგიური და ფიზიოლოგიური გამოკვლევებისა **პერიფერიული აგზნება ვრცელდება ზურგის ტვინში და იწვევს პერიფერიულ ეფექტს ორი გზით: სამ-ნეირონიანი რეფლექსური რკალით, რომელიც საკოორდინაციო ნეირონს შეიცავს, და ორ-ნეირონიან რეფლექსური რკალით, რომელსაც პერიფერიული აგზნება მგრძნობიარე ნეირონიდან პირდაპირ მამოძრავებელზე გადააქვს ე. ი. საკოორდინაციო ნეირონის გამოტოვებით.**

პრაქტიკუმი.

[illegible]

ლიტერატურა.

1. L. Edinger, Vorlesungen üb. d. Bau d. nervösen Zentralorgane. 1911. Leipzig. ტ. I.
2. C. Sherrington, Int. Act. Ner. Syst., 1906; Proc. Roy. 1892, 52, 556.
3. E. Jendrassik, Arch. klin. Med., 1891, 569.
4. P. Hoffmann, Untersuch. üb. d. Eigenreflexe (Sehnenreflexe) menschlicher Muskeln. 1922. Berlin.
5. R. Dittler, და Günter, Pfl. Ar., 1914, 155, 251.
6. P. Hoffmann, Ar. An. Physiol., 1910. გვ. 233.
7. J. Beritoff, Z. Biol., 1913, 62, 125.
8. C. Sherrington, Q. J. Exp. Physiol., 1909. 2, 109.
9. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1924. 202, 265.
10. Ch. Asayama, Q. J. Exp. Physiol., 1915. 9, 265.
11. E. G. T. Liddell და C. Sherrington, Proc. Roy. Soc., B, 1924, 96, 212.
12. W. P. Lambard, Am. Jour. of Psychol. Okt. 1887.
13. Bowditch, u. Warren. J. Physiol., 1890, 11· 25.

14. რეფლექსური აპარატის შოკი.

ზოგადი ცნება. მძლავრი გაღიზიანება, როგორც ნერვის ან მეტადრე ტვინის გადაკვეთა, ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ერთნაირ ცვლილებას იწვევს, რომლის მსგავს პერიფერიულ და ნერვულ სისტემაში არ ვხვდებით. სახელდობრ, **იგი დროებით ამდაბლებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემას, ე. ი. აცლის მას მოქმედების უნარს;** ყოველნაირი რეფლექსური მოქმედება ისპობა, ისე რომ უძლიერესი გაღიზიანებითაც კი დამცველი რეფლექსის გამოწვევა შეუძლებელი ხდება. ეს აბსოლუტური უმოქმედობა დროს განმავლობაში რეფლექსური მოქმედების ღრმა დეპრესიად შეიცვლება და გაივლის ხოლმე დიდის თანდათანობით რამდენიმე საათის, დღის თუ თვეების განმავლობაში. ამ მოვლენას ინგლისელმა მეცნიერმა ჰოლმა (Marshall Hall 1850[1]) **შოკი** (შერხევა, კვეთება) უწოდა. იგი წარმოიშობა არა მარტო ნერვული სისტემის გადაკვეთისას. იგი ჩვეულებრივი მოვლენაა ყველანაირ მეტის მეტ გაღიზიანებისას, მაგ., ნერვული სისტემის შენძრევისას, როგორც ეს ჩამოვარდნის ან სხვა მიზეზით ხდება.

შოკის ინტენსივობის ცვალებადობა. შოკის მოვლენა, რასაკვირველია, მით უფრო ხანგრძლივია, რაც უფრო ძლიერია გაღიზიანება ან რაც უფრო ფართოა მავნე ზედმოქმედება. იგი სხვადასხვა ხარისხით აჩნდება სხვადასხვა მოდგმის ცხოველებს. რაც უფრო ცხოველი განვითარების მაღალ საფეხურზე დგას, იმდენად ძლიერი და ხანგრძლივია მისი შოკური მდგომარეობა. ადამიანზე, მაიმუნზე და კატა-ძაღლზედაც კი ცენტრალური ნერვული სისტემა დიდის ხნით და ხან საბოლოოთაც ჰკარგავს მოქმედების უნარს, თუ რომ იგი ნორმალურ მდგომარეობისას გადიკვეთა. ამუიბიებს იმავე პირობებში შოკური მოვლენა სულ მცირეთ ეტყობა--რამდენიმე წამს. ფრინველებს იგი აჩნდებათ უფრო ძლიერ, ვიდრე ამფიბიებს, მაგრამ გაცილებით უფრო ნაკლებ, ვიდრე ძუძუმწოვარ ცხოველებს.

თვითონ ძუძუმწოვარ ცხოველთა შორის შოკური მდგომარეობა მეტად განირჩევა ცხოველების სხვადასხვა საფეხურებზედ. მაიმუნს, მაგ., მყესის რეფლექსი უკანა ფეხებზედ ერთი თვის შემდეგაც არ აჩნდება, თუ რომ მას ზურგის ტვინი გულმკერდის ფარგალში გადაუკვეთეს. შინაურ კურდღელს კი იმავე ოპერაციის წარმოებისას მყესის რეფლექსი 10—15 წამის შემდგომაც გამოაჩნდება (**შერინგტონი**[2]).

შოკური მდგომარეობა ტვინის გადაკვეთისას მთელ ნერვულ სისტემას ერთნაირად არ ემართება. იგი უმთავრესად ტვინის კაუდალურ ნაკერს ემართება. ამასთან თვითეულ კაუდალურ განყოფილებაში იგი მით უფრო ძლიერ ვითარდება, რაც უფრო ახლოა გადაკვეთილ ალაგთან. მაგ., კისრის ნაწილში ზურგის ტვინის გადაკვეთისას შოკური მდგომარეობა ტანზე და კიდურებზე აღმოჩნდება. თავზე კი არა; და მასთან წინა კიდურებზედ უფრო ძლიერ, ვიდრე უკანებზედ. მერე ყოველ შემთხვევაში შოკური მდგომარეობა ემართება ცხოველს მხოლოდ ჩონჩხის მუსკულატურის მიმართ; შიგნეულობა შოკს არ განიცდის. (**შერინგტონი**[1]).

შ ო კ ი დ ა ნ ა რ კ ო ზ ი. შოკური მდგომარეობა ძლიერია, როგორც უკვე მოვიხსენეთ, თუ რომ ზედმეტი გაღიზიანება ც. ნ. ს.-ის ნორმალურ მდგომარეობისას, ე. ი. ნორმალურ აგზნებულებისას ხდება. თუ კიდე ც. ნ. ს.-ის აგზნებულება დაცემულია და მეტადრე, თუ იგი სრულიად მოსპობილია, როგორც ქლოროფორმით, ეთერით და სხვა ნარკოტული ნივთიერებით მოწამვლის შემდეგ ხდება, მაშინ ც. ნ. ს.-ას შოკური მდგომარეობა ნაკლებად აჩნდება, მით უფრო ნაკლებად, რაც უფრო ღრმად იყო დაცემული ეს აგზნებულება ოპერაციის დროს. ამიტომ არის, რომ უმაღლეს ხერხემლიან ცხოველებზედ რაიმე ოპერაციის წარმოება უნარკოზოდ შეუძლებელია. ყოველნაირი ვადაკრა ნერეული სისტემის, ფარგალში უნდა ნარკოტული დაძინების შემდეგ ხდებოდეს. მაშასადამე, **თუ ადამიანზე ოპერაციის დროს ნარკოზს ძიმართავენ, ეს მხოლოდ იმიტომ კი არა ხდება, რომ ადამიანმა ტკივილი არ იგრძნოს, არამედ უმთავრესად ამ შოკური მდგომარეობის შესასუსტებლად.**

შ ო კ უ რ ი მ ო ვ ლ ე ნ ი ს წ ა რ მ ო შ ო ბ ა. შოკის ბუნების შესახებ პირველად გ ო ლ ც მ ა გამოსთქვა თავისი აზრი. მას შოკი ხანგრძლივ შეკავებად მიაჩნდა, რომელსაც ვითომდა ტრავმის (ჭრილობის) მიერ გამოწვეული გაღიზიანება აწარმოებს, ვითომდა ტრავმა ჯერ დაზიანებით და შემდეგ ანთების პროცესით, ან და შენახორცის განვითარებით, როგორც სტიმული მოქმედობს, რომელიც შეკავებას იწვევს და მით რეფლექსურ მოქმედებას დასწევს როგორც ახლობელ, ისე დაშორებულ ც. ნ. ს.-ის რკალებში.

მაგრამ შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ მ ა[3]), რომელმაც ამ მოვლენის შესწავლას განსაკუთრებით ყურადღება მიაქცია, ბევრნაირად დაამტკიცა, რომ შოკი ცენტრალურ შეკავებას არ წარმოადგენს. 1) შოკი რომ შეკავება იყოს, მაშინ იგი გამოჩნდებოდა, როგორც კაუდალურ, ისე კრანიალურ მიმართულებით. ნამდვილად კი მხოლოდ კაუდალურ მიმართულებით ჩნდება. 2) კისრის ტვინის გადაკრის შემდეგ, მაშინვე სისხლის წოლა ეცემა, ვაზომოტორული რეფლექსი აღარ იწვევა. მხოლოდ რამდენიმე დღის განმავლობაში სისხლის წოლა ნორმას აღწევს. ამის შემდეგ რომ ზურგის ტვინი ხელახლად გადიკრას ცოტა ქვემოთ, სისხლის წოლა მხოლოდ ცოტაოდნად ეცემა და ისიც მცირე ხნობით. შოკი რომ შეკავება იყოს და მას ტრავმა იწვევდეს, ე. ი. მასზე დამოკიდებული გაღიზიანება, მაშინ სისხლის წოლის ცელილება მეორე გადაკრისას ისევითვე ძლიერი და ხანგრძლივი უნდა ყოფილიყო, როგორც პირველისას. 3) შოკური მდგომარეობა შეკავებას არ წააგავს. პირიქით, რეფლექსების შესწავლიდან სჩანს, რომ მას დაღლილობის ნიშნები უფრო აქვს. მაგ., ფხანვის რეფლექსი ხან იწვევა, ხან არა, და როცა იწვევა, უსწორმასწორო რითმით მიმდინარეობს; კანის ელექტრული გაღიზიანება მას არ იძლევა, მექანიკური კი იწვევს. ყველა ეს ნიშნები ამ რეფლექსის დაღალვას ახასიათებს.

ამნაირად, **თანახმად შერინგტონის აზრისა შოკის დროს რეფლექსური აპარატის მდგომარეობა ძლიერ წააგავს ც. ნ. ს.-ის საზოგადო დაღალვას.** იგი წარმოადგენს რეფლექსურ რკალებში გამტარებლობის გაძნელების შედეგს, როგორც ამას მამოძრავებელი ორგანოს მოქმედებიდან ვხედავთ, ანუ იგი უჩვენებს რეფ-

ლექსური რკალის ნეირონთა შორის კავშირის დასუსტებას, მათ შორის აგზნების გარდაცემის გაძნელებას.

მაგრამ შერინგტონის მიერ წამოყენებულ შეხედულებას არ უნდა ჰქონდეს გარდამწყვეტი მნიშვნელობა. ცნობილია, რომ რეფლექსური მოქმედების დასუსტებას ზურგის ტვინში მაშინაც აქვს ადგილი, თუ რომ თავის ტვინის ვავლენა ისეა მოშორებული, რომ ნერვული სისტემის გაღიზიანება სრულიად არ ეხება. ამნაირია ტრენდელენბურგის მეთოდი ტვინის გაცივებით მასში აგზნების გამტარებლობის შეწყვეტა[1]). ზურგის ტვინი ადგილობრივად ერთ რომელიმე სეგმენტის ფარგალში გავაცივოთ და ამნაირად მოვსპოთ მასში გამტარებლობის უნარი, ამის შემდეგ ზურგის ტვინის უკანა მდებარე ნაწილის მოქმედება სუსტდება კიდურის მიმართ, სისხლის წოლაც ეცემა. ამ შემთხვევაში ხდება სწორედ ისე, როგორც ზურგის ტვინის გადაკვრისას. გაცივება თავის თავად არავითარ მოძრაობას არ იწვევს, ვინაიდგან იგი თანდათანობით სწარმოებს. ნერვული სისტემა გაცივებულ ალაგს მხოლოდ სრულ პარაბიოზს განიცდის. გაცივების შეწყვეტისას გამტარებლობა უბრუნდება ნორმას და რეფლექსური მოქმედებაც უკანა ნაწილში ნორმას უბრუნდება. ტრენდელენბურგი სამართლიანად დაასკვნის, რომ **ნორმალურ პირობებში ზურგის ტვინის აგზნებულება დამოკიდებულია თავის ტვინიდან ირადიაციული აგზნებათა გავლენაზე. როდესაც გაცივებისა გამო ეს გავლენა ისპობა, აგზნებულება მასში ეცემა და ამიტომ სუსტდება აქ რეფლექსური მოქმედებაც.**

უნდა ვიფიქროთ, რომ ბუნებრივად უმაღლესს ხერხემლიან ცხოველებზე პერიფერიული გაღიზიანება რეფლექსურ მოძრაობას პირდაპირ ზურგის ტვინიდან კი არ იწვევს, არამედ ჯერ იგი მიახწევს უმაღლეს ცენტრებს და მერე აქედან უბრუნდება ზურგის ტვინის საკოორდინაციო-აპარატებს. პირდაპირი გზა საკოორდინაციო აპარატის ამოქმედებისა ჩვეულებრივ ხმარებაში არ არის. მაგრამ ეს გზა შეიძლება მოვიდეს ცოტად თუ ბევრად ხმარებაში, თუ რომ უმაღლესი ცენტრები მოშორებული იქმნა. მაგრამ, რასაკვირველია ვიდრე ეს მოხდებოდეს, ზურგის ტვინის მოქმედება უნდა დასუსტებულიყო ჩვეულებრივი მომქმედი გზების მოსპობისა გამო (Pike[1]).

ამნაირად, **შოკური მდგომარეობა ერთის მხრით თუ არის დამოკიდებული იმ დამღალველ გაღიზიანებაზე, რომელსაც ტვინის გადაკვრა იძლევა, მეორე მხრივ იგი პირობადებული უნდა იყოს აგზნებულების დაცემით, რომელიც თავის ტვინიდან აგზნებათა გავლენის მოსპობას მოსდევს.**

პრაქტიკუმი.

შოკის დადასტურება ბაყაყზედ. საზოგადოდ ბაყაყზედ შოკური მდგომარეობა ძლიერ მცირე ინტენსივობით წარმოიშობა და მასთან მცირე ხნითაც სულ 10—15 წამით. მაგრამ თუ ავიღებთ თბილ ბაყაყს ზაფხულის სეზონში, შოკური მდგომარეობა მას ბევრად უფრო ძლიერ ემართება. იღებენ ბაყაყს, გადუკვრიან ზურგის ტვინს და მაშინვე მის საზღურბლე გაღიზიანებას და რეფლექსების ინტენსივობას გაითვალისწინებენ. აღმოჩნდება, რომ გადაკვრის შემდეგ ზურგის ტვინის აგზნებულება და მისი მოქმედება მეტის-მეტად მცირეა. რამდენიმე წამის შემდეგ აგზნებულება და რეფლექსური მოქმედება ნორმას უბრუნდება.

ლიტერატურა.

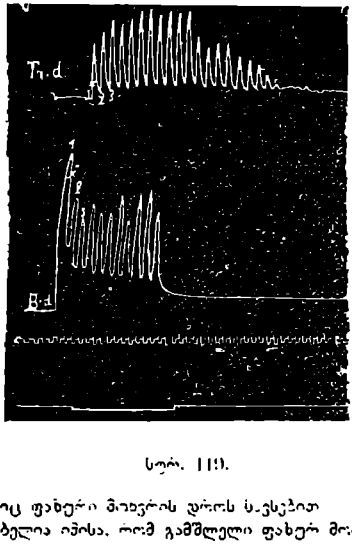
1. Marshall Hall, Synopsis of the Diastaltic Nervous System. 1853. London.
2. C. Sherrington, Int. Act. Ner. Syst. 1906.
3. W. Trendelenburg, Pfl. Arch., 1910, 133, 305; 1910, 135, 469; 1911, 137, 515; Zentr. Physiol., 1914.
4. F. H. Pike, Am. J. Physiol., 1909. 24, 124. Am. J. Physiol., 1912, 30, 436; Q. J. Exp. Physiol., 1913, 7, 1.

15. რითმული რეფლექსი.

ზოგადი ცნება. ზოგიერთი დამცველი რეფლექსი, როგორც მოცილების და ფეხანვის რეფლექსი, კიდურთა მოძრაობანი ლოკომოციის დროს, როგორც სიარულისას, ხტუნვისას, რითმულად მიმდინარეობენ. მოძრავი კიდური შორიგეობით ხან გაჰშლის ყველას თუ ზოგიერთ სახსრებს, ხან მოჰხრის. მოძრაობის თვითეულ ფაზაში თვითეული ფეხის კუნთების მონაწილეობა სწორეთ იმავე პრინციპით სწარმოებს. როგორც ჩვენ მივიღეთ საერთოდ კოორდინაციული მოძრაობის შესახებ. მაგ., სიარულის დროს ფეხის გაშლის ფაზაში კუნთების დაყოფა შეკუმშულ და შეკავებულ ანტაგონისტთა ჯგუფად სწორედ ისეთივეა, როგორც გაშლის დამცველ რეფლექსში: მოხერის ფაზაში კიდე სწორედ ისეთია, როგორც მოხერის დამცველ რეფლექსში (იხ. სურ. 119) Sherrington[1]). ხოლო როდესაც ფეხი ყველა სახსრებში ერთგვარ მოძრაობას არ აწარმოებს, როგორც, მაგ., მოცილების და ფეხანვის რითმულ რეფლექსში ხდება, მაშინ კუნთთა მონაწილეობა თავისებურია. მოცილების რეფლექსში, მაგ., უკანა ფეხი მენჯ-ბარძაყის სახსარში მუდმივ მოხრილია, მუხლში კი ხან იშლება, ხან კი იხერება. ამისდა შესაფერად მცლის მომხვრელების m. semitendinosus და sartorius-ის მონაწილეობა მეტად თავისებური ხასიათისაა. ორივე კუნთი ორსახსრიანია. ხოლო პირველი თავის ანატომიური მდებარეობით მუხლსა ჰხრის, მენჯ-ბარძაყის სახსარს კი ჰშლის. მეორე კი ამ ორივე სახსარს მოჰხრის. მოცილების რეფლექსში, როდესაც მუხლი იშლება, sartorius-ი იკუმშება, semitend. კი შეკავდება; როდესაც მუხლი იხერება, მაშინ ისპობა პირველის შეკუმშვა და მეორის შეკავება. ცხადია, მუხლის გაშლისას sartorius-ი ერთი სახსრის მიმართ აქტიურ როლს ასრულებს: მენჯ-ბარძაყის სახსარს მოჰხრის, მეორის—მუხლის სახსრის მიმართ კი—ფიქსატორის როლს; semit. კი შეკავდება იმიტომ, რომ მისი შეკუმშვა ამ ორივე სახსარში რეფლექსის მიმართ სრულიად საწინააღმდეგო ეფექტს გამოიწვევდა (ბერიტაშვილი[2]).

გარჩევა რითმულ და ურითმო რეფლექსებს შორის. გარეგნობით ეს გარჩევა გამოიხატება იმით, რომ ურითმო რეფლექსი ცოტად თუ ბევრად განისაზღვრება გაღიზიანების პირობებით: იგი პირობადებულია განსაზღვრული გაღიზიანებით, უცვლელად გრძელდება გაღიზიანების დროს და-

ღალვამდე და ისპობა გაღიზიანების შეწყვეტის შემდგომ: რითმული რეფლექსი კი, როგორც სიარული, თვითეული ფეხის ხანგრძლივობაში არაა დამოკიდებული გაღიზიანებაზე: თვითეული ფეხა გრძელდება ერთსა და იმავე დროს გაღიზიანების ყოველგვარ პირობაში. მისი მორიგეობითი მსვლელობა როგორც გაღიზიანების, ისე მის შემდგომ სწარმოებს (სურ. 119). მრავალ ფეხიანი რეფლექსი გამოიწვევა, როგორც პერიფერიულ გაღიზიანებისაგან, ისე თავისთავად „სპონტანურად", ანუ სწორედ რომ ვსთქვათ, უჩინარ ვარეგან თუ შინაგან გაღიზიანებათა მიერ (Graham Brown [1]).



სურ. 119.

119. [illegible] ფეხ[illegible]ბრაცი[illegible] ეტი. ამ[illegible] ბრ[illegible] ფეხ[illegible] ბ[illegible] ფეხ[illegible] ბ[illegible] ფეხ[illegible] ბ

რიგეობა კი არსებითად არაა დამოკიდებული კუნთების, მყესების და სახსრების გაღიზიანებაზე. ეს მორიგეობა სწარმოებს ავრეთვე იმ პირობებში, როდესაც მოძრაობის დროს ამნაირ გაღიზიანებაში სრულიად ალაგი არა აქვს. მაგ.. ფეხის ყველა მგრძნობიარე ფესვების გადაჭრისას რითმული რეფლექსის უნარი არ ისპობა (ვ რ ე ი ნ ბ რ ო უ ნ ი "). ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი "). ან კიდეე ცნობილია, რომ რითმული ოეფლექსი სპონტანურად აღმოცენდება ცხოველის ღრმა ნარკოსის დროს, როდესაც არაკითარ გარეგან გაღიზიანებას არ ძალუძს ზეგის ტვინზე იმოქმედოს (ვ რ ე ი ნ ბ რ ო უ ნ ი ").

აგრეთვე ფეხანვის რეფლექსის (ძალზედ, კატაზედ) რითმული მიმდინარეობას არაკითარი დამოკიდებულობა არა აქვს ფეხის შინაგან ან გარეგან გაღიზიანებასთან. იგი ავრეთვე სპონტანურად იწვევა ღრმა ნარკოსის დროს (ვ რ ე ი ნ ბ რ ო უ ნ ი "). გარდა ამისა, დამტკიცებულია, რომ ფეხანვის რეფლექსი სრულიად წესიერად მიმდინარეობს ინნაირ ფეხზედაც, რომელიც პერიფერიულ გრძნობიერობას სრულიად მოკლებულია. ბაგ.. თუ რომ მისი უკანა ფესვები გადაჭრილია და რეფლექსი პირდაპირ ტვინის გაღიზიანებით იწვევა (შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი "). აქედან ცხადია, რომ ფხანვის რეფლექსის ბუნება სრულიად ისეთივე უნდა იყოს, როგორც სიარულის ტიპის რითმული რეფლექსისა.

ამნაირად, **ფაზური მოძრაობანი ლოკომოციის დროს და ავრეთვე ფხანვის და სხვა რითმული რეფლექსები წარმოადგენენ დამოუკიდებელ და თავისებურ რეფლექსურ აქტებს. სადაც თვითეული ფაზა პირდაპირ უშუალოდ გადაებმის. როგორც წინასწარ, ისე მომდევნო ფაზას.**

პ რ ო პ რ ი ო ც ე პ ტ უ ლ გ ა ღ ი ზ ი ა ნ ე ბ ა თ ა მ ნ ი შ ვ ნ ე ლ ო ბ ა ფ ა ზ უ რ მ ო ძ რ ა ო ბ ა თ ა წ ა რ მ ო ე ბ ა შ ი. პერიფერიული მგრძნობიერობის დაკარგვისას უკანა ფესვების გადაჭრის შემდეგ მართალია საზურგ-ტვინო პრეპარატს აქვს რითმული მოქმედების უნარი, მაგრამ ეს რითმული მოქმედება სწარმოებს უმთავრესად რომელიმე მგრძნობიარე ნერვის ან პირდაპირ ზურგის ტვინის გაღიზიანების დროს. გაღიზიანების შეწყვეტისას ეს მოძრაობა სულ რამდენიმე ფაზისგან შესდგება. საზურგ-ტვინო ბაყაყზე იგი განისაზღვრება სულ ორი ფაზით, ხოლო თუ პერიფეიული მგრძნობიერება დაცულია, მაშინ ეს რითმული მოქმედება გაღიზიანების შემდეგ შეიძლება დიდხანს გაგრძელდეს. ე. ი. ფაზთა მორიგეობა ზედიზედ მრავალჯერ იწარმოებს. ასე ხდება როგორც საზურგ-ტვინო ბაყაყზე (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი "), ისე თბილ სისხლიანზე (Graham Brown "). ცხადია, **პერიფერიული მგრძნობიერობა მეორედ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათა საშუალებით ხელს უწყობს რითმული რეფლექსების წარმოებას.**

მოპირდაპირე ფაზთა მორიგეობის წარმოშობა ჯერ აქნობამდის საფუძვლიანად გამოკვლეული არაა. იყო გამოთქმული რამდენიმე აზრი ამის შესახებ. ხოლო არც ერთი აზრი არაა საკმაოისად დასაბუთებული. მაგ.. შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ მ ა შეამჩნია, რომ კატის დეცერებირებულ პრეპარატზედ ჩვეულებრივ მოხვრის დამცველ რეფლექსს გაღიზიანების შეწყვეტისას ფეხის ტონური გაშლა მოსდევს. ამნაირად, გაღიზიანების დროს გამშლელი კუნთები შეკავდება, გაღიზიანების შემდეგ კი ეს კუნთები შეიკუმშება. აქედან ის დასკვნა გამო-

იყვანა, რომ **თვითეულ შემოხვევაში შეკავება თავის თავად მომდევნო აგზნებას გამოიწვევსო**. მაგრამ ეს აზრი არ მართლდება ბაყაყის მოცილების რეფლექსის მიმართ. აქ semit. შეკავდება პერიოდულად, ხოლო თვითეული შეკავების შემდგომ ეს კუნთი მოსვენებაში მოდის, იგი აგზნებას არ განიცდის. ამასთან გამორკვეული იყო, თუ რატომ დეცერებრირებულ პრეპარატზედ ფეხის გაღიზიანებისას გაშლელი ჯერ შეკავდება და მერე იკუმშება. გაღიზიანების დროს იგი განიცდის **ორნაირ ინერვაციას**: შეკავებას მოხვრის დამცველ რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატიდან და აგზნებას გაშლის ტონური საკოორდინაციო აპარატიდან, რადგან იგივე გაღიზიანება მოქმედებას იწვევს აგრეთვე ამ ტონურ საკოორდინაციო აპარატებში. გაღიზიანების დროს ეს მოქმედება არ ჩნდება, რადგან მისი გარეგანი ეფექტი შეკავდება მოხვრის რეფლექსის მიერ. ხოლო გაღიზიანების შემდეგ, როდესაც სწრაფად მიმდინარე მოხვრის რეფლექსი თავდება, მასზე უფრო სანგრძლიეი ტონური აგზნება კუნთს აღწევს და მის შეკუმშვას გამოიწვევს. (ბერიტაშვილი [10]).

განხილულ მოვლენას, რომ დეცერებრირებულ პრეპარატზე ხშირად მოხვრას მოსდევს გაღიზიანების შემდეგ გაშლა, ე. ი. რომ გაღიზიანების დროს გაშლელები შეკავებული არიან, მის შემდეგ კი აგზნებაში მოდიან, შერინგტონმა [11]) უწოდა „**უკუდგების შეკუმშვა**" (rebound contraction). იმ ფიზიოლოგიურ კანონს კიდე, რომელიც ამ უკუდგების მოვლენას წარმოშობს, იმავე ავტორმა [11]) უწოდა ზურგის ტვინის „**სუქცესიური ინდუქცია**" (successive spinal induction). ეს სახელწოდება იმას აღნიშნავს, რომ ზურგის ტვინს აქვს უნარი თვითეულ შეკავებულ ცენტრში წარმოშოს შეკავების განელის შემდეგ აღმატებული მოქმედება, რის გამოც რეფლექსური მოძრაობის თვითეულ ფაზას შეძლება აქეს გამოიწვიოს მეორე მომდევნო მოწინააღმდეგე ფაზა.

მაგრამ, როგორც შერინგტონის ფაქტიური მასალის ზემოაღნიშნული ექსპერიმენტული შესწავლიდან ჩანს, ანტაგონისტურ რეფლექსთა მორიგეობას არ უნდა ედვას საფუძვლად „სუქცესიური ინდუქციის" მაგვარი რამე კანონი. ამიტომ შერინგტონის მიერ მოცემული ახსნა მოპირდაპირე ფაზთა მორიგეობის შესახებ რითმულ რეფლექსში, რამდენათაც ივი ემყარება „სუქცესიური ინდუქციის" პრინციპს, არ უნდა იყოს მართებული.

ყველაზე უფრო ჩამოყალიბებული ჰიპოტეზა რითმული მოძრაობის ცენტრალური მექანიზმის მოქმედების შესახებ ეკუთვნის შერინგტონის მოწაფეს გრეიმ ბროუნს [11]). ამ ავტორის წარმოდგენით, ეს მექანიზმი შესდგება ორ ანტაგონისტურ ცენტრისგან (ორი ნახევარ-ცენტრი), რომელნიც ამოქმედებენ ანტაგონისტურ კუნთებს. ერთი ნახევარ-ცენტრის მოქმედება იწვევს ხანგრძლივ გაშლას და ამავე დროს მოხვრის ნახევარ-ცენტრის მოქმედების შემცირებას. მეორე ნახევარ-ცენტრი კი იძლევა ხანგრძლივ მოხვრას და ამავე დროს გაშლის ნახევარ-ცენტრის მოქმედების შესუსტებას. მაშ.,რითმული მოძრაობისას, გრეიმ ბროუნის წარმოდგენით, მორიგეობით ხან ერთი ნახევარ-ცენტრის მოქმედებაა გაბატონებული, ხან ორეული. ხოლო თუ რატომ ერთი ნახევარ-ცენტრის მოქმედება შეიცვლება მეორედ, ამის მიზეზად გრეიმ ბროუნს გამოაყავს „დაღალვა" და „უკუგდება". როდესაც რამე მიზეზით ორივე ნახევარ-ცენტრთა მოქმედების თანასწორობა დაირღვა, მაშინვე გაბატონდება ერთის მოქმედება. ეთქვათ იგი მოხვრის ნახევარ-ცენტრია, მაშინ იგი გამოიწვევს მოხვრას და ამავე დროს სპეციალური შემაკავებელი გზებით შეაკავებს მეორე ნახევარ-ცენტრის მოქმედებას. ასე გაგრძელდება იმდენბანს,

ვიდრე მოხერის მახეევარ-ცენტრის დაღალვა არ მოხდება. დაღალვის გამო ამ ცენტრის მოქმედება შესუსტდება. ამის გამო შემცირდება მისი შემაკავებელი ზეგავლენა გაშლის ნახევარ-ცენტრზე. ეს გამოიწვევს ამ ორივე ცენტრთა შორის წონასწორობის აღდგენას. მაგრამ როდესაც გაშლის ნახევარ-ცენტრი თავისუფლდება შემაკავებელ გავლენიდან, მაშინ მასში ეითარდება მძლავრი მოქმედება. ხდება ერთგვარი „უკუქცევა“: შეკავებული გაშლის ნახევარ-ცენტრი მძლავრ მოქმედებას განიცდის. მოხერის ცენტრის მოქმედება კი პირიქით შეკავდება ამ გაშლის ცენტრის გავლენით. ესეც გაგრძელდება იმ დრომდის, ვიდრე არ მოხდება გაშლის ნახევარ-ცენტრის დაღალვა. როდესაც დაღალვა იჩენს თავს, მაშინვე ამას მოჰყვება ახალი „შექცევა“. ხელახლად მოხერის ნახევარ-ცენტრის მოქმედება გაბატონდება. ეს მორიგეობითი ნახევარ-ცენტრთა მოქმედება გაგრძელდება, ვიდრე არსებობს მათი გამაღიზიანებელი და ვიდრე მათ აქვთ მოქმედების უნარი. ავტორის წარმოდგენით ეს ნახევარ ცენტრები მამოძრავებელ ნეირონის უჯრედებისგან შესდგება. მაშ., ერთი ცენტრის თვითეული ასეთი უჯრედი იძლევა მორჩს მეორე მოწინააღმდეგე ცენტრის უჯრედებისკენ. ამ მორჩის საშუალებით თვითეული ცენტრი აწარმოებს მეორის შეკავებას.

ეს ჰიპოტეზა უნდა ჩაითვალოს მეტის-მეტად ხელოვნურად. იგი ჯერ ერთი ემყარება „უკუგდების“, ე. ი. „სუქცესიური ინდუქციის“ ჰიპოტეზას, რომელსაც ჩვენ უკვე ზემოთ გავეცანით და რომელიც უარყოფილია. შემდეგ იგი მიაკუთვნებს კოორდინაციული პროცესების წარმოშობას მამოძრავებელ ნეირონებს, რაც სრულიად არაა მისაღები.

სხვა ავტორთა აზრის გარჩევას ჩვენ არ გამოუდგებით. საკმარისია დროებით მივიღოთ, **რომ ყოველივე რითმული რეფლექსი, მსგავსად ერთფაზიან დამცველი რეფლექსისა, მარტივ ელემენტურ რეფლექსს წარმოადგენს; მოპირისპირე ფაზთა მორიგეობითი მიმდინარეობა კიდე დამოკიდებულია საკუთარი ცენტრალური მექანიზმის თავისებურ ორგანიზაციაზე,**

პ რ ა ქ ტ ი კ უ მ ი.

რ ი თ მ უ ლ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა. საზურგ-ტვინო ბაყაყი. ლიზიანდება ძმრის ან გოგირდის მეავით (10%) კანი ზურგზედ მოცილების რეფლექსის გამოსაწვევად. მეავით გაჟღენთილი საშრობის ქაღალდის პატარა ნაჭრებს—ერთი-ორი მილიმეტრის ოდნობისას—მიადებენ კანზედ. ასასუხად უკანა ფეხი მიიკრიფება გაღიზიანებულ მხარეს და ამ ალაგს ზედი-ზედ რამდენჯერმე გაუხახუნებს. რეფლექსის შესაწყვეტად საჭიროა მეავიანი ქაღალდი მოშორდეს და გალიზიანებული ალაგი რამდენჯერმე წყლით გაირეცხოს.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. C. Sherrington, J. Physiol., 1910, 40, 28.
2. J. Beritoff, Ar. An. Physiol., 1912, გვ. 266.
3. Graham Brown. Erg. Physiol., 1913, 13, 279; Q. J. Exp. Physiol., 1911, 4, 331.
4. R. Magnus, Pfl. Ar., 1909, 130, 219; 1910, 134, 545 და 584.
5. Graham Brown. Q. J. Exp. Physiol., 1912, 5, 237; Proc. Roy. Soc. B. 1911. 84, 308.
6. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1913, 151, 171.
7. Grahm Brown. Proc. Roy. Soc. B, 1912, 81, 278; J. Physiol., 1914, 48, 18; Erg. Physiol., 1913, 13, 279.

8. Graham Brown. Proc. Roy. Soc. B, 1912, 84, 555.
9. C. Sherrington. Q. J. Exp. Physiol., 1910, 3, 213.
10. J. Beritoff, Q. J. Exp. Physiol., 1915, 9, 199; Изв. Росс. Акад. Наук, 1915, გვ. 649 და 873.
11. C. Sherrington, Int. Act. Nero. Syst. 1906. გვ. 206—212.
12. Graham Brown. Erg. Physiol. 1916, 15, გვ. 691 და 723.

16. ტონური რეფლექსი.

ზოგადი ცნება. საზოგადოდ **ტონურ რეფლექსს იმნაირ თანშობილ ცენტრალურ აქტს უწოდებენ. რომელიც დიდის დაყოვნებით მიმდინარეობს.** იგი შეიძლება რამდენიმე წამის თუ საათის განმავლობაში დაუღლელად ერთი და იმავე მიმართულებით სწარმოებდეს. მაგ., ფეხზედ დგომა, თავის ვერტიკალური დაჭერა ტონურ რეფლექსს ეკუთვნის. ეს ორივე ტონური რეფლექსი შეიძლება მთელი საათობით, ხან მთელი დღეც გაგრძელდეს.

ტონური რეფლექსის დანიშნულება. ცენტრალური ნერვული სისტემის ტონურ მოქმედებას განსაკუთრებული დანიშნულება აქვს. **იგი მთელ ცხოველს ან მის რომელიმე ნაწილს დაიცავს წაქცევისაგან ან დაცემისაგან თავისივე სიმძიმის გამო.** ტონური მოძრაობა არც ერთს შემთხვევაში, არც ერთ ცხოველზედ არაა დამოკიდებული ცხოველის ნებისყოფაზე. ცხოველი დგას. მაგ., დიდი ტვინის ამოჭრის შემდგომაც, ე. ი. ფსიქიური პროცესების მატარებელი ორგანოს მოშორებისას; უფრო მეტიც, მას შეუძლიან ფეხზედ დადგეს. იმ შემთხვევაშიაც კი, თუ მთელი თავის ტვინი მოშორებული იქნება, ე. ი. მხოლოდ ზურგის ტვინის მოქმედების წყალობით.

ტონური რეფლექსის მიმღებელი ველი. დაცვის რეფლექსებიდან ტონური რეფლექსები მით ირჩევა, რომ ისინი უმთავრესად შინაგან გაღიზიანებათა გავლენით აღმოცენდებიან; მაგრამ არიან ისეთებიც, რომელნიც გარეგან გაღიზიანებათაგან გამოიწვევიან. ხოლო ამ უკანასკნელ შემთხვევაში გაღიზიანების თვისება ისეთი არაა, როგორიც დაცვის რეფლექსს იძლევა, ე. ი. იგი დამაზიანებელი არ უნდა იყოს. **ყოველ შემთხვევაში თვითეულ ტონურ რეფლექს აქვს საკუთარი მიმღებელი ველი** (Magnus [1]).

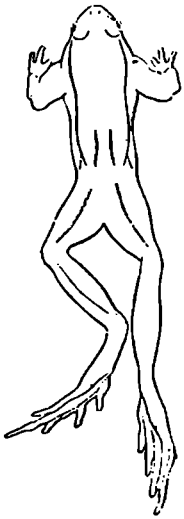
ტონური რეფლექსის კოორდინაცია. ყველა ტონური რეფლექსის კოორდინაცია სწორედ იმავე პრინციპის თანახმად სწარმოებს, როგორათაც თვითეული დაცვის რეფლექსისა. მაშასადამე **თვითეული ტონური მოძრაობა გულისხმობს კუნთების ერთი ჯგუფის შეკუმშვას, მეორისა კი — ანტაგონისტების ჯგუფის — შეკავებას.** ამასთან ფეხის ტონურ მოძრაობაში მომხვრელების და გამშლელების ჯგუფების შემადგენლობა სწორედ ისეთივეა, როგორც დაცვის მოძრაობისას. მაგ., ფეხის ტონურ გაშლისას სწორედ იგივე კუნთები შეიკუმშება, როგორც ფეხის დამცველ საერთო გაშლისას (ბერიტაშვილი [2]).

საკოორდინაციო აპარატების მდებარეობა. ტონური რეფლექსების საკოორდინაციო აპარატები ტვინში მდებარეობს. მაშასადამე, მათი

რკალი არა ნაკლებ სამი ნეირონისაგან შესდგება. მგრძნობიარე. შემაერთებელი ანუ ტვინის შიგნითა და მამოძრავებელ ნეირონისაგან. **ტონური რეფლექსების თვითეული ტიპის საკოორდინაციო აპარატები ტვინის იმ განყოფილებაში მდებარეობენ, სადაც შესაფერი მიმღებელი ველის მგრძნობიარე ნეირონები შედის.** (Magnus [3]).

ავიღოთ რამდენიმე ტიპიური ტონური რეფლექსი და დაწვრილებით განვიხილოთ:

1. მოხვრის ტონური რეფლექსი ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატზედ. ეს რეფლექსი მეტად ძლიერია ზამთრობით გაცივებულ ბაყაყზედ (ბიდერმანი [1]). იგი არსებითად დამცველ მოხვრის რეფლექსს წარმოადგენს, ხოლო ძლიერი შემდეგმოქმედების წყალობით მეტად გვიან თაედება (იხ. სურ. 101).



სურ. 120. ბრონდგეესტის ტონური მოვლენა. ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატი. მარჯვენა უკანა ფეხზედ ვადებულია წელის წნელი. ეს ფეხი ჩამოშვებულია ტონურად მოსპობის გამო; მეორე დაუზიანებელი ფეხი კი თავაკო სახსრებში ცოტაოდენ მოხრილია (ნორმალური ლოკომოციიდან).

სურათი 120.

ტონური შემდეგ-მოქმედება უმთავრესად დამოკიდებულია საკოორდინაციო აპარატის თავისებურებაზე: თვითეულ მოკლე გაღიზიანებას იგი ხანგრძლივი მოქმედებით უპასუხებს: მერე მას ხელს უწყობენ მეორენდელი გაღიზიანებანი. რომელნიც პირვანდელ მოძრაობის გამო აღმოცენდებიან კუნთებში, მყესებში. სახსრებში და თვითონ კანშიაც. ამიტომ არის, რომ ჩვეულებრივ ბაყაყი ფეხებ მოხრილი ზის. ხოლო თუ ნერვი გადიჭრა და მით კუნთები ჩამოშორდენ ცენტრალურ გაელენას, ფესი ჰკარგავს ამის უნარს, იგი მუდამ გაგრძელებულია, მოდუნებულია (Brondgeest [1]). (იხ. სურ. 120). აღნიშნულ ტონურ რეფლექსს იგივე მიმღებელი ველი აქვს როგორც დამცველ მოხვრის რეფლექსს. ამ ველის გარეშე პერიფერიული გაღიზიანება, მაგ., მოცილების მიმღებელ ველში ამ რეფლექსს ხელს არ უწყობს. პირიქით, ამნაირი გაღიზიანება შეაკავებს მას. (იხ. სურ. 101) (ბერიტაშვილი [4]). ამ ტონურ მოსვრაში კუნთები ღებულობენ ისეთ მონაწილეობას, როგორც დაცვის დროს. ერთი ჯგუფი კუნთებისა ხანგრძლივად შეიკუმშება, მეორე ჯგუფი კი ხანგრძლივად შეკავდება (ბერიტაშვილი [2]). ტონური მოხვრის წყალობით ბაყაყი იღებს ჯდომის მდებარეობას, რომელიც ნორმალურ მდგომარეობისას საზოგადო მოელენას წარმოადგენს: ბაყაყი ზის მენჯზედ დაყრდნობით და უკანა ფეხები მკიდროთ მიკრეფილი აქვს. მაშასადამე, აღწერილი რეფლექსი ჯდომის ტონურ რეფლექსს წარმოადგენს.

შინაური კურდღლის მოხვრის ტონური რეფლექსი. სწორეთ ისეთი მოხვრის ტონური რეფლექსი, რომელიც ზევით აღწერეთ, შინაურ კურდღელსაც აქვს. აქაც ამ რეფლექსს ისეთივე დანიშნულება აქვს, როგორც პაყაყზედ, ე. ი. იგი წარმოადგენს ჯდომის ტონურ რეფლექსს. დეცერებრირებულ პრეპარატზედ ეს რეფლექსი გამოიწვევა სუსტი გაღიზიანებისას. ძლიერი გაღიზიანება პირიქით გამოიწვევს დამცველ გაშლის და მოხვრის რეფლექსებს. ეს ტონური რეფლექსი ძლიერ დიდხანს გრძელდება, რამდენიმე წამს თითო გაღიზიანების შემდეგ (ბერიტაშვილი [7])

დეცერებრირებული ექსტენსიური ანუ გაშლის ტონუსი. თავის ტვინის წინა ნახევრის მოშორების შემდეგ ვითარდება უმაღლეს ხერხემლიან ცხოველებზე გაშლის ტონუსი საერთოდ მთელ სხეულში. მისი დაწერილებითი ექსპერიმენტული გამოკვლევა შერინგტონს (1897) ეკუთვნის [8]). იგი შეისწავლიდა მას კატის, ძაღლის და მაიმუნების დეცერებრირებულ პრეპარატზედ ე. ი. იმნაირ პრეპარატზედ, რომელსაც ამოკრილი აქვს დიდი ტვინი, thalami optici და შუა ტვინის ნაწილი ოთხგორაკთა შუაზედ გადაკრით. ეს ოპერაცია ხდებოდა ღრმა ნარკოზის დროს, რომელსაც ეთერის ან ქლოროფორმის შესუნთქვის საშუალებით აწარმოებენ. როდესაც ოპერაციის შემდეგ ნარკოზი გაიელის, ვითარდება მძლავრი ექსტენსიური ტონუსი როგორც ფეხებში, ისე საერთოდ მთელ ტანში: ყველა ის კუნთები, რომელნიც თვითეულ ორგანიზმის ნაწილს ძირს დაცემისგან დაიცავენ, შეიკუმშებიან, მათი ანტაგონისტები კი შეკავებულ მდგომარეობას განიცდიან: ყველა ფეხები გაშლილია, კისერი, თავი და კუდი აწეულია ზევით, დორსალურ მხარეს, ტანი ამობურცულია აგრეთვე ზევით, დორსალურ მხარეს. (იხ. სურ. 100). ამ ტონურ რეფლექსის დროს დამცველი მოხვრის რეფლექსი ნაკლები ინტენსიობით იწვევა; ეს სხვათაშორის უჩვენებს, რომ მომხვრელი კუნთები შეკავებას განიცდიან.

დეცერებრირებული ტონუსის წარმოშობა. დეცერებრირებული ექსტენსიური ტონუსი ამა თუ იმ კიდურისა სხვათა შორის დამოკიდებულია თვითონ კიდურის პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებაზე. დამტკიცებული იყო, რომ თუ კიდურს მგრძნობიერობა მოესპო უკანა ფესვების გადაკრით ან და კოკაინის შეშხაპნებით კიდურის კუნთებში ექსტენსიური ტონუსი სუსტდება და ისპობა კიდევაც (Magnus და Kleijn [10]), Sherrington [11]). ბოლო დროს იყო აგრეთვე ნაჩვენები, რომ როდესაც ექსტენსიურმა ტონუსმა გაიარა და კუნთები მთლიანად მოდუნდენ პასიური მოძრაობა და გაღიზიანება ხელახლად აღადგენს ამ ტონუსს (Bazett და Penfield [12]). მაგრამ არ შეიძლება დეცერებრირებული ტონუსი რომელიმე კიდურზე მხოლოდ მის შინაგან ე. ი. პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათ დაუქვემდებარებოთ. იგი მაშინაც იწვევა კიდურზე, როდესაც მისი მგრძნობიარე ნეირონები გადაკრილია (მაგნუსი და დე-კლეინი [10]). აღნიშნული ტონუსი მეტად რთული რამ არის: იგი სხვა და სხვა ლაბირინტის და კისრის ტონურ რეფლექსებიდან შესდგება რომელიც იწვევა ტონური საკოორდინაციო აპარატის ამოქმედებით იმ გაღიზიანებათა გავლენის ქვეშ, რომელთაც ტვინის ქერქლობა იწვევს. (ბერიტაშვილი [22]). საგულისხმოა, რომ დეცერებრირებუ-

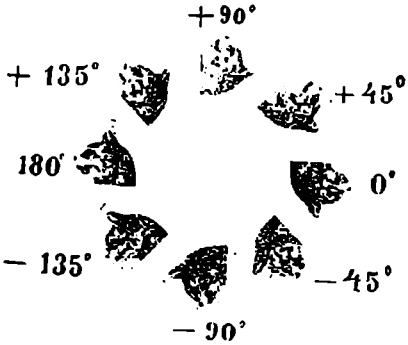
ლი გაშლის ტონუსი უფრო სუსტად გამოიწვევა და შეიძლება კიდეც სულაცარ გამოაჩნდეს, თუ რომ ტვინი გადიკრა წითელი ბირთვის წინ. ამნაირად წითელი ბირთვის ფუნქციონალური მოქმედება ხელს უშლის დეცერებრირებული გაშლის ტონუსის განვითარებას. ხოლო ამის მიზეზი ჯერ არაა დანამდვილებით გამორკვეული. (Rademaker [24]) და Magnus [21]).

დეცერებრირებული ფლექსიური ანუ მოხვრის ტონუსი. აღწერილი ექსტენსიური ტონუსის გარდა განსაზღვრულ პირობებში შეიძლება აგრეთვე ფლექსიური, ე. ი. მოხვრის ტონუსი ვინახულოთ. იგი ეითარდება ექსტენსიური ტონუსის დასუსტების და მოსპობის შემდგომ მის სამაგიეროდ. თავისი გარეგნობით იგი წარმოადგენს სრულიად შოპირისპირე აქტს (ბერიტაშვილი [2]). იგი აგრეთვე რთულია და სხვა და სხვა ლაბირინტის და კისრის ტონურ ფლექსიურ რეფლექსებისგან შესდგება. ესეც პირდაპირ ტონურ საკოორდინაციო აპარატებიდან იწვევა იმ გაღიზიანებათა გავლენით, რომელსაც ტვინის ქერქლობა იძლევა. ამ ბოლო ხანს იყო დაკვირვებული ძაღლის ქრონიკულ პრეპარატზე, რომ ექსტენსიური ტონუსი რამდენიმე დღის განმავლობაში უსათუოდ შეიცვლება ფლექსიურად. საბოლოოდ მხოლოდ ეს ტონუსი რჩება ექსტენსიური ტონუსი ამის შემდეგ მხოლოდ დრო და დრო აჩნდება (Bazett და Penfield [12]).

ლაბირინტის ტონური რეფლექსები კიდურებზე. მაგნუსის და დე-კლეინის (1912--1921 [1]) [12]) [13]) მრავალი გამოკვლევის წყალობით ცნობილია, რომ თავის მდებარების სივრცეში ცვლილებით ერთგვარი ტონური რეფლექსები გამოიწვევა. როდესაც ცხოველის თავის მდებარება ისეთია, რომ ქვედა ყბა ზემოთა სძევს, და პირის ღრუს სიბრტყე ჰორიზონტალურ სიბრტყესთან კეფის მხრივ 45° შეადგენს (იხ. სურ. 121), მაშინ კიდურების ყველა გამშლელები შეიკუმშებიან, როგორათაც ზემო აღწერილ დეცერებრირებულ ტონუსში (სურ. 122-c). თუ კიდე შეავმცირეთ ეს კუთხე ან გავადიდეთ, მაშინ ეს გაშლის ტონუსი მცირდება, მით უფრო, რაც უფრო ძლიერ შეიცვლება აღნიშნული კუთხე. როდესაც თავს დიამეტრულად მოპირისპირე მდებარება ექნება, სახელდობრ, ქვედა ყბა ძირსაა დაშვებული ჰორიზონტალურ სიბრტყიდან 45°-ით, მაშინ გაშლის ტონური მდგომარეობა მინიმუმს აღწევს: ზოგიერთ შემთხვევაში იგი მხოლოდ მცირდება, ზოგიერთში სრულიად ისპობა და ხშირად პირდაპირ აქტიურ მოხვრის ტონუსზედ შეიცვლება (სურ. 122-a). ეს კუთხე შეადგენს—135°, თუ მაქსიმალური ექსტენსიური ტონუსის კუთხე+45°-ად მივიღეთ (იხ. სურ 121).

ეს რეფლექსები იწოდება ტონურად, რადგან საათობით გრძელდება, ე. ი. მთელი ის დრო, რომლის განმავლობაში მოცემული თავის მდგომარეობა გრძელდება. ეს რეფლექსები უეჭველია ლაბირინტის რეცეპტორების ე. ი. მგრძნობიარე ელემენტების გაღიზიანების მიერ იწვევა, რადგან ლაბირინტების დანგრევისას ან მერვე ნერვის გადაჭრისას, რომლითაც ლაბირინტიდან დაწყებული n. vestibularis ტვინში შედის, აღნიშნული რეფლექსები ისპობა (მაგნუსი და დეკლეინი[13]). ლაბირინტული რეფლექსების კოორდინაცია მოგრძო ტვინში სწარმოებს, სახელდობრ იქ, სადაც n. vestibularis უმთავრესად თავდება, ე. ი.

დეიტერის ბირთვში. ეს ბირთვი მდებარეობს მოგრძო ტვინის ზემო განყოფილებაში, მერვე ნერვის შესავლის უკან. ამიტომ ლაბირინტის რეფლექსი არ ისპობა, როდესაც მოგრძო ტვინს მთელი თავის ტვინი შორდება მერვე ნერვის წინ გადაჭრით, ე. ი. სხვათა შორის, ვაროლის ხიდი და პატარა ტვინის მოშორების შემდეგ. (მაგნუსი [1]).



სურ. 121. კატის თავის სხვადასხვა მდებარეობა სივრცეში (მაგნუსისა).

ტონური ლაბირინტული რეფლექსები კისერზე და ტანზე. ლაბირინტის გავლენის ქვეშ იმყოფება კიდურების გარდა მთელი ტანის და კისრის მუსკულატურა. როდესაც თავის მდგომარეობა სივრცეში ისეთია, რომ იგი პირობადებს კიდურების გაშლას, მაშინ შეფარდებულად კისერზე და ტანზედაც იკუმშებიან ყველა ის კუნთები, რომელნიც ტანსა და კისერს იცავენ დაცემისაგან სიმძიმისა გამო, ე. ი. ტანის და კისრის აწევენ. ამიტომ თავი გადიხრება უკან ზურგისაკენ. ზურგი ამოიბურცება. კუდი გადიწევა ზურგისკენ. პირიქით თავის ისეთი მდებარეობისას, როდესაც იგი პირობადებს კიდურებში მინიმალურ გაშლის ტონუსს ან და ბოხერის ტონუსს, ბაშინ თავის აწევა შეკუმშვა სუსტდება და ისპობა კიდეც. სამაგიეროდ ვითარდება დამწევთა შეკუმშვა: ამის გამო თავი მიიხრება მუცლისკენ, ზურგიც შეიბურცება და კუდი დაიწევა (Magnus და de Kleijn). ლაბირინტების გავლენა კიდურებზე სიმეტრიულია. თვითეული ლაბირინტი ერთნაირად მოქმედებს ორივე მხრის კიდურებზე. კისრისა და ტანის მიმართ კი ეს გავლენა ასიმეტრიულია. მარჯვენა ლაბირინტი მოქმედებს მხოლოდ კისრისა და ტანის მარცხენა მხარეზე. ამიტომ არის, რომ ლაბირინტის დანგრევას ერთ მხარეზე მუდამ მოჰყვება თავის და მთელი ტანის მიბრუნებაც დაზიანებულ მხარისკენ. ასე მაგ. ბარცხენა ლაბირინტი რომ დაზიანდეს თავი გადიხრება მარცხენა მხარეზე. ასე იმიტომ უნდა მოხდეს, რომ მარცხენა ლაბირინტის დაზიანებისას ისპობა მისი ტონური გავლენა კისრის მარჯვენა მუსკულატურაზე. უკანასკნელი მოდუნებულია. კისრის მარცხენა მხარეზე კი ტონუსი უცვლელი რჩება. აქ კუნთები ტონურ შეკუმშვას განიცდიან. ამიტომ კისერი უნდა გადიხაროს მარცხენა მხარეზე. ამ რეფლექსების კოორდინაცია სწარმოებს იქვე, სადაც კიდურების ლაბირინტული რეფლექსები, ე. ი. მერვე ნერვის შესავალის უკან დეიტერის ბირთვში. (Magnus [1]).

ლაბირინტის ტონური რეფლექსები თვალებზე. ლაბირინტის მდებარეობის ცვლილება სივრცეში აგრეთვე თვალების მდებარებაზედაც

მოქმედებს. როდესაც თავის ნორმული მდებარება იცვლება, მაშინ ლაბირინტში არსებული განსაზღვრული რეცეპტორების გაღიზიანება ხდება და ეს იწვევს თვალის კაკლის მდებარების ისეთ ცვლილებას თვალის კუნთების შეფარდებული მოქმედების საშუალებით, რომ ბადური გარსის მდებარება არეში ლამობს უცვლელი დარჩეს. მაგრამ ეს ტონური ლაბირინტული რეფლექსი თვალებზე არ როდის არ მიახწევს მთლიანად ამ მიზანს. ბადური გარსის მდებარება არეს მიმართ ნაწილობრივად შეცვლილი რჩება. ასე მაგალითად თავი რომ ცხოველს დაუხაროთ ნორმულ ჰორიზონტალურ მდებარებიდან ძირს, ისე რომ საფეთ-

სურ. 122. ლ ა ბ ი რ ი ნ ტ ი ს ტ ო ნ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი კ ა ტ ი ს წ ინ ი დ ე ო ე ბ ს. კ ინ ე მ ა ტ ო ს ტ ო რ ი ა ლ ი სურ. ნ ა ხ ე ვ ა რ ი ს ა ა ო ი ი თ დ ე ც ე რ ე ბ ი რ ე ბ ი ს შ ე ს ა ხ ებ. მ ა ღ ა ლ ი წ ი ნ ა ნ ა წ ი ლ ი თ ა ვ ი დ ა ნ (ე ულ მ კ ვ ე რ ი) ს მ ე (9) ნ ა ლ ა ბ ი ნ თ ა ნ ((( ))) ((( ))) ((( )))

თავის ტვინი შუა ტეინის წინა საზღვარსეა გადაჭრილი (v. d. Hoeve და de Kleijn [11]), Magnus და Kleijn [15]). de Kleijn [16]). Rademaker [21]).

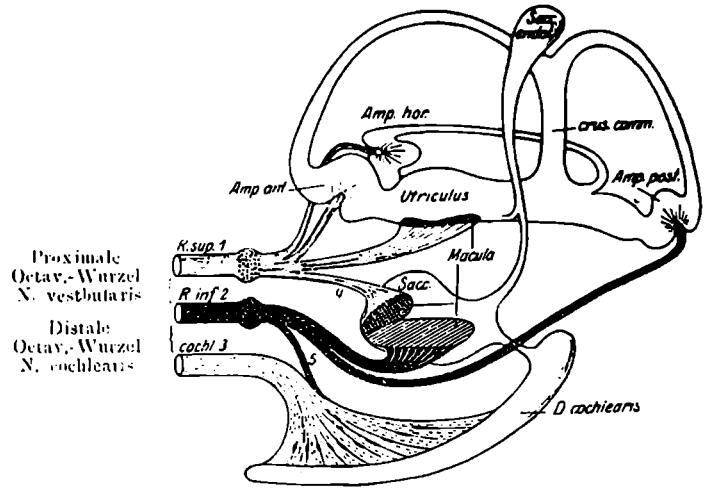
თვალის ტონური რეფლექსები ძალიან სუსტად აჩნდებაოთ ადამიანს და საერთოდ ისეთ ცხოველებს, რომელთაც თვალები შუბლის წინა აქვთ და ამიტომ მხედველობის ველი ერთი თვალისა მეტ ნაწილად ჰფარავს მეორე თვალის ველს. ეს რეფლექსები იწვევა ჩინებულად ისეთ ცხოველებზე, რომელთა თვალებს გვერდითი მდებარეობა აქვთ და ამიტომ ერთის სამხედველო ველი მეორისასას არ ჰფარავს. ასეთია შინაური კურდღელი, ზღვის ოაგვი, აღნიშნული რეფლექსები სწორედ ამ ცხოველებზეა შესწავლილი.

ცნობა ლაბირინტის რეცეპტორების და მათი გაღიზიანების შესახებ. შიგნითა ყური ორ ნაწილისაგან შესდგება: 1) სმენის აპარატისაგან, რომელსაც ლოკოკინას უწოდებენ და სადაც მოქცეულია კორტიის სასმენი ორგანო, და 2) სტატიკურ ორგანოსაგან, რომელსაც კარიბჭე და სამი ნახევარ რკალოვანი არხი შეადგენს. აი სწორეთ ამ უკანასკნელიდან გამოიწვევა ლაბირინტული რეფლექსები, საიდანაც vestibularis იწყება. აქ არსებობენ ერთგვარი რეცეპტორები ანუ მგრძნობიარე ორგანოები კარიბჭის makulae utriculi და sacculi და ნახევარ რკალოვანი არხების ამპულების cristae. ამ მგრძნობიარე ორგანოთა აგებულობა ერთი და იგივეა: აპკისებრივი გარსის გასქელება, რომელზედაც მოცომცომე უჯრედების პატარა ადგილები მდებარეობს. Maculae-ში ამ მოცომცომე ბეწვებს ნახშირმჟავა კირის წვნიკი კრისტალები ე. წოდ. ოტოლიტები ეყრდნობიან. Cristae-თან არიან აგრეთვე ოტოლიტები, რომელნიც გახვეულ არიან ერთგვარ წებოსებრ ნივთიერებაში, და მრავლად ეხვევიან cristae-ის ბეწვებს. მთელი ეს წებოვანი შემადგენლობა ოტოლიტებისა და ბეწვებისაგან იწოდება cupula-ად (სურ. 123)

ლაბირინტის რეცეპტორების გაღიზიანება შემდეგნაირად ხდება: როდესაც თავის მდებარება იცვლება, აგრეთვე ოტოლიტების მდებარეობა იცვლება მისი სიმძიმის გამო. იგი გადიხრება ამა თუ იმ მხარეს და იმისდა მიხედვით გაღიზიანდება ესა თუ ის უჯრედების ჯგუფი. ცხადია თვითეულ თავის მდებარებას განსაზღვრული მგრძნობიარე ორგანოების გაღიზიანება მოჰყვება. ესეც თავის მხრივ განსაზღვრულ ტონურ რეფლექსს იწვევს. რადგან განსაზღვრული რეცეპტორების გაღიზიანება გრძელდება სულ იმ ხანს, ვიდრე არსებული თავის მდებარება გრძელდება, ამიტომ იმავე ხანს არსებული ტონური რეფლექსიც უცვლელად რჩება.

ოტოლიტური აპარატების ფუნქცია. მაგნუსის და მის მოწაფეთა გამოკვლევით იმ ლაბირინტულ რეფლექსებში, რომელნიც კისერზე, ტანზე და კიდურებზე იწვევიან, უმთავრესი მნიშვნელობა აქვთ utriculi-ის მგრძნობიარე ორგანოებს, ე. ი. მაკულების გაღიზიანებას ოტოლიტებით. ეს რეფლექსები ისპობა მხოლოდ utriculi-ის დაზიანების შემდეგ. თვალის კომპენსაციური მოძრაობანი კი sacculi-ის მაკულების გაღიზიანებაზეა დამოკიდებული. მაგნუსის მიერ დამტკიცებული იყო, რომ ეს მაკულები saculi-ებში ღიზიანდებიან, როგორც ოტოლიტების ზემოდან დაწოლით, ისე მასზე დაკიდებით. გაღიზიანების მოდუსი ასეთია:

აგზნების მაქსიმუმს ვღებულობთ მაშინ, როდესაც ოტოლიტები ჰორიზონტალურ მდებარეობაშია და მასთან დაკიდულნი არიან მაკულებზე. ხოლო როდე-



ს ურ. 123. ს ქ ე მ ა ტ ე ლ ი [illegible] ა ნ ო ხ ა ტ ი ლ ე ბ ა [illegible] ([illegible]) ([illegible]) ([illegible])

ბა სრულიად არ იწვევა. მგრძნობიარე ორგანო მოსვენებას უნდა განიცდიდეს. ასევე ხდება utriculi-ებში თვალის კომპენსაციური მოძრაობის მიმართ. ხოლო კიდურების. კისრის და ტანის მიმართ ბინიმალური მდებარება აგზნების უარესობას არ აღნიშნავს. ოტოლიტების მინიმურ მდებარებაშიაც მაკულები ღიზიანდებიან და შედეგად ამისა ვითარდება კიდურებში. კისერზე და ტანზე ტონური შეკუმშვა კიდურების მომხვრელებში და ტანის და კისრის დამწევ კუნთებში [1]).

ოტოლიტების ფუნქციის ექსპერიმენტალური გამოკვლევა სულ უკანასკნელი საქმეა. ამ საკითხზე დაბეჭდილია მ ა გ ნ უ ს ი ს ლაბორატორიიდან მრავალი შრომები უკანასკნელი3--4 წლის განმავლობაში. აქნობამდის გაბატონებული იყო სხვადასხვა ჰიპოტეზები ოტოლიტების მოქმედების შესახებ. სხვათა შორის ტონური რეფლექსების გამოწვევას კიდურებზე მიაწერდენ ამპულების მგრძნობიარე ორგანოების გაღიზიანებას. ე. ი. კოპულების ნოქმედებას. პირდაპირი ცდებით იყო უკუგდებული ეს ჰიპოტეზა. კოპულებს არაეითარი ზნიშენელობა არა აქვთ კიდურებზე ტონური რეფლექსების გამოწვევაში.

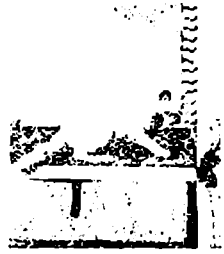
კ ი ს რ ი ს ტ ო ნ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ე ბ ი კ ი დ უ რ ე ბ ზ ე. მ ა ვ ნ უ ს მ ა და დ ე-კ ლ ე ი ნ მ ა დაწერილებით გამოიკვლიეს დეცერებრირებულ პრეპარატებზედ ერთგვარი ტონური რეფლექსები. რომელნიც ტანის ნიმარი. კისრის ბდებარების ცვლილებით გამოიწვევა. როდესაც კისერი მედიალურ ღერძის გარშემო მოტრიალდება. მაშინ შემდეგი ტიპის რეფლექსი ჩნდება: პირის ბხარეზე წინა და უკანა ფეხის არსებული გაშლა ან სუსტდება, ან კიდე სრულიად ისპობა და ტონურ მოხვრად შეიცვლება. ეს იქნება **მოტრიალების კისრის ტონური რეფლექსი.**

თუ რომ თავი მარჯვნივ იქნება გადახრილი. მაშინ მარჯვენა წინა და უკანა კიდური ტონურ გაშლას განიცდის. მარცხენა კი მოხვრისას. ე. ი. როგორც თავის მოტრიალების დროს ხდება. ეს იქნება **გადახრის კისრის ტონური რეფლექსი.**

თუ კისერი გადავწიეთ დორსალურ მხარეს ზურგისკენ ცხოველის მედიალურ საზიდან 90°-თ. მაშინ სხვანაირი რეფლექსი იწვევა: ორივე წინა ფეხებზე არსებული ტონური გაშლა ძლიერდება: უკანა ფეხებზედ კი იგი სუსტდება ან ისპობა და იქცევა ტონურ მოხვრად. პირიქით, კისრის ვენტრალურ დახრისას ანუ შუცლისკენ 90°-ით მედიალურ საზიდან, წინა ფეხებზედ გაშლის ტონუსი სუსტდება და ხან მოხვრის ტონუსად იქცევა. უკანა ფეხებზედ კი გაშლა ძლიერდება. ამ რეფლექსს ეწოდება **თავის აწევ-დაწევის კისრის ტონური რეფლექსი.** ამ სახით აღნიშნული რეფლექსი აქვს კატას. ძაღლს. მაიმუნს. ზღვის თაგვს. ხოლო შინაურ კურდღელზე კისრის აწევ-დაწევა სხვანაირ რეფლექსს იძლევა. ამ ცხოველზე. თავის გადაწევა ზურგისკენ ყველა კიდურების გაშლას იძლევა. თავის დაწევა შუცლისკენ კი ყველა კიდურების მოხვრას. არსებობს კიდევ ერთნაირი კისრის ტონური რეფლექსი. რომელიც იწვევა მეშვიდე კისრის მალის წვეტიან შორჩზედ დაწოლით: ეს რეფლექსი ბდგომარეობს ყველა კიდურების მოხვრაში. ამ რეფლექსს მ ა გ ნ უ ს ი უწოდებს vertebra-prominens-ის რეფლექსს. ე. ი. აღნიშნული მალის ლათინური სახელით.

ყველა დასახელებული მოძრაობანი გრძელდებიან მთელ იმ დროს, ვიდრე აღებული კისრის მდებარეობა გრძელდება. იგივე კისრის კუნთების, ბუსუსების და სახსრების რეცეპტორების წყალობით აღმოცენდებიან. ყველა ისინი, კარდა vertebra-premineus-ის რეფლექსისა იწვევიან იმ ფარგლიდან, სადაც კისრის პირველი სანი უკანა ფესვის ნერვები ერცელდება. ამ ფესვების გადაკვეთას ალ ნიშნული რეფლექსები ისპობა (Magnus და Leeuwen [illegible] იხ. სურ. 124).

სურ. 124 A



სურ. 124 B.

სურ. 124 C.

სურ. 124. A. ნორმალური კატა [illegible] კისრის ტონური რეფლექსი კისრის [illegible] ოდეს კატას ხვმოდან ბორცს ეკვენბ[illegible] წინა [illegible] ფესვები [illegible]

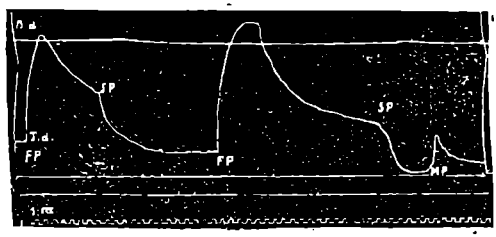
B. ნორმალური კატ[illegible]. ორმხრივად ბორცს ქვემოდან უჭერენ[illegible] წინა ფესვები ტონურ[illegible] ს ნიკდიან კისრის დაბლა მეცელ[illegible] ფესვების [illegible].

C. [illegible] ის[illegible] ის რეცეპტორებს მოშორ[illegible] ყველა კ[illegible] [illegible] ბეორე [illegible] ბუსამე კისრის უკანა ფესვები გადაკრილი. ბორცის ჩეენებაზე კ[illegible] თავს [illegible] [illegible] [illegible]

ტორიის საქმეა. სახელდობრ დე-კლეინისა [1]. მისი გამოკვლევით თავის თვითეულ მდგომარეობას ტანის მიმართ შეუფარდდება თვალის კაკლის განსაზღვრული მდებარება.

შინაურ კურდღელს რომ თავი გამაგრებული აქონდეს მედიალურ მდებარეობაში, მაშინ ტანის მოძრაობით, ე. ი. კისრის მოტორიალებით ამა თუ იმ მხარეზე თავის მდებარეობის შეუცვლელად შემდეგნაირი რეფლექსი გამოიწვევა.

1. თუ რომ ტანი ჰორიზონტალურ სიბრტყეში მოხარეს (დორსო-ვენტრალურ ღერძის გაოშემთ) ერთ რომელიმე მხარეს, მაგ., მარჯვნივ, მაშინ ორივე თვალი გადატრიალდება მარცხნივ: მარჯვნივ შეიკუმშება rectus internus, მარცხნივ კიდევ rectus externus.



ფიგურა 125.

სურ. 125. კ ი ს ი ს ი ს ... ტ ი ნ ი ტ ი ს ... ...

ეს მოძრაობანი დიდი ამპლიტუდით არ სწარმოებენ. საჭიროა უკიდურესი ტანის ტრიალი. რომ გასაზომი თვალის ბრუნვა მიეიღოთ.

ამ რეფლექსების საუკეთესოდ დაკვირვება მაშინ შეიძლება. თუ რომ ორივე ლაბირინტი დანგრეულია. ამ შემთხვევაში თავის მოტრიალება ამა თუ იმ მხარეს გამოიწვევს თვალების განსაზღვრულ მოძრაობას. თუ რომ ტანი ერთ მდებარეობაში იქნება.

თვალის ტონური რეფლექსური მოძრაობა რეციპროკულია. როგორც თვალის სხვა ნორმალური მოძრაობა: მაგ., როდესაც m. rect. internus იკუმშება, მაშინ rect. ext მოდუნდება. შეკავდება. ამ რეფლექსების მიმღებელი ველი იგივეა. რაც არის კისრის ტონური რეფლექსებისა კიდურებზე, მაშ., კისრის კუნთების, სასხლეტების და მყესების რეცეპტორები, რომელთა მგრძნობიარე ნერვები კისრის პირველი სამი უკანა ფესვით შედის ზურგის ტვინში. საკოორდინაციო აპარატიც მსგავსად სხვა კისრის ტონური რეფლექსებისა კისრის სამ პირველ სეგმენტში უნდა მდებარეობდეს.

კისრის და ლაბირინტული ტონური რეფლექსები ნორმულ ცხოველებზე და ადამიანზე. მაგნუსის ლაბორატორიაში გამოიკვლიეს ეს რეფლექსები აგრეთვე ნორმულ ცხოველებზე. საერთოდ შესაფერი ცდების გაკეთება ნორმულ ცხოველებზედ რეტად ძნელია. რადგან ცხოველს შეუძლიან მდებარეობის ყოველნაირ პასიურ ცვლილებას წინააღმდეგობა გაუწიოს. რომ თავის მდებარეობა შეეცვალოთ. უნდა ხელი წავაკლოთ სახეზედ და ღონე ვიხმაროთ მის მოსაბრუნებლად და ამას ცხოველი აქტიურად ეწინააღმდეგება. მაგრამ მაინც კარგად მოშინაურებულ ცხოველზედ ამნაირ ცდების შესრულება შესაძლებელია. მაგ., შინაურ კურდღლებზედ. ამ ცდების გაკეთება შეიძლება აგრეთვე კატის კნუტებზედ. ადამიანზედაც იყო ამ რეფლექსების დაკვირვება [illegible]). სამაგალითოდ მოვიყვან მაგნუსის ერთ დაკვირვებას 9 წლის ბავშვსედ. რომელიც დაბადებიდანვე დიდი ტვინის ფუნქციებს მოკლებული იყო (სურ. 126). მთავარი შედეგები მათ ბიოლეს დეცერებრირებულ პრეპარატებზედ და შემდეგ დანარკოზებულ პრეპარატებზედ. ე. ი. იმნაირ ცხოველთა მდგომარეობაში, როდესაც ნებელობითი მოძრაობა ხელოვნურად იყო მოსპობილი. სრულიად ნორმულ და გაზრდილ ცხოველებზედაც ძნელი არ არის კისრის ტონური რეფლექსის აღმოჩენა. მაგ., კატა-ძაღლს რომ ზემოდან საჭმელი დაანახო, იგი თავს მაღლა ასწევს და ამავე დროს წინა ფეხებს გაშლის. უკანას კი მოჭხრის. ეს არის კისრის რეფლექსი თავის დორსალურ მხარეზე გადახრის საპასუხოდ (იხ. სურ. 124). კატა რომ შკაფს ქვეშ დაძერებოდეს და მას არ შეეძლოს ფეხზე გასწორებით დადგომა, მაშინ იგი გადინაცვლის ადგილს ფეხებ მოხრილი. ეს მოხვრა არის ტონური verterbra—prominens-ის რეფლექსი, რომელიც prominens-ის წვეტიანი მორჩის შკაფის ძირზედ ხახუნით იწვევა. აგრეთვე მძინარე ადამიანზე შეიძლება კისრის ტონური რეფლექსის დადასტურება. მაგალ., ბავშვს რომ ეძინოს და თავი მარჯვნივ ჰქონდეს გადატრიალებული, მაშინ მარჯვენა წინა კიდური გაშლილი იქნება. მარცხენა კიდე მოხრილი.

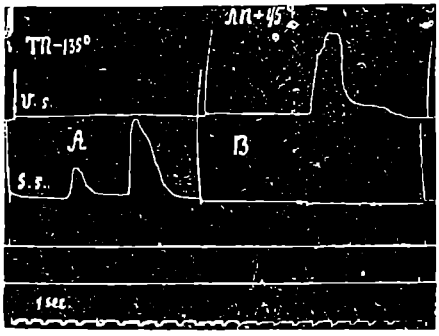
სურ. 126 A.

126 B.

სურ. 126. კისრის ტონური რეფლექსი 9 წლის იდიოტურ ბავშვზედ. A სურათზედ პირი მარცხენა მხარეზეა ძიბრუნებული ამისდაძიხედვით მარცხენა წინა და უკანა კიდური გაშლილია ყველა მთავარ სახსრებში. მარჯვ. მხარეზე კი, საითკენაც კეფაა მიქცეული, მთავარი სახსრები მოხრილია. B სურათზე თავი პირისახით მარჯვენა მხარეზეა გადაბრუნებული. აქ მარჯვენა წინა და უკანა კიდური გაშლილია, მარცხენა კიდევ მოხრილია (მაგნუსისა).

ლაბირინტული და კისრის ტონური რეფლექსის გამოწვევის მთავარი პირობა. მაგნუსი და მისი მოწაფენი ფიქრობდენ, რომ მუდამ ლაბირინტის და კისრის თვითეული ტონური რეფლექსი ლაბირინტების და კისრის რეცეპტორების პირდაპირი გაღიზიანებით გამოიწვევა. მაგრამ ასეთი რამ უნდა ხდებოდეს თუ რომ ლაბირინტის მგრძნობიარე ორგანოები მძლავრად გაღიზიანდა, როგორც ეს სწრაფი ტრიალის დროს შეიძლება მოხდეს; ან თუ ისინი ხელოვნურად გავაღიზიანეთ ცხელი წყლით ან სხვა რამე საშუალებით. ხოლო თუ რომ თავის მდებარეობის ცვლილება ნელა და დიდი სიფრთხილით სწარმოებს, ასე რომ მას არავითარი ბნიშვნელოვანი გაღიზიანება თან არ სდევს, მაშინ შესაფერი ტონური რეფლექსი არ იწვევა. ეგი მხოლოდ მაშინ გამოჩნდება, თუ ამ პასიური მოძრაობის საწარმოებლად ხელი მაგრად წავავლეთ ცხოველს, და მით თავის ან ყელის ნაწილები გავაღიზიანეთ; ან თუ ამ დროს სადმე პერიფერიული გაღიზიანება სწარმოებს: ფეხის ან კუდის ჩქმეტა.

ყურის დასრესა, ან ფეხის პასიური მოხრა და გაშლა, ან კიდე ქრილობის გაღიზიანება. ხშირად საკმარისია მხოლოდ ხელის გადასმა ფეხზედ ან ტანზედ ან და ის სუსტი შინაგანი და გარეგანი გაღიზიანება, რომელსაც სუნთქვის მოძრაობა იწვევს, რომ მას ის ტონური რეფლექსი მოჰყვეს, რომელიც მოცემულ კისრის ან თავის მდებარეობას შეეფარდება (იხ. სურ. 127). ამნაირად, **კისრის და ლაბირინტის რეცეპტორების გაღიზიანება უმთავრესად ხელს უწყობს განსაზღვრული საკოორდინაციო აპარატების მოქმედებას; რაც შეეხება ამოქმედებას, მათი აქტიურ მდგომარეობაში მოყვანას, ეს სხვადასხვა გარეშე გაღიზიანებაზედაა დამოკიდებული.** (ბერიტაშვილი). მაშასადამე, კისრის და ლაბირინტის რეცეპტორების გაღიზიანება უმთავრესად სუბმინიმალური ხასიათისაა. ასეთი გაღიზიანება თუმცა ეფექტს, ე. ი. აგზნებას არ იწვევს, სათანადო საკოორდინაციო აპარატში, მაგრამ აგზნებულების მატებას კი უსათუოდ უნდა იძლევოდეს: **თავის თვითეულ მდებარეობს უნდა შეუფარდდეს განსაზღვრული საკოორდინაციო აპარატის აგზნებულების მომატება.** და აი სწორეთ ამ ფუნქციონალური ცელილებით უნდა იყოს პირობადებული ის ნიშანდობლივი მოვლენა, რომ გარეგანი გაღიზიანება მოქმედებას იწვევს სწორედ იმ ტონურ საკოორდინაციო აპარატში, რომელი არსებულ თავის მდებარეობას შეუფარდდება.



სურ. 127

127 ... ტონური ... ...

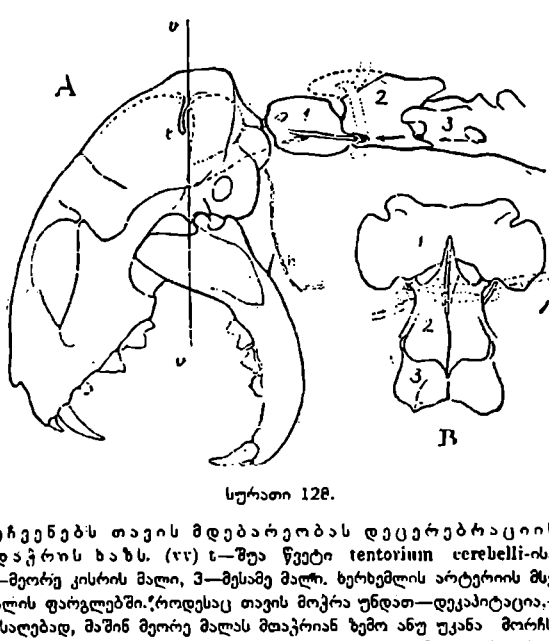
დეცერებრირებული ტონუსის წარმოშობა: თუ ჩვეულებრივ დეცერებრირებულ პრეპარატზედ ტონური რეფლექსის გამოსაწვევად მარტო თავის მდებარების შეცვლაა საჭირო, ეს მხოლოდ კისრის და ლაბირინტების რეცეპტორთა გაღიზიანების გამო კი არ ხდება, არამედ იმიტომ, რომ დეცერებრირებულ პრეპარატზედ დიდი ჭრილობა არსებობს, რომელიც მუდმივ ინტენსიურ გაღიზიანებათა წყაროს წარმოადგენს. თვით გაშლის ტონუსი, რომელშიაც დეცერებრირებული პრეპარატი იმყოფება, იმაზეა დამოკიდებული, რომ ტონური საკოორდინაციო აპარატები ტვინის ჭრილობიდან შეუწყვეტელ გაღიზიანებას განიცდის. თუ დეცერებრირებულ პრეპარატში ჯერ გაშლის ტონუსი ბატონობს და მერე მოხვრისა, ეს იმის გამო უნდა იყოს, რომ პირველად გაშლის აპარატების მოქმედება უნდა სპარბობდეს, შემდეგშიკი მოხვრის აპარატებისა. მაშასადამე, **დეცერებრირებული ტონური გაშლის დროს თუ თავის მდებარების ცვლილება პირდაპირ ტონური რეფლექსის ცვლილებას გამოიწვევს, ეს იმიტომ უნდა ხდებოდეს, რომ თვითეული განსაზღვრული მდებარება ხელს უწყობს განსაზღვრული საკოორდინაციო აპარატების ამოქმედებას ჭრილობის გაღიზიანებათა მიერ** (ბერიტაშვილი[9]).

პრაქტიკუმი.

კისრის და ლაბირინტის ტონური რეფლექსების დაკვირვება დეცერებრირებულ კატაზედ. კატას მოაქცევენ შუშის საფარის ქვეშ, და მერმე შეუდებენ საფარში ეთერით ან ქლოროფორმით დასველებულ ბამბას. ამ ნივთიერების შესუნთქვა გაშოიწვევს ნარკოზს. მისი სიღრმის გათვალისწინება ასე შეიძლება: ჯერ სუნთქვა უსწორ-მასწორო ხდება, ზოგჯერ შეყენდება: თუ დიდსანს შეყენდა, საჭიროა მაგრად შეინძრეს, რომ სუნთქვა ხელახლად დაიწყოს; მერმე სუნთქვა ხდება სწორი და ღრმა. ამ ორ სტადიის დროს ცხოველი განიცდის გაშლის ტონუსს. რომელიც ნარკოტული ნივთიერების მიერ ტონური ცენტრების აგზნებას უნდა მიეწეროს. ბოლოს სუნთქვა იჭცევა ზერელად და მასთან ხშირდება. ამ მომენტში ნარკოზი ულრმესია: რეფლექსური ტონუსი არ არსებობს; კიდურნი სრულიად მოდუნებულნი არიან; ამასთან საერთოდ ყოველი რეფლექსური მოქმედება შეწყვეტილია, მაგ., ფეხი მექანიკურ ეაღიზიანებაზე არ ინძრევა. როდესაც სუნთქვა ზერელე ხდება, ცხოველი გადააქვთ საოპერაციო შაგიდაზე და გულაღმა მიაბმენ. მაშინვე შეუდგებიან ტრაპეზოტომიას: ყელზედ კანს სიგრძეზედ გადუჭრიან, გამოაჩენენ ტრახეას და მას გარდიგარდმო ნახევრად გადაკრიან. პერიფერიულ ნაკერში გაუკეთებენ სატრახეო კანიულას, ე. ი. შუშის ლულას. ამ ლულას შემდეგ უერთებენ ერთგვარ აპარატს, რომლის დანიშნულება ღრმა ნარკოზის დაცვაა ხელოვნური შესუნთქვის საშუალებით. ეს აპარატი ასეთია: პატარა საბერავი მოჰყავთ მოძრაობაში ან ხელით ან ელექტრული მოტორით. ჰაერი საბერავიდან კაუჩუკის მილით Y—მაგვარ შუშის ლულაში შედის; ამ ლულის თვითეული ტოტი გაივლის ე. წოდ. ქრონეკერის ონკანით: ეს ონკანი ლითონის პატარა იარაღია, რომლის სანათური სურვილისამებრ შეიძლება შევამციროთ ნულამდე. ერთი ონკანი მეორე მხრიდან უერთდება ვულფის პურკელს, სადაც ქლოროფორმი ან ეთერია ჩასხმული. ჰაერი გაივლის ამ ნივთიერებით, მის ორთქლთან ერთად აქედან გადის კაუჩუკის მილით და შემდეგ უერთდება მეორე ონკანით გავლილს სუფთა ჰაერს. შერეული ჰაერი შედის ფილტვში ტრახეის კანიულით. ამ ონკანების საშუალებით შეიძლება სურვილისამებრ ფილტვისკენ შიმავალი ნარკოტული ნივთიერების ოდნობა მოვაწესრიგოთ. მაგ., პირველ ონკანში სანათურის შემცირება ან მეორე ონკანში სანათურის გადიდება ნარკოტული ნივთიერების მსვლელობას ფილტვისკენ შეამცირებს.

ტრახეოტომიის შემდეგ აწარმოებენ ვაგოტომიას, ე. ი. n. vagus-ს გადაკვეთენ ორივე მხარეზე. ამავე დროს შეჭრავენ სალილე არტერიებს.

ყელზე ოპერაციის შემდეგ ცხოველს დეცერებრაციას უშვრებიან. ამისათვის ცხოველს გადააბრუნებენ, გულდალმა დააწვენენ. გადუკვეთენ თავზედ კანს და გააცლიან კუნთებს ქალის ზემოდან (m. temporalis). შემდეგ ახდიან თავის ქალას ერთგვარი ძელის, სამტკეცეთით დიდ ქალისფეროთა უკანა ნახევრის ფარგალში; მოაცლიან მაკრატლით dura mater-ს და ჩლუნგი შპატელით გადასკრიან მთელ ტვინს tentori-ის წინ, ამასთან გადიკვრება შუა ტვინის წინა ორგორაკი (იხ. სურ. 128). მთელ წინა მოკვრილ ნაწილს ამოაგდებენ თავის ქალიდან, ხოლო ისე რომ ქალის ძირში dura mater არ დაზიანდეს. სისხლის დენის ასაცდენად საჭიროა თავზედ ოპერაციის დროს ხერხემლის არტერიებში სისხლის მიმოსვლა დროებით შეწყდეს: თანაშემწე კისერზე მოუკერს თითებს ატლასის უკან (იხ. სურ. 128). აქ მეორე კისრის მალიდან ატლასზედ გადასვლისას ხერხემლის არტერიები მალის ზედაპირზე მდებარეობენ, ამიტომ მათი მოკერა ადვილად შესაძლებელია. დეცერებრაციის შემდეგ ეს მოკერა შესწყდება. ნარკოზიც აგრეთვე ისპობა. რომ სისხლის დენა მალე შესწყდეს ოავს ცოტა ხნობით 10—15 წამით ზემოთ ასწევენ.



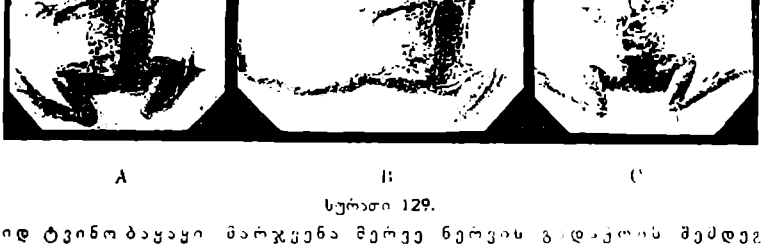
სურათი 128.

სურ. 128. A უჩვენებს თავის მდებარეობას დეცერებრაციის დროს და ტვინის გადაკვრის ხაზს. (vv) t—შუა წვეტი tentorium cerebelli-ისა. h—hyoideum 1—ატლასი, 2—მეორე კისრის მალი, 3—მესამე მალი. ხერხემლის არტერიის მსვლელობა ნაჩვენებია 1 და 2 მალის ფარგლებში. როდესაც თავის მოკვრა უნდათ—დეკაპიტაცია,—საზურგ-ტვინო პრეპარატის მისალებად, მაშინ მეორე მალას მთაკვრიან ზემო ანუ უკანა მორჩს მთლიანად და მერე მაგრად გადუკვერენ ძაფს მთელ ხერხემალს, ისე რომ ხერხემლის არტერიები შეიკვრას. ამ მორჩის და ლიგატურის ალაგი ნაჩვენებია შტრიხებით. B უჩვენებს იმავე ნაწილებს ზემოდან ანუ უკანიდან. ნათლად სჩანს ლიგატურის ალაგი დეკაპიტაციისათვის და ხელის მოკერისა დეცერებრაციის დროს. სისხლის დენის შესაყენებლად (შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს ა).

ოპერაციის დროს დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს ნარკოზის სიღრმეევეს. იგი გამუდმებივ უალრესი უნდა იყოს, ისე რომ ოპერაციის დროს ცხოველი არ მოძრაობდეს. წინაალმდეგ შემთხვევაში მოკური მდგომარეობა მეტად დიდი და ხანგრძლივი იქნება, და მასთან მეტად გაძ-

ნელდება თვითონ ოპერაციის წარმოება, რადგან სისხლი იდენს განუწყვეტლივ დიდი დენობით.

ოპერაციის შემდეგ დაიცლიან იმდენხანს, ვიდრე სისხლის დენა არ შესწყდება და შოკური მდგომარეობა არ გაიელის. რამდენიმე წამის შემდეგ გამოჩნდება საეთოო გაშლის ტონუსი. წინა ფეხებზედ უფრო ძლიერ, ვიდრე უკანებზედ. ამავე დროს დამცველ რეფლექსის-დამ უნარი ბრუნდება. დრო გამოშვებით შინჯავენ მოხვრის, მყესის და ხ.მბამის რეფლექსების სიცოცხლეს - თვითონ ცდებს დაიწყებენ ერთი საათის შემდეგ. მთელი ცხოველის ტრიალი ფრონტული ღერძის გარშემო -თავის მდებარების შეცვლა სივრცეში -მხოლოდ ლაბირინტულ რეფლექსებს გამოიწვევს. თუ კიდე ხელით მოვაბრუნეთ მარტო თავი ტანის მიმართ ან ერთს, ხან შეორე მხარეს, მაშინ მიეიღებთ კისრის რეფლექსებს, რომელნიც ხანდისან ლაბირინტულთან იქნებიან შერეული, რადგან ამავე დროს იცვლება თავის მდებარება სივრცეში.



A B C

სურათი 129.

უდიდ ტვინობაყაყი მარჯვენა მერვე ნერვის გადაკვეთის შემდეგ. A ტიპიური მდებარება. ოომელსაც ბაყაყი თავისთავად მიიღებს: თავი მოხრილია კეფის მარჯვენა მხარეზე. რომელიც მარჯვენა ლაბირინტის დანგრევას მოსდევს კისრის კუნთებსა ასიმეტრიული ტონუსის შექმნის გამო. შემდეგ მარჯვენა მხარეზე წინა და უკანა კიდური მოხრილია, მარცხენა მხარეზე კი გაშლილია. ეს ორის კისრის ტონური რეფლექსი, რომელიც თავის მოტრიალებამ გამოიწვია.

B -იგივე ბაყაყი წინა კიდურის სუსტი მექანიკური გაღიზიანების შემდეგ. მარცხენა მხარეზე კიდურების გაშლა უფრო გაძლიერებულია.

C -თავი განგებ იყო მოყვანილი მედიალურ მდებარეობაში. ამასთან ერთად კიდურებიც სიმეტრიულ მდგომარეობაში მოდიან. სულ მცირე გაღიზიანება გადაიყვანდა ამ მდგომარეობიდან A -მდგომარეობაში. (ბერიტაშვილი).

კისრის და ლაბირინტული ტონური რეფლექსების დაკვირვება დეცერებრირებულ ბაყაყზე. ახდიან მაკრატლით თავის ქალას და გამოაჩენენ ზემოდან მთელ თავის ტვინს. ამის შემდეგ ჯერ მოაცლიან დიდ ჰემისფეროებს და შუა მდებარე ტვინს (ან და მხოლოდ დიდ ჰემისფეროებს). მერე მოგრძო ტვინის ერთ გვერდზე გადაკრიან ძალიან მკრელი და პატარა თხელი ლანცეტით მერვე ნერვს, რომელიც შეიცავს კარიბეის ნერვს (n. vestibularis). ამის გამო კისრის კუნთები მოწინააღმდეგე მხარეზე ჰკარგავენ ტონუსს და თავი გადახრება დაზიანებულ მხარეზე. ისე რომ კეფა ამ მხარეზე იქნება მიქცეული, პირისახე კიდე მეორე მხარეზე. ამასთან ერთად ორივე კიდური, მეტადრე წინა, იმ მხარეზე, საითკენაც კეფა არის მიბრუნებული, იხვრებიან. მეორე მხარეზე კიდეე იშლებიან (იხ. სურ. 129). ასიმეტრიული ტონუსი კიდურებზე წარმოადგენს კისრის ტონურ რეფლექსებს, რომელიც კისრის თავის გადასრას მოჰყვა. თუ რომ განგებ ხელით გავასწორეთ თავის მდებარება მედიალური სიმეტრიის მიცემით, კიდურებზე ასიმეტრიული ტონუსი ისპობა (de Kleyn-ის ცდა [25]).

ამ პრეპარატზე შეიძლება შემოწმდეს ის დებულება, რომ მარტო თავის მდებარების ცვლილება არაა საკმარისი ტონური რეფლექსის გამოსაწვევად. ჩვენ რომ ამ ბაყაყის თავს ჯერ-

ინფუზიურ სრული მეტალური სიმეტრიული მდებარეობა და მით მოესპოთ კიდურების ასიმეტრიული ტონუსი და შესდეგ ძალიან ფრთხილად მოვატრიალოთ ოავი ღეზიანებულ მხარისკენ, რაკიდან ეს თავის თავად ხდება. მაშინ შეიძლება კიდურები სიმეტრიულ მდებარეობაში დარჩენ. მაკრამ საკმარისია ბაყაყს გაუღიზიანოთ რომელიმე კიდური, ტანი ან თავი, რომ მაშინვე კიდურებმა ჩვეულებრივი ასიმეტრიული მდებარეობა მიიღონ კისრის ტონური რეფლექსის მეშვეობით გამო.

ლიტერატურა.

1. R. Magnus, Münch. mediz. Wochenschr. 1912. გვ. 681; Körperstellung. 1924. Berlin.
2. J. Beritoff, J. Physiol., 1915, 49, 147; Изв. Росс. Ак. Наук. 1915 გვ. 649.
3. R. Magnus, Pfl. Ar., 1914, 159, 224.
4. W. Biedermann, Pfl. Ar., 1900, 80, 420.
5. Brondgeest, Ar. An Physiol. u. wiss. Med., 1860. გვ. 704.
6. J. Beritoff. Ar. An. Physiol, 1913, გვ. 1; Изв. СПБ. Биолог. Лаб., 1912, 12, 29.
   И. Беритов, Учение об основ. элем. центр. коорд. скелет. мускнулатуры. 1916. Петроград. გვ. 97.
8. C. Sherrington, J Physiol., 1897, 22, 319.
9. J. Beritoff, Q. J. Exp. Physiol., 1915, 9, 199; Изв. Росс. Акад. Наук, 1915. გვ. 853.
10. R. Magnus, და A. de Kleijn, Pfl. Ar., 1912, 145, 455.
11. C. Sherrington, J. Physiol., 1913, 47, 196.
12. Bazett და Penfield, Brain, 1922, 45, 185.
13. Magnus და de Kleyn. Pfl. Ar., 1913, 155, 178.
14. J. van der Hoeve, და de Kleyn, Pfl. Ar., 1917, 169, 241; 1920, 178, 179.
15. Magnus და de Kleyn. Pfl. Ar., 1917, 169. 241; 1920, 178, 179.
16. A. de Kleyn. Pfl. Ar., 1921, 186, 82.
17. Magnus და de Kleyn. Pfl. Ar., 1921, 186, 6, და 61; 1922, 194, 407.
18. Magnus და Sform v. Leeuwen. Pfl. Ar., 1914. 159. 157.
19. Magnus და de Kleyn. Pfl. Ar., 1912, 147, 403.
20. Magnus და de Kleyn. Pfl. Ar., 1913, 154. 163.
21. Magnus და Kleyn. Münch. med. Woch., 1913, გვ. 2566; Pfl. Ar. 1915. 160, 429.
22. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1923, 199, 248; Изв. Росс. Акад. Наук, 1915, გვ. 1117.
23. A. de Kleijn, Pfl. Ar., 1914, 159, 218.

24. G. Rademaker, Klin. Wochensch., 1923, 1, 404; Magnus და Rademaker. Schweiz. Ar. Neurol. Psych., 1913, 13, 408.
25. G. Rademaker, Die Bedeutung der roten Kerne und des übrigen Mittelhirns für Muskeltonus, Körperstellung und Labyrinthreflexe. Berlin. 1926.
26. R. Bárány, Zent. Physiol., 1917, 20, 298.

17. მდებარეების და სტატო-კინეტიკური ტონური რეფლექსები.

ზოგადი ცნება. ნორმალური ცხოველი ჩვეულებრივ იმყოფება სრულიად განსაზღვრულ მდებარეობაში: ფეხებით და მუცლით ქვემოთ და ზურგით, პირისახით ქვემოთ და კეფით ზემოთ. ასეთია თვითეული ცხოველის ნორმალური მდებარეობა. თუ რომ ცხოველი რამე მიზეზით გამოვიდა ამ მდებარეებიდან იგი უბრუნდება მას რეფლექსური გზით სრული სისწორით. ამ რეფლექსების გამოკვლევა აგრეთვე მაგნუსის ლაბორატორიას ეკუთვნის (1916 1924) და მათ მაგნუსმა **მდებარეების რეფლექსი** უწოდა [1]). ნორმული მდებარეობა არის თავდაპირველი მდებარეობა ყოველივე ახალი მოძრაობისა, როგორც ნებელობითისა, ისე უნებლიო რეფლექსურისა. როგორც მაგნუსის და მის მოწაფეთა გამოკვლევებიდან აღმოჩნდა ნორმული მდებარეების დაცვა რთული აქტია: მასში მონაწილეობს რეფლექსთა მთელი რიგი. მთავარი მნიშვნელობა აქვს ლაბირინტის მგრძნობიარე ორგანოებს. მაგრამ მათი გამოწვევა სხვა რეცეპტორებიდანაც სწარმოებს. მდებარეების მთავარი საკოორდინაციო აპარატი იმყოფება შუა ტვინში. ნორმული მდებარეების დაცვა სრულიად ისპობა დეცერებრაციის შემდეგ ე. ი. თუ რომ თავის ტვინი გადაჭრილია ოთხ გორაკის უკან მოგრძოტვინის საზღვარზე.

ყველა მდებარეების რეფლექსები ტონური ხასიათისაა, ვინაიდგან თვითეული მათგანი გრძელდება სწორედ იმდენხანს, ვიდრე არანორმული მდებარეობა არსებობს.

ლაბირინტული მდებარეების რეფლექსი თავზე. რომ ავიღოთ ნორმული ცხოველი (კატა, ძაღლი, შინაური კურდღელი, მაიმუნი) და თვალებზე რამე ავაფაროთ ან და ამოვაჭრათ დიდი ტვინი, რომ შეუძლებელი იყოს მხედველობის ორგანოთი სარგებლობა, და მივცეთ სხეულს სხვადასხვა არა ნორმული მდებარეობა ჰაერში: ჰორიზონტალური მდებარეობა მუცლით ზემოთ, ვერტიკალური მდებარეობა თავით ზემოთ ან დავკიდოთ ჰაერში თავით ქვემოთ, ყველა შემთხვევებში თავის მდებარეობა ერთი და იგივე იქნება: სრულიად ნორმული—კეფით ზემოთ და პირისახით ქვემოთ (სურ. 130 A). თუ რომ ორივე ლაბირინტი დანგრეულია, მაშინ ეს თავის რეფლექსი სრულიად ისპობა. როგორიც გინდა მდებარეობა მივცეთ სხეულს ჰაერში დაჭერით, თავი ნორმულ მდებარეობას არ მიიღებს (სურ. 130 B). მაშ., როდესაც ცხოველი დაკავებულია ჰაერში

თავის მდებარეობის რეფლექსის გამომწვევი აგზნება ლაბირინტში აღმოცენდება. აქ არის მისი მიმღებელი ველი. პირდაპირი ცდებიდან იყო გამორკვეული ამ თავის მდებარეობის რეფლექსების გამოწვევაში sacculus-ის მგრძნობიარე ორგანოები ღებულობენ მონაწილეობას: მათი აგზნების მაქსიმუმს მაშინ მივიღებთ, როდესაც ოტოლიტები მაკულას დაეკიდებიან, პირიქით როდესაც მას აწვებიან, მაშინ მინიმალური აგზნება უნდა ხდებოდეს და შეიძლება სრულიად მოსვენებაშიაც იყოს [1]. ვინაიდგან თავის მდებარეობის რეფლექსი ესპობა შუა ტვინის მოშორების. შემდეგ და პირიქით სრული სიცხოველით აჩნდება ცხოველს. თუ რომ შუა ტვინი დაცულია, დანარჩენი თავის ტვინის წინა ნაწილი კი მოშორებულია, ამიტომ ამ რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატი შუა ტვინში უნდა მდებარეობდეს (Magnus [1]) და Dusser de Barenne [2]).

სურ. 130 A 130 A

სურ. 130 A. უდიდტვინო შინაური კუოდღელი. მარცხნივ ცხოველი დაკვეებულია, ხერგილ ზემოთ. ცხოველს თავი ნორმალურ მდებარეობაში უჭირავს. ეს არის წმიხდა ლაბირინტული რეფლექსი. მარჯვნივ იგივე შინაური კუოდღელი უკავია თავით ქვემოთ. აქაც ცხოველს თავი ნორმალურად უჭირავს: კეფით ზემოთ, პირით ქვემოთ. ესეც წმიდა ლაბირინტული რეფლექსია. ხოლო წინა კიდურების გაშლა კისრის ტონური რეფლექსია, რომელიც გამოწვეულია კისრის ზეოგისაკენ გადახრით (Magnus).

მდებარეობის რეფლექსი ტანიდან თავზე. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ ლაბირინტების ექსტირპაციის შემდეგ ცხოველი ჰკარგავს თავის მდებარეობის რეფლექსის უნარს, თუ რომ იგი ჰაერშია დაკიდული. მაგრამ თუ რომ ასეთი პრეპარატი დავდეთ მაგიდაზე გვერდით, თავი მაშინვე ნორმულ მდებარეობას მიიღებს. ეს რეფლექსი უეჭველია კანის ასიმეტრიული გაღიზიანებით იწვევა. ცხოველი რომ სძევს ერთ გვერდზე, ცხადია აწვება მაგიდას ამ გვერდით და მას უღიზიანდება მხოლოდ ეს გვერდი. რომ აღნიშნული თავის რეფლექსი მართლაც გვერდის ასიმეტრიული გაღიზიანებით იწვევა, სჩანს იქიდან, რომ თუ მეორე გვერდს ზემოდან ფიცარს დავაჭერთ და ამნაირად გვერდების გაღიზიანება სიმეტრიული შეიქნება, თავი ნორმულ მდებარეობიდან გვერდით მდებარეობაში გადავა. მოვაცილებთ თუ არა ფიცარს, თავი ისევ ნორმულ მდებარეობას მი-

ღებს, ამ რეფლექსის გამომწვევი რეცეპტორები ცსადია თვით ტანში მდებარეობს. საკოორდინაციო აპარატი კი, როგორც ეს აგრეთვე მაგნუსის გამოკვლევიდან სჩანს, შუა ტვინში უნდა იმყოფებოდეს. თუ იგი მოშორებულია, ეს რეფლექსი ტანიდან თავზე ისპობა.

მდებარეობის რეფლექსი კისრიდან ტანზე. ცხოველი რომ ვეერდზედ იწვეს და ჯერ თავი მოვიდეს ნორმულ მდებარეობაში, ამას ზედიზედ მოჰყვება ჯერ წინა ტანის გასწორება და მერე უკანა ტანისაც. ეს რეფლექსი არაა დამოკიდებული ლაბირინტზე. იგი აჩნდება შუა ტვინის მქონე-ისეთ პრეპარატებსაც, რომელსაც ორივე ლაბირინტი ამოჭრილი აქვს. აქ ჩვენ გვაქვს საქმე შემდეგნაირ რეფლექსთან. გვერდზედ დადებულ ცხოველს ლაბირინტის ან და ტანის ასიმეტრიული გაღიზიანების გამო თავი მოჰყავს ნორმულ მდებარეობაში. ამას მოსდევს კისრის მოხვრა; უკანასკნელს თან სდევს კისრის რეცეპტორების გაღიზიანება და ეს იწვევს ტანის წინა ნაწილის გასწორებას, ე. ი. მის ნორმულ მდებარეობას. უკანასკნელი მოძრაობა კი თავის მხრივ უნდა იწვევდეს ტანის უკანა ნაწილის გასწორებას (Magnus[1]).

სურ. 130 II

სურ. 130 I.

სურ. 130 I. უდიდესინო შინაური კურდღელი. ორივე მხარეზე ლაბირინტები ამოკოილია. მარცხნივ ცხოველი უკირავთ ზურგით ზემოთ, მაოჯვნივ კი იგი დაკიდულია ჰაერში თავით ქვემოთ. ორივე შემთხვევაში თავს არა აქვს ნორმული მდებარეობა: იგი კეფით ძირს არის დაშვებული. ძვადარეთ ზემო სერათთან, სადაც ლაბირინტიანი ცხოველია მოყვანილი (Magnus).

მდებარეობის რეფლექსი ტანიდან ტანზე. ტანის სწორი ანუ ნორმული მდებარება არ არის დამოკიდებული მხოლოდ იმაზე, რომ თავი ნორმულ მდებარეობაში მოვიდა. შინაური კურდღელი რომ დავაწვინოთ გვერდზე და თავიც გვერდით მდებარეობაში გავამაგროთ, ტანი შეიძლება მაინც გასწორდეს თავის თავად. ეს რეფლექსი მეტადრე მძლავრად იწვევა, თუ რომ ხორხლიანი დასაწოლია. ეს რეფლექსი წარმოიშვება ტანის ასიმეტრიული გაღიზიანების მიერ. მეორე გვერდზედ რომ მძიმე ფიცარი დავადოთ და ამნაირად გაღიზიანება სიმეტრიული გავხადოთ, ტანი აღარ მიიღებს მედიალურ გასწორებულ მდებარეობას. ეს რეფლექსი აგრეთვე საჭიროებს შუა ტვინის არსებობას (Magnus[1]).

ამნაირად, **როგორც თავი, ისე ტანი ორნაირი რეფლექსური მექანიზმის საშუალებით მოდის ნორმულ მდებარეობაში: თავის გასწორება დამოკიდებულია ტანის და ლაბირინტის მდებარეობის რეფლექსებზე, ტანისა კიდე კისრისა და თვით ტანის მდებარეობის რეფლექსებზე.**

მ დ ებ ა რ ე ბ ი ს რ ე ფ ლ ე ქ ს ი თ ვ ა ლ ი დ ა ნ თ ა ვ ზ ე. თავის ნორმული მდებარეობა დამოკიდებულია აგრეთვე სამხედველო ორგანოზე. ულაბირინტო (ლაბირინტების ექსტირპაცია) კატა, ძაღლი ან მაიმუნი რომ თავდაყირა დაეკიდოთ ჰაერში, თავი ნორმულ მდებარეობას მიიღებს, თუ რომ მას მხედველობის უნარი აქვს. სხეულს რომ სხვა არა ნორმული მდებარეობა მივცეთ, მაშინაც თავი ნორმულ მდებარეობას ძალიან ადვილად: ეკეთოთ ზემოთ და სახით ქვემოთ, რომ ეს მდებარეობის რეფლექსი დამოკიდებულია მხედველობაზე იქიდან სჩანს, რომ თვალებ აბეული ულაბირინტო კატა ძაღლი ან მაიმუნი ასეთი რეფლექსის უნარს ჰკარგავს. თავის მდებარეობის რეფლექსი თვალიდან ყველა ცხოველებს არა აქვს: იგი მაგ., არ აბადია შინაურ კურდღელს და ზღვის თაგვს. ამ ცხოველს ლაბირინტები რომ მოვაშორეთ და ჰერე ისე დაეკიდოთ ჰაერში, თავი ნორმულ მდებარეობას არ მიიღებს. გინდაც რომ თვალები ასილული ჰქონდეს. .თვალიდან მდებარეობის რეფლექსი მხოლოდ ადამიანს იწვევა. ამას უკვე მეორედ გზით მოჰყვება კისრის და ტანის მდებარეობის რეფლექსი. რასაკვირველია, დიდი ტვინის ამოქრისას ეს მდებარეობის რეფლექსი ისპობა (de Kleijn და Magnus ').

წ ი თ ე ლ ი ბ ი რ თ ვ ე ბ ი ს მ ნ ი შ ვ ნ ე ლ ო ბ ა მ დ ებ ა რ ე ბ ი ს რ ე ფ ლ ე ქ ს ე ბ ი ს გ ა მ ო წ ვ ე ვ ა ში. მდებარეობის რეფლექსების საკოორდინაციო აპარატი როგორც აღნიშნეთ შეა ტვინში მდებარეობს. უმთავრესი მნიშვნელობა აქ მდებარე წითელ ბირთვებს უნდა ჰქონდეს. დამტკიცებულია პირდაპირი ცდებით, რომ **წითელი ბირთვები და აქედან მოშვავალი** (tr. rubro-spinalis **წარმოადგენს მდებარეობის რეფლექსებისთვის აუცილებელ ნერვულ აპარატს.** თუ რომ ტვინი გადიკვეთა წითელი ბირთვების წინ ან და მის გვერდებზე, ამით მდებარეობის რეფლექსების უნარი არ დაზიანდება: დაიცვება ყველა ლაბირინტული მდებარეობის რეფლექსები და ნორმული ტონუსი მთელ ორგანიზმში: ამასთან არ ეთანადება დეცერებრირებული ტონუსი. მდებარეობის რეფლექსების მოსპობა მხოლოდ იმ შემთხვევაში მოხდება, თუ რომ ტვინი გადიკვეთა წითელი ბირთვების უკან ან და ადიკვეთა ე. წოდ. ფ ო რ ე ლ ი ს გადაჯვარედინება, რომელსაც rubro-spinalis-ის გზები წარმოშობენ წითელ ბირთვებიდან გამოსვლისთანავე. **მდებარეობის რეფლექსების გამოსაწვევად პატარა ტვინი აუცილებელ რამეს არ წარმოადგენს.** შინაურ კურდღლებზე მისი მოშორება არ ახიანებს ლაბირინტული მდებარეობის რეფლექსს თავზე და არც იმ მდებარეობის რეფლექსს თავზე, რომელსაც ტანის ასიმეტრიული გაღიზიანება იწვევს. გამონაკლისს შეადგენს მხოლოდ ტანის მდებარეობის რეფლექსი ტანიდანვე. ორ შემთხვევაში იყო დადასტურებული, ამ რეფლექსის მოსპობა პატარა ტვინის ექსტირპაციის შემდეგ. ამნაირად ამ რეფლექსის ამაეალი მგრძნობიარე გზა პატარა ტვინს უნდა გაიკვლიდეს. საგულისხმოა, რომ საკოორდინაციო აპარატი თავის მდებარეობის რეფლექსისა ტანიდან წითელ ბირთვში არ არსებობს. იგი მაშინაც იწვევა

თუ რომ ტვინი გადიპრა წითელი ბირთვების უკანა საზღვარზე ფ ო რ ე ლ ი ს გადაჯვარედინების ფარგალში. შეიძლება ითქვას, რომ დასახელებული საკოორდინაციო აპარატი წითელი ბირთვის დონეზე ან ცოტა მის უკან უნდა მდებარეობდეს. (Magnus [5]), [3]), Rademaker [6]), [7]).

ს ტ ა ტ ო - კ ი ნ ე ტ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ე ბ ი. ლაბირინტის სტატიკური ორგანოს გაღიზიანება სწარმოებს არა მარტო თავის მდებარების შეცვლით სივრცეში, არამედ აგრეთვე თუ იგი მოძრაობს აჩქარებული სისწრაფით, სულ ერთიანკუთხოვანი იქნება ეს აჩქარებული მოძრაობა თუ სწორხაზოვანი. ამ გაღიზიანებას მოჰყვება თავისებური რეფლექსი თავზე და კიდურებზე. იმ რეფლექსებს, რომელნიც კუთხოვანი აჩქარებული მოძრაობით იწვევა უწოდებენ **ტრიალის რეაქციებს**, სწორხაზოვანი მოძრაობით გამოწვეულს რეფლექსს კი **პროგრესიული მოძრაობის რეაქციას.** (მ ა გ ნ უ ს ი).

სტატო-კინეტური რეფლექსებიც ყველა ტონურ რეფლექსებს ეკუთვნიან, ვინაიდგან ეს რეფლექსებიც გრძელდებიან მთელ იმ დროს, ვიდრე აღნიშნული მოძრაობა სწარმოებს.

ტ რ ი ა ლ ის რ ე ა ქ ც ი ა თ ა ვ ზ ე. ცხოველი რომ დავსვათ მოტრიალე დისკოზე რადიუსის მიმართულებით და თავით გარეთ, მაშინ დისკოს ტრიალის დროს თავი მარჯვნივ მიიხრება, თუ დისკო მარცხნივ ტრიალებს. თუ კიდე ტრიალებს იგი მარჯვნივ, მაშინ ცხოველის თავი მარცხნივ გადიხრება. ტრიალის შეწყვეტისას თავი უკუღმა ე. ი. ტრიალის მიმართულებით გადიხრება. ზოგჯერ ტრიალის დროს და მის შემდეგ თავი ეგრ. წოდ. ნისტაგმს განიცდის, ე. ი. თავი არ ჩერდება ერთ მდებარეობაში, იგი ირხევა ხან ერთ ხან მეორე მხარეზე.

ტ რ ი ა ლ ის რ ე ა ქ ც ი ა თ ვ ა ლ ებ ზ ე. როდესაც შინაური კურდღელი დისკოზე მარჯვნივ ტრიალებს, მაშინ ტრიალის დროს ორივე თვალიც მარცხნივ მოტრიალდება, ტრიალის შეწყვეტისას ორივე თვალი პირიქით მარჯვნივ მოტრიალდება ე. ა. დისკოს ტრიალის მიმართულებით. ამასთან თვალებს ნისტაგმიც ემართებათ როგორც ტრიალის დროს, ისე მის შეწყვეტის შემდეგ. ასეთი თვალის რეაქცია ვითარდება თვითონ კურდღლის მდებარების განურჩევლად, ე. ი. იქნება ცხოველი ჯდომის მდებარეობაში თუ გვერდზედ იწვება, თუ დაკიდული იქნება თავით ქვემოთ ან ზემოთ. მუდამ შედეგი ერთი და იგივე იქნება: თუ ცხოველი ვერტიკალური ღერძის გარშემო ტრიალებს, თვალები მოტრიალდებიან ჰორიზონტალურ სიბრტყეში და მასთან ისეთი მიმართულებით, რომ დაცული იყოს პირვანდელი მდებარება ამ სიბრტყეში.

ამნაირად, **თავის და თვალის ტრიალის რეაქციებს საზოგადოდ კომპენსაციური ხასიათი აქვთ. ტრიალის დასაწყისში თავი და თვალები ტრიალებენ ისე, რომ შეძლებისადა გვარად დაცული იყოს თავდაპირველი მხედველობის ველი.**

პ რ ო გ რ ე ს ი ულ ი მ ო ძ რ ა ო ბ ი ს რ ე ა ქ ც ი ა თ ა ვ ზ ე. შინაური კურდღელი, კატა, ძაღლი რომ ლიფტში შეეყვანოთ და სკამზე დავსვათ, ლიფტის მოძრაობის დროს ზევით ვერტიკალური მიმართულებით ოთხივე კიდურები იხვ-

რებიან და ხან თავიც დაიხრება ძირს (ძაღლზედ). ლიფტის ამ მოძრაობის შეჩერების მომენტში საწინააღმდეგო რეაქცია იწვევა: ოთხივე კიდურის მძლავრი გაშლა, უფრო მეტად წინა კიდურებისა, და თავიც ზევით ზურგისკენ გადიხრება (ძაღლი). ეს ლიფტის რეაქციები კიდურებზე იმ შემთხვევაშიაც გამოიწვევა, თუ რომ თავი და კისერი გამაგრებულია ერთ მდებარებაში. მაშასადამე კიდურების მოძრაობა არაა დამოკიდებული თავის მოძრაობაზე. ლიფტის რეაქციები აგრეთვე არაა დამოკიდებული მხედველობის ორგანოზე, თვალებ ახვეული კატა-ძაღლი აგრეთვე იძლევა ამ რეაქციას. თუ რომ ლიფტი ქვემოთკენ მოძრაობს, მაშინ თავი დორსალურად გადიხრება, კიდურები გაიშლებიან, აგრეთვე თითებიც გაიშლებიან; ამასთან უკანა კიდურები განიზიდებიან. ყველა ეს რეფლექსები ისპობიან ლაბირინტების ექსტირპაციის შემდეგ. აქედან ცხადია, რომ მიმღებელი ველი ამ რეფლექსებისა სტატიკურ ორგანოში მდებარეობს (De Kleijn და Magnus).

ხტუნვისათვის მომზადება. ვერტიკალურ მდებარებაში რომ იყოს ცხოველი თავით ქვემოთ და ისე მცირეოდენ დავწიოთ ქვემოთ. მაშინვე წინა კიდურები გაიშლებიან თითქოს ხტუნვას აპირებდეს. ეს კიდურები იშლებიან, რომ დადგომის დროს მიიღოს ტანის სიმძიმე. ეს რეაქცია ისპობა ორივე ლაბირინტის ამოჭრისას. ცხადია მისი მიმღებელი ველი აგრეთვე ლაბირინტში უნდა იყოს.

როგორც მაგნუსის ლაბორატორიის გამოკვლევებიდან სჩანს ტრიალის და პროგრესიული მოძრაობის რეაქციები არაა დამოკიდებული არსებითად sacculus და utriculus-ის მგრძნობიარე ორგანოების გაღიზიანებაზე. ვინაიდგან ოტოლიტების სრულიად მოშორებისას ისპობიან დგომის და მდებარეობის ყველა რეფლექსები და ამავე დროს სრულიად არ ზიანდება ტრიალის და პროგრესიული მოძრაობის რეაქციების უნარი. რადგან ეს უნარი ისპობა მთელი ლაბირინტის ამოჭრის შემდეგ, ცხადია იგი პირობადებული უნდა იყოს ამპულებში არსებული მგრძნობიარე ორგანოების გაღიზიანებით. მაგრამ ცნობილია, რომ utriculus-ის მგრძნობიარე ორგანოებსაც უნდა ჰქონდეს უნარი რეფლექსების გამოწვევისა პროგრესიული მოძრაობის დროს. მაგ. თავი რომ ნორმულ მედიალურ მდებარეობაში იყოს, utriculus-ის ოტოლიტები ჰორიზონტალურად განეწყობიან და აწვებიან ზემოდან მაკულებს. თუ რომ ლიფტის ქვევითი მოძრაობა დაიწყო, მოძრაობის დასაწყისში ოტოლიტები უფრო მსუბუქად დააწვებიან მაკულებს და ამით გამოიწვევენ წინა კიდურების გაშლას როგორც თავის გადაბრუნების დროს. მოძრაობის შეწყვეტის შემდეგ ოტოლიტები უფრო მეტად დააწვებიან მაკულებს და მით გაშლის ტონუსს ბოლო მოეღება. ამნაირად შესაძლებელია. რომ ნორმულ პირობებში პროგრესიული მოძრაობის რეაქციების წარმოება დამოკიდებულია აგრეთვე ოტოლიტების მოქმედებაზე.

ტრიალის და პროგრესიული მოძრაობის ტონური რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატი მდებარეობს მოგრძო ტვინში, მერვე ნერვის შესაელის ფარგალში. მხოლოდ კატაზე არ მტკიცდება ეს: აქ პროგრესიული მოძრაობის რეფლექსი არ გამოიწვევა თუ რომ ტვინი ოთხგორაკის წინა საზღვარზე არ გადიკრა (Rademaker [7]).

სურ. 131

სურ. 131. კატის ჰაერში გადატრიალების კინემატოგრაფიული სურათი. ნათლად სჩანს, რომ ჯერ თავი ბრუნდება ზურგის მდებარეობიდან ნორმულ მდებარეობაში (სურ. 3. 4 და 5) და მერმე მხოლოდ იწყება ტანის მობრუნება და წინა კიდურების გაშლა (მაგნუსისა).

ცხოველის გადატრიალება დავარდნის დროს. ნორმული ან უდიდტვინო ცხოველი (კატა, ძაღლი, მაიმუნი) რომ დავიჭიროთ მუცლით და პირისახით ზემოთ და ისე გაუშვათ ხელიდან, იგი ვიდრე დაეცემოდეს, უკვე ჰაერში გადატრიალდება და მიიღებს ნორმულ მდებარეობას: თავით და მუცლით ქვემოთ (სურ. 131). ამ რეფლექსში თავდაპირველად თავი მოძრაობს: იგი გადიხვრის ნორმულ მდებარეობისკენ. ეს იქნება ჩვეულებრივი რეფლექსი ლაბირინტიდან თავზე. თავის მობრუნებას მოჰყვება კისრის რეცეპტორების ვაღიზიანება და საპასუხოდ ამისა კისრის მდებარების რეფლექსის გამოწვევა: ჯერ ტანის წინა ნახევარისა და მერე უკანა ნახევარის გასწორება, ასე რომ ჰაერში ცხოველის მოძრაობას ჭასრაკისებრივი სახე აქვს. რომ თავის გადატრიალებისას წინა კიდურები იშლებიან, ეს არის აღნიშნული ხტუნვისათვის მოსამზადებელი რეფლექსი, რომელიც აგრეთვე ლაბირინტებიდან იწვევა (Magnus [illegible]).

პრაქტიკუმი.

დაკვირვება მდებარეობის რეფლექსებისა შინაურ კურდღლის უდიდტვინო პრეპარატზე. ნარკოზი. როგორც წინა თავში იყო აწერილი. ტრახეოტომია. ოპერაციის დროს ხელოვნური სუნთქვა ნარკოზით. საძილე არტერიების შეკვრა. თავის ქალ ს გახსნა. დიდი ჰემისფეროების გამოჩენა და მათი მოშორება, ისე რომ საშუალო ტვინი არ დაზიანდეს. ოპერაციის შემდეგ ნარკოზი შესწყდება და მალე 10—30 წამის შემდეგ კურდღელი მიიღებს ნორმულ [illegible]. ი. ჯდომის მდებარეობას: ზის უკანა კიდურებზე. წინა ფეხების გაშლით და თავის მაღლა მედიალურ

მდებარეობაში დაკერით. ასეთი პრეპარატი რომ ხელში ავიღოთ და მისი მდებარეობა [illegible] შეცვალოთ, თავის მდებარება მეედამ ერთი და იგივე დარჩებაა: კეფით ზემოთ, სახით ქვემოთ. ეს იქნება ლაბირინტის მდებარების რეფლექსი თავზე. გვერდზედ რომ დავდოთ მაგალითად, ჯერ თავი მოვა ნორმულ მედიალურ მდებარეობაში. მერე კისერი და ტანი. უკანასკნელი იქნება [illegible] ერის მდებარების რეფლექსი. ხოლო თუ თავი გავამგრეთ გვერდით მდებარეობაში, მაშინ [illegible] ეოვა ნორმულ მდებარეობაში. მხოლოდ ეს მოითხოვს გვერდებზე ყანის ძალიან [illegible] ეს იქნება მდებარების რეფლექსი ტანიდან ტანზე. პრეპარატი რომ დაეკიროთ ვერტიკალურ [illegible] მდებარეობაში თავიო ქვემოთ და სწორედ ძირს დაესწიოთ, მაშინვე წინაკიდურებს [illegible] იქნება პროგრესიული მოძრაობის მიერ გამოწვეული ხტუნვისათვის მომზადება.

ამ რეფლექსების დაკვირვების შემდეგ ამოვიკრას შეა ტვინი. ესე იგი მოამზადეს დეკერებირებული პრეპარატი. ამის შემდეგ პრეპარატს მოესპობა ყველა აღნიშნული მდებარეობა [illegible] ოეფლექსები.

მ დ ე ბ ა რ ე ბ ი ს რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ა ა ვ ა ყ ხ ე დ. ბაყაყზე ადვილია მდებარების რეფლექსის დაკვირვება, რომელიც ტანიდან ტანზე იწვევა. დეკერებირებული ბაყაყი, რომელსაც თავის ტვინი მოშორებული აქვს მოგრძო ტვინამდე, რომ დავდოთ გულაღმა მაგიდაზე, იგი გ[illegible] დაბრუნდება თავის თავად. რაც უფრო ხორკლიანია მაგიდა, მით უფრო მალე მოხდება ეს გ[illegible] დაბრუნება. ეს რეფლექსი რომ არა დამოკიდებული ლაბირინტებზე იქიდან სჩანს, რომ იგი მ[illegible] ბინაც გამოიწვევა, როდესაც მოგრძო ტვინი გადაკრილია მერვე ნერვის შესავალის ეკან. ცხ[illegible] დია, ზურგის ყანის ან და ყნოების ოეფექტორები ამ რეფლექსის მიმღებელ ველს უნდა ეკუთ[illegible] ნოდეს. საკოორდინაციო აპარატი მოგრძო ტვინის შეა მესამედში უნდა მდებარეობდეს. ვინა[illegible] დან მოგრძო ტვინის გადაკრა მის უკანა მესამედში ამ გადაბრუნების რეფლექსს მოსპობ[illegible] იწვევს.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. R. Magnus, Pfl. Ar., 1916, 163. 405; 174, 134; 1922. 193. 32[illegible] Körperstellung. 1924. Beriin.
2. Dusser de Barenne და Magnus. Pfl. Ar. 1920. 180, 75.
3. A. de Kleijn და Magnus, 1921, 186, 6. და 61! 1922. 194, 407.
4. A. de Kleijn და Magnus, Pfl. Ar., 1920, 180, 291.
5. A. de Kleijn და Magnus. Pfl. Ar., 1921. 186, 39.
6. R. Magnus, Arch. néerland. de Physiol. de homme et des anim., 1922, 7. 218.
7. G. G. J. Rademaker. Klin. Wochensch. 1923. 1. 404.
8. R. Magnus და Rademaker. Schweiz. Arch. Neurol. Psychol., 1913, 13, 408.
9. R. Magnus, Deutsche med. Wochenschr., 1923, გვ. 501.
10. G. Rademaker. Die Bedeutung der roten Kerne und des übrigen Mittelhirns für Muskeltonus, Körperstellung und Labyrinthreflexe. Berlin. 1926.

18. ლ ო კ ო მ ო ც ი ა.

ზ ო გ ა დ ი ც ნ ე ბ ა. ცენტრალური ნერვული სისტემის ერთ-ერთ ფუნქციას ადგილის გადანაცვლება, ე. ი. ლოკომოცია, შეადგენს. ლოკომოცია არის წმინდა თანშობილი რეფლექსური აქტი. ამასთან დამტკიცებულია, რომ ცხოველთა ლოკომოცია ინდივიდურ გამოცდილებას სრულებით არ საჭიროებს. დიდი ტვინის ამოჭრის შემდეგ ძაღლი და სხვა უმაღლესი ცხოველნი ლოკომოციის უნარს არ ჰკარგავენ. შინაურ კურდღელს და ზღვის თაგვს ლოკომოციის უნარი შაშინაც ენახება, თუ რომ დიდ ტვინთან ერთად შუა-მდებარე ტვინიც ამოეჭრა, ე. ი. დეცერებრირებულ პრეპარატად ვაქციეთ. უფრო მეტიც, დანამდვილებით ვიცით, რომ თავმოჭრილ ცხოველსაც კი აქვს ძირითადი ლოკომოციისთვინ საჭირო ელემენტები, მაგ., ცნობილია, რომ თავმოჭრილი ქათამი კიდევ სწორედ გადინაცვლის ალაგს, თავმოჭრილი იხვი სცურავს წყალში; აგრეთვე თავმოჭრილ ძაღლს და კატას აბადია ამისათვის საჭირო ელემენტები.

ლოკომოცია რთული რეფლექსური აქტია. იგი ოთხი ელემენტისაგან შესდგება: კიდურების ფაზური მოძრაობა, სტატიკური ტონუსი, მდებარების რეფლექსი და წონასწორობის რეფლექსი. ლოკომაციას ეკუთვნის სიარული, ხტუნვა, ცურვა, რბენა და სხვა. ყველა ამ მოძრაობათათვის აღნიშნული ელემენტები აუცილებლად საჭიროა.

ფ ა ზ უ რ ი მ ო ძ რ ა ო ბ ა. ლოკომოციის დროს თვითეული კიდურის ფაზური მოძრაობა ორი ფაზისაგან შესდგება: მოხვრისა და გაშლის ფაზისაგან. ლოკომოციის თვითეულ ტიპში ეს ფაზები ერთი და იგივეა. ხოლო სხვადასხვა კიდურების ფაზთა შორის ურთიერთობა თვითეულ ლოკომოციაში თავისებურია. საილიუსტრაციოდ მოვიყვანთ ადამიანის სიარულის ფაზურ მოძრაობას (იხ. სურ. 132).

პ ი რ ვ ე ლ ი ფ ა ზ ა. (სურ. 132, მარჯვენა ფეხი R 10 L 20). მარჯვენა ფეხი ეყრდნობა მიწას და იღებს მთელი ტანის სიმძიმეს. თავდაპირველად იგი ცოტაოდნად მოხრილია სამივე მთავარ სახსარში, ე. ი. მენჯ-ბარძაყისაში, მუხლში და წვივ-ტერფისაში. შემდეგ მთელი ფეხი თანდათანობით იშლება ყველა ამ სახსრებში. ამავე დროს იგი გამოდის იმ წინ გამოშვერილ მდებარეობიდან, რომელშიაც აქნობამდის იყო და ღებულობს ვერტიკალურ მდებარეობას (14-17 Er); მერე იგი გაძლიერებული გაშლის გამო წინ დაიხრება მენჯ-ბარძაყით და ამით მთელი ტანი წინ გადიტანება.

მარცხენა ფეხი ამ ფაზის დასაწყისში საესებით გაშლილია, უკან არის გაშვერილი და მიწას მხოლოდ ცერით ეხება. მერე იწყება მისი მოხვრა და ფეხი ამით გადიტანება წინ. სწორედ იმ მომენტში, როდესაც მარჯვენა ფეხი ვერტიკალურ მდებარეობაშია, მარცხენა მას უთანასწორდება. ამის შემდეგ მარცხენა ფეხი გაიშლება მუხლის სახსარში და ამით მარჯვენაზე წინ გადადის. როდესაც მარჯვენა ფეხის გაშლა მაქსიმუმს მიახწევს, მაშინ მარცხენა გაიშვირება წინ აგრეთვე მაქსიმალური ინტენსივობით, ვიდრე არ შეეხება მიწას ქუსლით. ქუსლის შეხებას მოსდევს თითების დაყრდნობა და ამ დროს ფეხი სწორედ ისეთ

მანძილზეა გადატანილი წინ, რა მანძილზედაც იგი უკან იყო გაშვერილი ამ ფაზის დასაწყისში. ამ მომენტში ორივე ფეხი მიწას ეხება.

მ ე ო რ ე ფ ა ზ ა: (მარჯვენა ფეხი Sr 1—R10). ზემოთ იყო აწერილი მოძრაობის ერთი ფაზა მარჯვენა და მარცხენა ფეხზე. ამ მოძრაობათა გათავების შემდეგ ხდება მათი შეცვლა ერთიერთმანეთზე. მარჯვენა ფეხზე იწყება სწორედ ის მოძრაობა, რომელიც აქნობამდეს მარცხენაზე იყო. უკანასკნელი კიდე იმეორებს იმას, რაც მარჯვენაზე სწარმოებდა. ამ ფაზთა შეცვლის დროს სიმძიმის ცენტრის გადანაცვლება სწარმოებს: მარჯვენიდან მარცხენაზე გადადის. ეს გადანაცვლება ხდება პირველი ფაზის უკანასკნელ მომენტში. იგი მოსდევს მარჯვენა კიდურის წვივ-ტერფის ძგერისებრ გაშლას (ძმები Weber [1]), Marey [2]), Braune [3]) და Fischer [5]).

ამნაირად, გაშლის ფაზას ლოკომოციის დროს ის დანიშნულება აქვს, რომ მთელი ტანი წინ გადიტანოს და სიმძიმის ცენტრი გადანაცვლოს ერთი კიდურიდან მეორეზე. მოხვრის ფაზა კი უფრო მარტივ როლს ასრულებს; მას გააქვს მოხვრილი კიდური უკანიდან წინ.

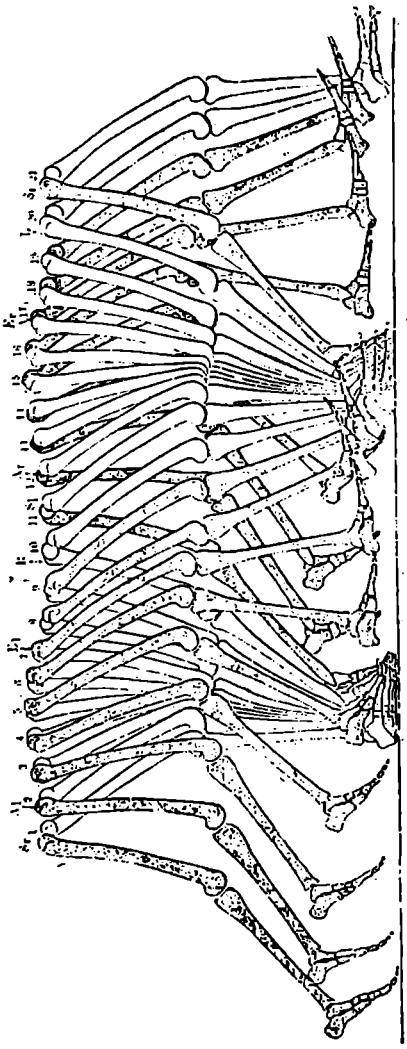
როგორც სურათიდან და აღწერილობიდან სჩანს, თვითეულ ფეხზე ერთი ფაზა უმთავრესად მოხვრისა არის, მეორე კიდეე გაშლისა. მაგრამ არსებითად რომ გავსინჯოთ, თვითეული ფაზა შეიცავს როგორც მოხვრის, ისე გაშლის ელემენტს.

კუნთების ინერვაცია ორივე ფაზაში ცნობილი პრინციპით სწარმოებს: ამა თუ იმ სახსრის მოხვრის დროს შეფარდებული მომხვრელები იკუმშება, ანტაგონისტები კი შეკავდება. რომელიმე სახსრის გაშლის დროს კი შეფარდებული გამშლელი შეიკუმშება, მისი ანტაგონისტი მომხვრელი კი შეკავდება. ამნაირად ლოკომოციის დროს მოძრაობათა კოორდინაცია იმავე წესით სწარმოებს, როგორც მოხვრა-გაშლის დამცველ რეფლექსებში (Sherrington [5]), ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [6]).

როგორც უკვე ზევით აღვნიშნეთ, ფაზურ მოძრაობათა კოორდინაცია სწარმოებს ზურგის ტვინში: უკანა კიდურების ფაზურ მოძრაობათათვის ზურგის ტვინის წელის ნაწილში, წინა კიდურთათვის კიდეე მხრის ნაწილში.

ჩვენ განვიხილეთ კიდურის ფაზური მოძრაობა ადამიანის სიარულის დროს. ასეთივეა საერთოდ კიდურის ფაზური მოძრაობა ოთხფეხა ცხოველებზე. ფაზური მოძრაობა სხვა ტიპის ლოკომოციიდან ასე თუ ისე განსხვავდება ზემო აღწერილ მოძრაობისგან. მაგრამ ეს სხვადასხვაობა მხოლოდ ფაზთა ხანგრძლივობას ეხება. აგრეთვე ძალიან ცვალებადობს სხვადასხვა კიდურების ფაზთა ურთიერთობა. ზოგიერთებზედ როდესაც ორი კიდური ერთი დიაგონალის ხაზით იხვრება, მაშინ ორი დანარჩენი იშლება. ასეთია ჩვეულებრივი სიარული ძაღლისა, კატისა, ცხენისა და სხვათა. ზოგჯერ ლოკომოციის დროს ერთი მხრის წინა და უკანა ფეხი იხვრება, მეორესი კიდე გაიშლება (აქლემი, ცხენის იორღი). არიან ისეთი ცხოველებიც, რომელთაც წინა და უკანა ფეხები ერთნაირად მოძრაობენ ერთსა და იმავე დროს. მაგ., ბაყაყი ხტუნვისას უკანა ფეხებს ერთს დროს გაჰშლის და მოჰხვრის; ცურვის დროს იგი წინა და უკანა ფეხებს ერთად

გაპშლის და მოჰხრის. ზოგიერთი ცხოველი ჩვეულებრივ ლოკომოციისწდროს უკანა ფეხებით ჰხტის, წინათი კიდე აბიჯებს (შინაური კურდღელი). ერთი სი-



სურ. 132.

სურ. 132. ს ი ა ბ ე ლ ი. წინა ფონზე დახატული ფეხები მარჯვენა; უკანა ფონზე კი მარცხენა; მოხერხილ ლრის ფეხები ვარდიგარდმი დახაბულია, მაგ., მარჯვენა ფ ხისთვის Sr 1—9 და Sr—21; R 10 მოძენტში მარჯვენა ფეხი ტერფით მიწას ეყრდნობა და 20-დის ოგი „დაბერდნობ“ ფეხს წარმოადგენს (წინა ფოხ., დაუხახავს: ამ უკანასკნელ მოძენტში მარცხენა ფეხი მიწაზე დგება, როგორც დაბერდნობი, მარჯვენა კი (Sr 21) მოხერხილ იწყებს. Al და Ar მოძენტში „დაბერდნობი“ მარცხენა და მარჯვენა ფეხი მთელი ტერფით; „ეყრდნობა. El და El „მოძენტებში კი მიწას სცილდებიან. ჯერ კეხლით, ჩერე თითებით (C. Fischer).

ტყვით, ფეხების მოძრაობათა ფაზების ბევრი სხვა და სხვა შეერთების ტიპი არსებობს.

მაგრამ როგორიც გინდა იყოს ლოკომოციაში ფაზურ მოძრაობათა შეერთების ტიპი, მუდამ თვითეული ფეხის ფაზური მოძრაობა ერთი და იმავე წესით მიმდინარეობს და, მაშასადამე, მისი კოორდინაციაც სწორედ ერთი და იმავე გზით ხდება.

სტატიკური ანუ დგომის ტონუსი ლოკომოციის დროს. ფეხებიანი ცხოველები ალაგს ფეხზედ დგომით გადიცვლიან, მაშასადამე, ლოკომოციის დროს ფეხები, ტანი და კისერი განიცდიან ერთგვარ ტონურ მოქმედებას, რომლის წყალობით თვითეული ორგანო სიმძიმის გამო ძირს დაცემისგან დაიცვება. ეს ტონური მოქმედება არის ლოკომოციის მეორე უმთავრესი ელემენტი. ლოკომოციის დროს მოხვრის ფაზა არას დროს სრული არაა. ის მუდამ წილობრივია. მოხვრის დროს ფეხის გამშლელები ტონურ შეკუმშვას განიცდიან.

ლოკომოციის დროს არა მარტო კიდურები, სხვა ორგანოებიც სტატიკურ ტონუსს განუწყვეტლივ განიცდიან. ექსტენსიური ტონუსის ოდნობა ცვალებადობს ლოკომოციის ინტენსივობის მიხედვით. რაც უფრო სწრაფად სწარმოებს ფაზური მოძრაობა, მით უფრო მძლავრია ექსტენსიური ტონუსი როგორც კიდურებზე, ისე კუდზე, კისერზე და ზურგზე. ამას სხვათა შორის ძალიან კარგად დავინახამთ, რომ შევადაროთ ნაბიჯით მოსიარულე და გაქანებული ცხენი. უკანასკნელ შემთხვევაში კიდურები უფრო სრულადაა გაშლილი, კუდი და თავი უფრო მძლავრად არის ზევით აწეული.

გაშლის ტონური რეფლექსი აუცილებლად თანსდევს ლოკომოციას. იგი მაშინვე იბადება ფაზურ მოძრაობათა დაწყებასთან ერთად, თუ რომ მანამდის უკვე არ არსებობდა. მწოლარე ძაღლს რომ შეუმჩნეველად მიუახლოვდეთ და ფეხი ან კუდი გაუღიზიანოთ, იგი მაშინვე ფეხზე წამოვარდება და გაქცევა. ეს ხდება სრულიად ავტომატიურად. ძაღლს რომ ამოეჭრას თავიდან დიდი ტვინი, ცენტრალური ნერვული სისტემის სწორედ ის განყოფილება, რომელიც ინდივიდური რეფლექსებისთვის აუცილებელ საჭიროებას წარმოადგენს, მაშინაც ძაღლი ზემო აღნიშნულ პირობებში სწორედ იმავე რეაქციით უპასუხებს: ფეხზედ წამოდგება და გაიქცევა.

სტატიკური რეფლექსი რომ გამოიწვევა პერიფერიული გაღიზიანებით, თავისთავად ცხადია უკვე მოყვანილი მაგალითებიდან. ყველანაირ დამაზიანებელ პერიფერიულ გაღიზიანებას შეძლება აქვს ლოკომოცია გამოიწვიოს, რადგან ადგილის გამოცვლა საუკეთესო დამცველ რეაქციას წარმოადგენს. მაშასადამე, **დგომის რეფლექსს საკუთარი მიმღებელი ველი არა აქვს. იგი გამოიწვევა ყველა იმ გაღიზიანებათა მიერ, რომელიც ლოკომოციას იწვევს.**

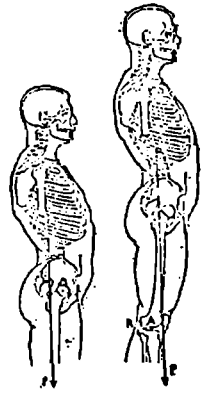
დგომის რეფლექსის წარმოშობა. დგომა რთული აქტია. იგი გულისხმობს უკანა და წინა ფეხების, მთელი ტანის და კისრის მუსკულატურის ერთგვარ კოორდინაციას, სახელდობრ, ყველა იმ კუნთთა შეკუმშვას, რომელნიც ცხოველის თვითეულ ორგანოს სიმძიმისა გამო ძირს დაცემისაგან დაიცავენ, და ყველა იმ კუნთთა შეკავებას, რომელნიც მათი ანტაგონისტთა ჯგუფს ეკუთვნიან. ეს რთული კოორდინაცია ერთი რომელიმე ცენტრალური ნერვული

სისტემის ნაწილის საშუალებით არ ხდება. **თვითეული ორგანოს მიმართ დგომის რეფლექსი იწვევა იმ ცენტრალურ აპარატიდან, სადაც ამ ორგანოს მგრძნობიარე ნერვები შედის.** მაგ., უკანა ფეხების დგომის რეფლექსის კოორდინაცია ზურგის ტვინის უკანა ნაწილიდან სწარმოებს, ე. ი. წელის განყოფილებაში. ამის დამტკიცება ნათლად შეიძლება მოხდეს. კატას რომ გადუჭრათ ზურგის ტვინი გულმკერდის და წელის საზღვარზე, უკანა ფეხები დგომის უნარს იჩენენ. სახელდობრ, ამ ოპერაციის შემდგომ, რომ კუდი ხანგრძლივ გაუღიზიანოთ, უკანა ფეხები ფაზურ მოძრაობას იწყებენ და ამავე დროს დგომის რეფლექსს გამოიჩენენ, ე. ი. ფაზურ მოძრაობისას ტონურად გაიშლებიან. ეს ტონუსი იმდენად ძლიერია, რომ კატის უკანა ნაწილი თავისუფლად ეყრდნობა ამ ფეხებზედ და ფეხთა ფაზურ მოძრაობისას ლოკომოცია, ე. ი. ალაგის გადანაცვლება ხდება. გაღიზიანების შეწყვეტისას ფაზური მოძრაობანი მაშინვე ისპობიან, ტონური გაშლა კი ცოტა ხანს კიდევ დაყოვნდება და მსოლოდ თანდათანობით გაიელის. ამნაირად, ცხადია, რომ ცხოველის უკანა ნაწილის დგომის ნიშანდობლივი რეფლექსური ინერვაცია ზურგის ტვინის უკანა ნაწილიდან სწარმოებს, მაშასადამე, უკანა ფეხების დგომის რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატი წელის ნაწილში უნდა მდებარეობდეს (ბერიტაშვილი[6]).

მდებარების რეფლექსი ლოკომოციის დროს. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, თავის და ტანის არა ნორმული მდებარება იწვევს რეფლექსური გზით თავის გასწორებას ანუ მის მოყვანას ნორმულ მდებარებაში. ცნობილია,რომ ეს არის შედეგი ლაბირინტების და ტანის ასიმეტრიული გაღიზიანებისა. თავის გასწორებას მოსდევს კისრის მოხრა და ამასთან ერთად კისრის რეცეპტორების გაღიზიანება, რომელიც თავის მხრივ ჯერ ტანის წინა ნაწილის გასწორებას იწვევს და მერე ამის საშუალებით უკანა ნაწილის გასწორებასაც. ეინაიდან ნორმული ლოკომოცია და საზოგადოთ ლოკომოცია შეიძლება სწარმოებდეს მხოლოდ ცხოველის ნორმულ მდებარებაში ყოფნისას, ე. ი. თავით და ზურგით ზემოთ, მუცლით და პირით ქვემოთ, ცხადია ამ მდებარების რეფლექსს არსებითი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს ლოკომოციის წარმოებაში. როგორც ცნობილია, ლაბირინტების დანგრევისას და თვალების ახვევის შემდეგ თავს ესპობა ნორმული მდებარების მიღების უნარი, თუ რომ ტანი სიმეტრიულ მდებარებაში იმყოფება, ე. ი. თუ რომ იგი სიმეტრიულ გაღიზიანებას განიცდის. აქედან ნათლად სჩანს, რომ **მდებარების რეფლექსი რომ არ მოქმედობდეს, ცხოველის წაქცევა ლოკომოციის დროს ძალიან ადვილი მოვლენა იქნებოდა და წაქცევის შემდეგ შესწყდებოდა ლოკომოციის შესაძლებლობაც, ვინაიდგან ცხოველის გასწორება ანუ ნორმული მდებარების მიღება შეუძლებელი იქნებოდა.**

წონასწორობის რეფლექსი. ლოკომოციის დროს სიმძიმის ცენტრი მუდმივ რხევაშია. იგი ხან ერთ მხარეზედ გადადის, ხან მეორეზე, და თუ ამავე დროს სხეული ძირს არ ეცემა, ეს ხდება მხოლოდ ერთნაირი რეფლექსის საშუალებით, რომელიც აქტიურ მოპირისპირე მოძრაობას წარმოადგენს. ამ მოძრაობას **წონასწორობის** რეფლექსს უწოდებენ. ადამიანის სხეულში სიმძიმის

ცენტრი ფეხზედ დგომისას მედიალურ სიბრტყეში სძევს. (იხ. სურ. 139). როდესაც ადამიანი დაიხრება წინ, სიმძიმის ცენტრიც წინ გადადის. როდესაც იგი გადიხრება უკან, ეს ცენტრიც უკან გადიწევს. მაგრამ ყველა ამ შემთხვევაში ადამიანი არ ეცემა ძირს, იგი ფეხზედ რჩება, რადგან ყველა ამ შემთხვევაში ერთგვარი მოპირისპირე მოძრაობა სწარმოებს და ამის გამო სიმძიმის ცენტრიდან ჩამოშვებული ვერტიკალური ხაზი ტერფის ფარგლიდან არ გამოდის. წინაალმდეგ შემთხვევაში ადამიანი უთუოდ უნდა წაქცეულიყო. მაშასადამე, ც. ნ. ს.-ას კიდევ ერთი განსაკუთრებულ ფუნქცია აქვს. **იგი არ უშვებს სიმძიმის ცენტრს გამოვიდეს იმ ვერტიკალურ ხაზიდან, რომელიც ტერფის ფარგლით გაივლის.** წონასწორობის დამცველი კომპენსაციური მოძრაობანი ყველა წმინდად რეფლექსურია: მათი გამოწვევა პერიფერიულ გაღიზიანებაზე არის დამოკიდებული და არა ჩვენი ნებისყოფაზე. ყველამ უწყის პირადი გამოცდილებით, რომ ფეხის გასხლტომისას წონასწორობის აღდგენა უცაბედად ხდება ჩვენდა მოსაზრებაზე დამოუკიდებლად. მჯდომარე დაძინებისას თავს და ტანს ჯერ ნელნელა ძირს დაუშვებს და შემდეგ, როდესაც დახვრა განსაზღვრულ კუთხეს აღწევს, უცბად გასწორდება. ეს, რასაკვირველია, უცნობიერებოდ ხდება. მძინარე მას არა გრძნობს.



სურ. 139.
სხეულის სიმძიმის ცენტრიდან ჩამოშვებული ვერტიკალური ხაზი (P) გაივლის მენჯ-ბარძაყის სახსრის უკან და მუხლების წინ (G. Weiss-ისა).

წონასწორობის რეფლექსს დიდი მნიშვნელობა აქვს ლოკომოციისთვინ. უიმისოდ ცხოველთა მოძრაობა ძლიერ განსაზღვრული იქნებოდა და მასთან სახიფათო. ყოველჯერ, როდესაც ფეხი იშლება, ვთქვათ მარჯვენა უკანა ფეხი, ტანის უკანა ნაწილის სიმძიმის ცენტრი გადადის მეორე მარცხენა მხარეზე და ცხოველმაც უნდა გადიხაროს ამ მხარეზედ. ამიტომ ამ დროს რომ კომპენსაციური მოპირისპირე მოძრაობა არ მოხდეს, ცხოველი უეჭველია დაეცემა ამ მხარეს, მეტადრე თუ ამ დროს მარცხენა უკანა ფეხი მოხრილია, ე. ი. დაუყრდნობელი, როგორც ეს სიარულასას ხდება. ტანის კომპენსაციური მოძრაობა გამოიწვევა ტანის მუსკულატურის შინაგანი პროპრიოცეპტული გაღიზიანებით. ყოველი გვერდითი გადახრა ერთ მხარეს გამოიწვევს მეორე გვერდის მუსკულატურის გაჭიმვას, რასაც ამის მგრძნობიარე ნერვების გაღიზიანება მოსდევს. სწორედ ეს გაღიზიანება აღნიშნულ კომპენსაციურ მოძრაობას იძლევა. უდიდტვინო პრეპარატზედ შეიძლება ინახულოს აგრეთვე სხვა კომპენსაციური მოძრაობაც. სახელდობრ, როდესაც ტანის წინა ნაწილი თავით ერთ მხარეზედ გადიხრება, მაშინვე ამ მხარის წინა ფეხი გამოი-

ბოტება წინ და გვერდზედ, ასე რომ წაქცევა შეუძლებელი ხდება. რასაკვირველია, ეს რეფლექსიც ტანის და კისრის მუსკულატურის პროპრიოცეპტული გაღიზიანებით იწვევა (ბერიტაშვილი [8]). ჯერ დანამდვილებით არაა გამორკვეული ამ რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატების ლოკალიზაცია. შეიძლება ამ რეფლექსთა კოორდინაცია, მსგავსად სხვა ყველა რეფლექსებისა, იქ სწარმოებდეს, სადაც ამ რეფლექსთა მიმღებელი ველის მგრძნობიარე ნერვები ტვინში შედის, ე. ი. ზურგის ტვინში. მაგრამ ყოველ ექვს გარეშეთ უნდა ჩაითვალოს, რომ წონასწორობის რეფლექსის მოქმედებისათვის თავის ტვინი არის საჭირო. სახელდობრ, უმაღლეს ძუძუმწოვარ ცხოველებზე (კატა-ძაღლი) thalamus-ის უკანა ორი მესამედი, შინაურ კურდღლებზე კი ვაროლის ხიდის წინა ორი-მესამედი. ამ ნაწილების ჩამოშორებისას ლოკომოცია ისპობა, მიუხედავად იმისა, რომ ტონური რეფლექსები და ფაზური მოძრაობა შენახულია (Laughton [9]).

სტატიკურ ტონუსსა და ფაზურ მოძრაობათა შორის ურთიერთ დამოკიდებულება. ჩვენ განვიხილეთ ეს ორივე ლოკომოციის ელემენტი და გამოვიყვანეთ ის დასკვნა, რომ როგორც ერთი, ისე მეორე რეფლექსური მოქმედება გამოიწვევა შინაგან და გარეგან პერიფერიულ გაღიზიანებათაგან, რომ ორივე რეფლექსური მოქმედების საკოორდინაციო ელემენტები თვითეული მამოძრავებელი ორგანოს მიმართ სწორედ ტვინის იმ განყოფილებაში მდებარეობს, სადაც ამ ორგანოს მგრძნობიარე ნერვები შედის. ამ დასკვნიდან თავისთავად სჩანს, რომ ერთი ელემენტის ამოქმედება უმეოროდ შეუძლებელია. როდესაც ფეხი ღიზიანდება, მან უნდა გამოიწვიოს როგორც ერთი, ისე მეორე მოქმედება. აგრეთვე, როდესაც გამოიწვევა ერთი რომელიმე ელემენტის მოქმედება, მან თავის მხრივ მეორენდელ გაღიზიანებათა საშუალებით უნდა მეორე ელემენტიც ამოქმედოს. მაშასადამე, **ტონური და ფაზური რეფლექსების საკოორდინაციო აპარატების მოქმედების მთავარი პირობები ასეთია, რომ ერთის რეფლექსის მოქმედებამ უთუოდ მეორის მოქმედებაც უნდა გამოიწვიოს.** თუ, მაგ., პირველად ტონური რეფლექსია გამოწვეული, მაშინვე მგრძნობიარე ნეირონების მეორედი გაღიზიანების გზით, რომელსაც პირველი ტონური მოძრაობა აწარმოვებს, ფაზური მოძრაობაც უნდა დაიწყოს. იმ შემთხვევაში კი, თუ პირველად ფაზური მოძრაობაა გამოწვეული, აგრეთვე იმავე მიზეზით მაშინვე ტონურმა რეფლექსმაც უნდა დაიწყოს მოქმედება. ამნაირად, ლოკომოციის მოვლენა—ფაზური მოძრაობის და ექსტენსიური ტონუსის შეერთებული წარმოშობა—წარმოადგენს ორივე რეფლექსის ურთიერთი მოქმედების შედეგს მეორენდელი გაღიზიანების საშუალებით. აქედან უნდა დავსკვნათ, რომ **ლოკომოციის რეფლეს სურ მექანიზმს** განსაკუთრებითი უნარი აქვს დაუდგრომლად, წესიერად აწარმოვოს თავისი საკუთარი მოქმედება, ე. ი. **თვით რეგულიაციის უნარი აქვს.** ეს უნარი მასში გამოიხატება, რომ ტონური ან რითმული რეფლექსი არამც თუ თავის საკუთარ მოქმედებას ხელს უწყობს მისგანვე გამოწვეულ მეორედი გაღიზიანებით, არამედ აგრეთვე ამავე გზით ერთი რეფლექსი მეორეს უწყობს ხელს (ბერიტაშვილი [5]).

პ რ ა ქ ტ ი კ უ მ ი.

ლ ო კ ო მ ო ც ი ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა ბ ა ყ ა ყ ი ს პ რ ე პ ა რ ა ტ ზ ე დ. 1. უ დ ი დ ტ ე ი ნ ი ს პ რ ე პ ა რ ა ტ ი. ახდიან ზემოდან თავის ქალას და წვეტიანი სკალპელით გადაკრიან ტვინს ჰემისფეროთა უკანა საზღვარზე. ამის შემდეგ ბაყაყი სრულიად ნორმალურ ლოკომოციას იძლევა. 2. დ ე ც ე რ ებ ბ რ ი რ ებ უ ლ ი პ რ ე პ ა რ ა ტ ი. დიდ ტვინთან ერთად შუა ტვინიც შორდება. ტვინის გადაკრა მოგრძო ტვინის წინა საზღვარზედ სწარმოებს. პრეპარატი ამ შემთხვევაში ნორმალურ ლოკომოციას იჩენს. 3. თ ა ვ მ ო კ რ ი ლ ი პ რ ე პ ა რ ა ტ ი ა ნ უ ს ა ზ ი ურ გ-ტ ვ ი ნ ო ს პ რ ე პ ა რ ა ტ ი. პრეპარატს შორდება მთელი თავის ტვინი. ტვინის გადაკრა მოგრძო ტვინის უკანა ნაწილში სწარმოებს, ე. ი. calamus scriptorius-ის ფარგალში. ეს პრეპარატი ნორმალურ ლოკომოციას მოკლებულია, ვინაიდან მას ყველა უმთავრესი ლოკომოციის ელემენტები ნაკლებად აქვს.

თვითეულ პრეპარატზედ შეიძლება შემდეგი დაკვირვება მოხდეს: 1. ოპერაციის შემდეგ ოცდაოდენი დროს განვლისას—10—15 წამი ა, პინცეტით ფეხზედ უჭერენ ერთხელ ან ზეზეზედ და უყურებენ, გადინაცვლებს იგი ალაგს, თუ არა. თუ გადინაცვლა, სჩანს პრეპარატს აქვს ლოკომოციის უნარი. 2. ყურადღებას მიაქცევენ წინა ფეხების მდგომარეობას ლოკომოციის დროს, თუ ეს ფეხები გაშლილი მოძრაობენ, ცხოველი მათზე ეყრდნობა, ცხადია, რომ ლოკომოცია სრულია, რომ სტატიკური რეფლექსი არსებობს. 3. ხელს წააელებენ ერთ წინა ფეხს და სცდილობენ მის ზემოთ და უკან გადაწევით გადააბრუნონ პრეპარატი. თუ ამას იგი ეწინააღმდეგება ისეთი მიზანშეწონილი მოძრაობით, როგორც მეორე წინა ფეხის გაბოტა, ან ტანის მეორე მხარეს მიბრუნება, უნდა დავსკვნათ, რომ პრეპარატს წონასწორობის რეფლექსის უნარი აქვს.

ლ ო კ ო მ ო ც ი ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა მ ტ რ ე დ ი ს დ ა შ ი ნ ა უ რ ი კ უ რ დ ღ ლ ი ს დ ე ც ე რ ებ ბ რ ი რ ებ უ ლ პ რ ე პ ა რ ა ტ ზ ე დ. დეცერებრაცია სწარმოებს ისე, როგორც აწერილია ზემოთ კატის მიმართ. მხოლოდ მტრედის მიმართ საჭირო არაა, ხელოვნური სუნთქვით ნარკოზის წარმოება. საკმარისია რომ ნარკოზი სწარმოებდეს ნისკარტზედ ქლოროფორმიან ან ეთერიან ბამბის დადებით. ხოლო ამ შემთხვევაშიაც უმჯობესია საძილე არტერიები შეიკვრენ.

ორივე ცხოველის დეცერებრაციულ პრეპარატს სრული ლოკომოციის უნარი აქვს: ფეხზედ დგანან, ფეხზე დგომით ალაგს იცვლიან გაღიზიანების საპასუხოდ. ამ პრეპარატზედ საუცხოოდ შეიძლება მოხდეს წონასწორობის რეფლექსების დაკვირვებაც. საჭიროა მხოლოდ, რომ მთელი საშუალო ტვინი არ იყოს მოშორებული, ვინაიდან საშუალო ტვინის მთლიანად მოშორებას მოჰყვება მდებარების რეფლექსის მოსპობა.

ლ ო კ ო მ ო ც ი უ რ ი მ ო ძ რ ა ო ბ ა ს ა ზ ი ურ გ-ტ ვ ი ნ ო კ უ რ დ ღ ე ლ ზ ე დ ა ნ კ ა ტ ა ზ ე დ. ეს ოპერაცია ასე სწარმოებს: კისრის მეორე მალს მოაჭრიან წვეტიანი მორჩის წინა ნაწილს და ამ ალაგზე ხერხემალს გადუჭერენ ძაფს, ისე რომ ხერხემლის ძარღვები შეიკრენ (იხ. სურ. 128). ეს ძარღვები მეორე მალის გვერდებზედ მდებარეობს. მერმე ატლას-კეფის სახსარში ვადაკრიან ტვინს. შეიძლება მთელი თავი მოეკრას ატლას-კეფის სახსრით. ხოლო წინასწარ ენებიც უნდა შეიკვრას. ორივე შემთხვევაში, რასაკვირველია, ოპერაციის შემდეგ სუნთქვა ხელოვნურად სწარმოებს საბერავის საშუალებით (წამში 15-ჯერ). ამას გარდა საჭიროა პრეპარატის ხელოვნურად გათბობა, რადგან თავი ტვინის მოკრის შემდეგ ორგანიზმში სითბოს წარმოება იშლება. თავის მოკრის შემდეგ კისერი უნდა ზევით აიწიოს, რომ ტვინიდან სისხლმა ნაკლებ იდინოს.

ამ პრეპარატზედ ლოკომოციურ მოძრაობას გამოიწვევენ უკანა ფეხის ან კუდის ინტენსიური მექანიკური გაღიზიანებით. ეს ლოკომოციური მოძრაობა მხოლოდ უკანა ფეხებით განსაზღვრება (იხ. ტექსტში).

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Wil. და Ed. Weber, Mechanik der menschlichen Gehwerk Zeuge. 1836. Göttingen.
2. Marey, La machine animale. 1873. Paris.—La movement. Paris. 1884.-Comp. rendus de l'acad. d. sciences. 1882—1898.
3. Braune და Fischer, Abh. d. mathem.—naturw. Klasse d. königl. sächs. Geselschalt d. Wiss. zu Leipzig. 1895. 21, Nr. 4.
4. Fischer, ზემოთ დასახელებული ჟურნალი, 1899, 25, Nr. 1; იქვე. 1900, 26, Nr. 3. და 1903. 28. Nr. 5 და 6.
5. C. Sherrington, J. Physiol., 1910, 40, 28.
6. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1923, 100, 248; Изв. Росс. Ак. Наук, 1915, გვ. 1117.
7. R. Magnus და St. v. Leeuwen, Pfl. Ar., 1914, 159, 157.
8. И. Беритов, Учение об основ. элем. центр. коорд. скел. мус. 1916. Петроград. გვ. 100.
9. N. B. Laughton. Am. J. Physiol., 1924, 70, 358.

19. საორიენტაციო რეფლექსი.

ზ ო გ ა დ ი ც ნ ე ბ ა. ცხოველს რომ შევეხოთ შეუმჩნეველად უკანიდან ან. გვერდზედ, იგი მაშინვე გაღიზიანებულ მხარეს თავს მოაბრუნებს და შეიძლება. მთელი ტანითაც მობრუნდეს. ეს რეფლექსი დამცველი არაა, რადგან გაღიზიანება დამაზიანებელი არ იყო. თვითონ ცხოველი არაეითარ აგრესიულ მოძრაობას არ იძლევა. პირიქით თავის და ტანის მიბრუნებით იგი გამაღიზიანებელ აგენტს უახლოვდება. როდესაც ისმის არაჩვეულებრივი ბგერა, ცხოველი თავს მიაბრუნებს იმ მხარეს, საიდანაც ხმა ისმის, და მასთან ყურებს ისე აცქვეტს, რომ საუკეთესოდ შეისმინოს ეს ხმა. თუ ცხოველი ჰხედავს, არაჩვეულებრივ საგანს, იგი მიმართავს თავს ამ საგნისკენ. შეიძლება კიდეც მიუახლოვდეს, რომ სხვა რეცეპტორების საშუალებით: გემოვნებით, ყნოსვით უფრო უკეთესად გაეცნოს ამ საგანს. როდესაც ცხოველამდის ახწევს მოულოდნელი სუნი, იგი მაშინვე ცხვირის ნესტოების გაფართოვებას და გამძლავრებულ სუნთქვას იწყებს, რომ საუკეთესოდ გაღიზიანდეს საყნოსავი რეცეპტორი. ყველა ამათი და სხვა. ამგვარი მოძრაობათა დანიშნულება ერთი და იგივეა. **არაჩვეულებრივი გაღიზიანებს საუკეთესოდ მიმღებლობა, მისი თვისებებს საუკეთესოდ გაცნობა.** ამნაირ მოძრაობას **საორიენტაციო რეაქცია** ეწოდება.

ს ა ო რ ი ე ნ ტ ა ც ი ო რ ე ა ქ ც ი ი ს რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ ი ბ უ ნ ე ბ ა. როგორც ცხოველის, ისე ადამიანის საორიენტაციო მოძრაობა ჩვეულებრივ სრულიად ცნობიერების გარეშე სწარმოებს. როდესაც ადამიანი მოულოდნელ ხმაურობაზე,

სწრაფად უკან მობრუნდება, ეს უეჭველია უნებლიოდ ხდება. თუ ადამიანის მხედველობის ველის გვერდებში გამოჩნდა მოძრავი საგანი, მასშინვე თვალები ისე მიბრუნდება, რომ ეს საგანი საუკეთესო მხედველობის ფარგალში მოჰყვეს. ესეც ხდება მოულოდნელად, უცნობიერებოდ. ამ რეაქციის რეფლექსური ბუნება პირველად ყოელისა იქიდან სჩანს, რომ მარტო მაედველობის და ყნოსვის საორიენტაციო რეფლექსები დიდი ტვინის სიშუალებით სწარმოებენ. დანარჩენებისთვინ კი დიდი ტვინი სრულიად საჭირო არაა. შეხების, გემოვნების და ძლიერი ბგერის საორიენტაციო რეაქციები, მაგ., გამოიწვეევა დეცერებრირებულ პრეპარატებზედაც (« orbes »). მაგრამ ნორმულ ცხოველზედ ყველა ეს გაღიზიანებანიც საორიენტაციო რეაქციებს უმთავრესად დიდი ტვინის საშუალებით იძლევიან. ცნობილია, რომ დიდი ტვინის მოშორებისას ძაღლი სრულებით ჰკარგავს მხედველობის და ყნოსვის საორიენტაციო რეაქციებს, "მაგრამ ამასთან შეტად კლებულობს და შეიზღუდება სმენის, გემოვნების და შეხების საორიენტაციო რეაქციები (გოლცის [3]), ზელიონის [3]) ძაღლი).

თანშობილი და ინდივიდურად მოპოვებული საორიენტაციო რეფლექსები. ნორბულ პირობებში მოზდილ ცხოველებზე საორიენტაციო რეფლექსები იწვევა არა მარტო უცნობი არაჩვეულებრივი გაღიზიანების მიერ, არამედ აგრეთვე მრავალნაირ კარგად ცნობილი გაღიზიანების მიერ. პირველ შემთხვევაში ჩვენ საქმე გვაქს თანშობილ რეფლექსებთან, მეორეში კი ინდივიდურად მოპოვებულთან. რატომ უცნობი გაღიზიანება იწვევს საორიენტაციო მოძრაობას, ეს თავის თავად ცხადია თვითონ რეფლექსის ბუნებიდან. ხოლო ის, თუ რატომ იწვევს საორიენტაციო რეფლექსს სრულიად ნაცნობი ჩვეულებრივი გაღიზიანება, ამას განმარტება სჭირია. მაგრამ ამ განმარტებას ჩვენ აქ ვერ გავაკეთებთ სრული სიცხადლით. ამ საკითხს ჩვენ დაწვრილებით გავეცნობით, როდესაც საზოგადოდ ინდივიდური რეფლექსების შესწავლას შეუდგებით. აქ მხოლოდ აღვნიშნავ, რომ ისე როგორც ყოველიეე დაცვის თანშობილი რეფლექსის ნიადაგზე შეიძლება განვითარდეს შეფარდებული ინდივიდური რეფლექსი საპასუხოდ სრულიად ინდიფერენტული გაღიზიანებისა რამდენჯერმე მათი შეუღლების წყალობით, ისე თვითეული თანშობილი საორიენტაციო რეფლექსი რომ შეუუღლდეს რომელიმე სრულიად ინდიფერენტულ გაღიზიანებას, რომელიც თავის თავად საორინტაციო რეფლეესს არ იძლევა, ერთი ან რამდენიმე შეუღლების შემდეგ ეს ნაცნობი უმოქმედო გაღიზიანება მომქმედად იქცევა: იგიც დაიწყებს სწორედ ისეთ საორიენტაციო რეფლექსის მოცემას, როგორც ის ძირითადი რეფლექსი იყო. რაც უფრო განვითარების მაღალ საფეხურზე დგას ცხოველი, მით უფრო ფართოა ინდივიდური საორიენტაციო რეფლექსების ფარგალი. შეიძლება ითქვას, რომ ნორმულ ძუძუმწოვარ ცხოველებზე და ფრინველებზე მძლავრი გაღიზიანებაც კი საორიენტაციო რეფლექსს ინდივიდური გზით უნდა იწვევდეს. მაგ., ძაღლმა რომ თოფის გასროლაზე ყურები აცქვიტოს, არ შეიძლება ითქვას რომ ეს რეფლექსი თანშობილია. ადვილად შესაძლებელია, რომ იგი ინდივიდური იყოს, თუ რომ ოდესმე თოფის გასროლას ამ ძაღლისთვის რამე მნიშვნელოვანი შედეგი მოჰყვა, როგორც, მაგ., ნადირის მოკვლა.

საორიენტაციო რეფლექსების რეფლექსური რკალი. ოთქმის ყველა საორიენტაციო რეფლექსები დიდი ტვინის ქერქის საშუალებით სწარმოებენ. რასაკვირველია ასე ხდება ისეთ ცხოველებზე, რომელთაც აქვთ განვითარებული დიდი ტვინის ქერქი. ცნობილია, რომ ძუძუმწოვარი ცხოველი როგორც კატა-ძალლი დიდი ტვინის მოშორების შემდეგ სრულიად ჰკარგავს საორიენტაციო რეფლექსების უნარს სამხედველო და საყნოსაი ორგანოს გაღიზიანების საპასუხოდ და სასმენი ორგანოს საპასუხოდ კი ფრიად მნიშვნელოვნად: ეფექტს იწვევს მხოლოდ ძალიან მძლავრი ბგერა როგორც ტკაცუნი. ამის საპასუხო რეაქცია გამოიხატება თავის შერხევით და ყურების აცქვეტით. რაც შეეხება გემოვნების ორგანოს და კანის მექანიკურ გაღიზიანებას, იგი უნდა საორიენტაციო რეფლექსებს თავისუფლად იწვევდეს დიდი ტვინის ქერქის უმონაწილოდ.

დაბალი საფეხურის ხერხემლიან ცხოველებზე, რომელთაც დიდი ტვინის ქერქი სათანადოდ არა აქვთ განვითარებული, საორიენტაციო რეფლექსები არ საჭიროებენ დიდი ტვინის ქერქს. უკვე ფრინველებზე ყოველნაირი საორიენტაციო რეფლექსები შეიძლება გამოიწვიოთ დიდი ტვინის ქერქის მოშორების შემდეგ (Schrader [4]).

კოორდინაცია საორიენტაციო რეფლექსებისა სწარმოებს ტვინის იმ განყოფილებაში, სადაც შედიან მგრძნობიარე ნეირონები სათანადო მგრძნობიარე ორგანოდან. ასე, მაგ., სასმენი ორგანოდან ბგერებით გამოწვეული ყურების მოძრაობის კოორდინაცია შუა ტვინში სწარმოებს, სადაც თავდება n. cochlearis, რომელიც კორტიის ორგანოდან იწყება. დიდი ტვინის ქერქი არ მონაწილეობს საორიენტაციო რეფლექსების კოორდინაციაში. იგი მხოლოდ პერიფერიული აგზნების ერთ-ერთ გარდამცემ სადგურს წარმოადგენს. პერიფერიული იმპულსი რეცეპტორიდან, ე. ი. მიმღებელ ველიდან, ერთის მხრივ გარდაეცემა საკოორდინაციო აპარატს და მეორე მხრივ დიდი ტვინის ქერქს. აქედან უკვე განსაკუთრებული საპასუხო აპარატით იმავე საკოორდინაციო აპარატზე გადადის. ამნაირად, **საორიენტაციო რეფლექსს ორი რეფლექსური რკალი აქვს: ერთი მოკლე, რომელიც მთლიანად დიდი ტვინის გარეშე გაივლის და სამი ნეირონისაგან შესდგება:** მგრძნობიარე, საკოროდინაციო და მამოძრავებელისაგან. **მეორე რკალი კი გრძელია: იგი დიდი ტვინის საშუალებით გაივლის.** ეს რკალი უნდა შესდგებოდეს არა ნაკლებ ექვს ნეირონისგან: 1) მგრძნობიარე, რომელიც სადმე ცენტრალური ნერვულ სისტემაში დიდი ტვინის გარეშე გასწყდება, 2) შუამავალი ნეირონი, რომელიც ამ ნაწილს დიდი ტვინის ქერქს დაუკავშირებს, 3) ქერქული ნეირონი, რომელიც აკავშირებს შუამავალ ნეირონს და ქერქშივე მდებარე საპასუხო მამოძრავებელ ნაწილებს, 4) ქერქიდან ჩამავალი—პირამიდული ნეირონი, რომლის დასაწყისი საპასუხო წერტილებშია, დაბოლოვება კიდე საკოორდინაციო ნეირონთან არის, 5) საკოორდინაციო და 6) მამოძრავებელი ნეირონი. (იხ. სურ. 156). ცნობილია, რომ ცოტა თუ მეტად სუსტი პერიფერიული გაღიზიანება, როგორც სუსტი ბგერა, არ იწვევს საორიენტაციო რეაქციას მოკლე რეფლექსური რკალით, როდესაც გრძელი გზით მან შეიძლება

მძლავრი რეაქცია მოიცეს. აქედან უნდა დაისკვნას, რომ **დიდი ტვინის ქერქი ასრულებს პერიფერიული იმპულსების გამაძლიერებელის როლს.** ქერქის ნეირონები იმდენად აძლიერებენ სუსტ პერიფერიულ იმპულსებს, რომ შესაძლებელი ხდება ამის შემდეგ საკოორდინაციო აპარატის ამოქმედება.

საორიენტაციო რეფლექსების ნიშანდობლივი თავისებურება. საორიენტაციო რეფლექსების ნიშანდობლივ თვისებას შეადგენს თვითეული მათგანის მეტის-მეტად ადვილი დასუსტება და სრული მოსპობა სათანადო არაჩვეულებრივი გაღიზიანების ზედიზედ განმეორებისას. რამდენიმე ხნის შემდეგ იგივე რეფლექსი ხელ-ახლად გამოიწვევა იმავე გაღიზიანებით, ხოლო ეხლა ეს რეფლექსი უფრო მალე მოისპობა გაღიზიანების განმეორებისას. ამის შემდეგ რეფლექსის აღსადგენად საჭირო იქნება უფრო მეტი ინტერვალი ხელახლად განმეორამდის. ეს ინტერვალი ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება რამდენიმე საათით და ხან დღითაც განიზომოს. ასე ხდება მუდამ როდესაც არაჩვეულებრივი გაღიზიანებამ არავითარი გავლენა არ იქონია ცხოველის ორგანიზმზე, თუ რომ მას არ მოჰყვა არც დაცვის და არც კვების ან მოდგმის რეფლექსი. თვითეული თანშობილი რეფლექსი დაცვის ტიპისა აგრეთვე სუსტდება გაღიზიანების განმეორებისას, შეიძლება კიდევაც მოისპოს. ხოლო დაცვის რეფლექსი სწრაფად აღსდგება; საკმარისია სულ მცირეოდენი დასვენება, რომ იგი ხელახლად იყოს გაშოწვეული. რაც გინდა ხშირად იყოს განმეორებული ეს რეფლექსი, იგი მაინც დაღალვის გამო სულ მცირე ხნით მოისპობა. საორიენტაციო რეფლექსი კი ისპობა მით უფრო მალე, რაც უფრო ხშირად იყო განმეორებული. დასვენების პერიოდი მით უფრო მეტი უნდა იყოს, რაც უფრო ხშირად იგი მეორდება. (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[3]), პ ო პ ო ვ ი[4]).

თუ რომ არაჩვეულებრივ გაღიზიანებამ საორიენტაციო რეფლექსთან ერთად გამოიწვია ორგანიზმისთვის სასარგებლო მოძრაობა თავდაცვის, კვების ან მოდგმის დაცვის ხასიათისა, მაშინ პირიქით საორიენტაციო რეფლექსი გაღიზიანების განმეორებისას შეიძლება კიდევაც გაძლიერდეს. ამ შემთხვევაში სულ მცირე ინტენსიობის გაღიზიანებამ შეიძლება გამოიწვიოს მძლავრი საორიენტაციო რეფლექსი. (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი).

საორიენტაციო რეფლექსის აღნიშნული თავისებურება დამახასიათებელია ყველა იმ რეაქციებისთვის, რომელნიც იწვევიან უმაღლეს ხერხემლიან ცხოველებზე დიდი ტვინის ქერქის საშუალებით. ასეთია ყველა ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსები. ვინაიდგან საორიენტაციო რეფლექსის ჩაქრობის ბუნება ისეთივე უნდა იყოს, როგორათაც ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსისა, ამიტომ ამ მოვლენის განმარტება მოცემული იქნება ინდივიდური რეფლექსების ჩაქრობის განხილვის დროს.

პ რ ა ქ ტ ი კ უ მ ი.

ს ა ო რ ი ნ ტ ა ც ი ო რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს დ ა კ ვ ი რ ვ ე ბ ა მ ტ რ ე დ ე ბ ზ ე. მტრედი ხის გალიაში. გალია გვერდებიდან დახურულია მატერიით, მხოლოდ წინ აქვს პატარა ნახვრეტი, რომ შესაძლებელი იყოს მტრედის მოძრაობის დაკვირვება. როდესაც მტრედი დამშვიდდება გამოიღებენ ბგერას რომელიმე ინსტრუმენტით: სალამური, ზარი, მეტრონომის რაბუნი. საპასუხოდ

მტრედი წინ წაწევს თავს, მიიხედავს აქეთ-იქით. შეიძლება მტრედი მთლიანად შეინძრეს და კიდევაც ალაგი გადაინაცვლოს, თუ რომ გაღიზიანება მძლავრი იქნება. როდესაც მტრედი დამშვიდდება ერთი ორი წამის შემდეგ ხელახლად გამოიღებენ იმავე ბგერას. მტრედი ხელახლად თავს აამოძრავებს, ხელახლად შეინძრევა. თუ ასე ბგერა ზედიზედ განმეორდა, მტრედის საორიენტაციო მოძრაობა შესუსტდება და ბოლოს სრულიად მოისპობა. თუ რომ ეხლა სხვა ინსტრუმენტს გამოვალებინებთ ბგერას, მტრედი ხელახლად მოიცემა საორიენტაციო მოძრაობას, რომელიც შეიძლება რამდენჯერმე განმეორებით იყოს გამოწვეული ბგერის განმეორებისას. ცოტა რომ დავასვენოთ სულ რამოდენიმე წამი 5—10 წამი, საორიენტაციო რეფლექსი ხელახლად იქნება გამოწვეული იმავე ბგერით, მხოლოდ მისი განმეორებისას რეფლექსი უფრო მალე დასუსტდება, დრე პირველში.

საორიენტაციო რეაქციების დაკვირვება შინაურ კურდღელზე. ამისათვის დეცერებრირებული პრეპარატით სარგებლობენ. აუცილებლად საჭიროა, რომ ტვინის ღერძი ოთხგორაკის წინიდან გადაიკვრას, რომ უკანა გორაკები დაზიანებული არ იყოს. ოპერაციის შემდეგ ერთი-ორი საათის გავლისას ყოველივე ხმაურობა გამოიწვევს ყურების აცქვეტას, თავის ზემოთ აწევას. თუ ხმაურობა ძლიერია, იგი ფეხზედაც წამოვარდება და გაიქცევა.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Forbes და Sherrington. Am. J. Physiol., 1914, 35, 367.
2. F. Goltz, Pfl. Ar., 1892, 51, 570 და სხვები იმავე ჟურნალში.
3. Г. Зеленый, Тр. Общ. Русс. Врачей в СПБ. 1911.
4. M. J. Schrader, Pfl. Ar, 1887, 41, 75.
5. J. Beritoff, Pfl, Ar., 1926, 213, 370.
6. Н. Попов, Русск. Физиол. Журнал, 1921, 3, 10.

20. რეფლექსური მოქმედების ცვალებადობა.

ზოგადი ცნება რეფლექსების ცვალებადობისა. ცენტრალური რეაქციის უმუდმივობა და ცვალებადობა ზოგადი მოვლენაა. ამას განიცდის ყველა თანშობილი რეფლექსი. რეფლექსთა დიდი ცვალებადობა აღნიშნეს უკვე რეფლექსური მოქმედების პირველმა მკვლევარებმა (კიურშნერი 1841 [1]), ფლიუგერი 1853 [2]), სეჩენოვი 1863 [3]). ფლიუგერმა, მაგალითად, გვაჩვენა, რომ მოცილების რეფლექსური მოძრაობა გამოიწვევა, როგორც გიღიზიანებული მხარის უკანა ფეხზე, აგრეთვე მეორე უკანა ფეხზედაც. მეორე ფეხი მოცილების რეფლექსს აწარმოებს მაშინ, თუ გაღიზიანებულ მხარეზე უკანა ფეხის მოძრაობა შეუძლებელია: თუ იგი გამაგრებულია, ან მოკვრილი. (იხ. სურ. 95). მოვიყვანთ ერთ სეჩენოვის დაკვირვებასაც: თავმოკვრილი ბაყაყის უკანა ფეხი მაშინ რომ გაღიზიანდეს, როდესაც იგი გაშლილია, იგი მოიხვრება და ტანისკენ მიიზიდება; როდესაც კიდეიგივე გაღიზიანება ფეხის მოხვრისას ხდება, მაშინ ფეხი იშლება, ე. ი. მოპირისპირე რეაქცია სწარმოებს. ეს დაკვირვება შემთხვევითი არაა. გაშინჯვისას ყველა ადვილად დარწმუნდება, რომ რეფლექსის ცვლილება ფეხის მდებარეობაზე დამოკიდებულებით ჩვეულებრივი მოვლენაა. ანალოგიური ცვლილებანი ფიზიოლოგთა მთელმა წყებამ აღმოაჩინა. თითქმის თვითეული რეფლექსის მიმართ იყო დამტკიცებული ამნაირი ცვლილება.

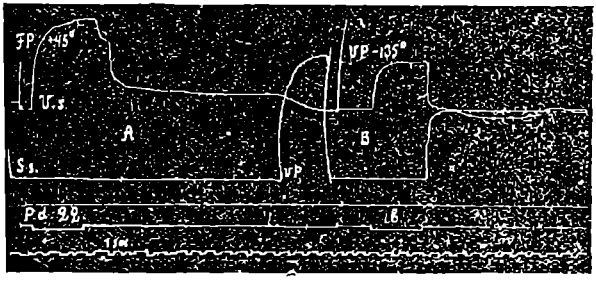
რეფლექსის ცვალებადობის პირობები. ეს მოვლენა დაწვრილებით მაგნუსმა გამოიკვლია (1910—1913 [1]). სეჩენოვის მიერ აღნიშნული და ყველა ამგვარი რეფლექსი მაგნუსის გამოკვლევით შინაგან გაღიზიანებაზე უნდა იყოს დამოკიდებული. სახელდობრ, ფეხის თვითეულ პასიურ მოძრაობას მოჰყვება კუნთების, მყესების, სახსრების მგრძნობიარე ნეირონების გაღიზიანება, რომელიც ცნ. ს.-ზედ ერთნაირ გავლენას ქონულობს: აწარმოვებს ერთნაირ ფუნქციურ ცვლილებას, „eine Schaltung", როგორც მაგნუსი გამოსთქვამს, რომლის წყალობით ცნ. ს. საწინააღმდეგო მოძრაობის გამოწვევისკენ განეწყობა.

რეფლექსის ცვლილება აგრეთვე შეიძლება გარეგან გაღიზიანებაზე იყოს დამოკიდებული. თავმოკვრილ უმაღლეს ხერხემლიან ცხოველებზე (კატა, ძაღლი) კისრის, ბეჭის, ზურგის გაღიზიანება (იხ. სურ. 98) ფხანვის რეფლექსს გამოიწვევს: უკანა ფეხი მიიკრიფება გაღიზიანებულ ალაგისკენ და იქ ფხანვის რიტმულ მოძრაობას აწარმოვებს. ცნობილი ფიზიოლოგის გოლცის (Goltz) მოწაფემ გერგენმა [2]) შეამჩნია, რომ თუ უდიდტვინო ძაღლი, ე. ი. რომელსაც დიდი ტვინი ამოკრილი აქვს, ერთს გვერდზედ, მაგ., მარჯვენაზე წევს, მაშინ ამ გვერდზედ ფხანვის მიმღებელი ველის გაღიზიანება მარჯვენა უკანა ფეხზედ ფხანვის რეფლექსს არ გამოიწვევს. თუმცა გაღიზიანების გაძლიერებისას ფხანვის რეფლექსი შეიძლება გამოწვეული იქმნას, მაგრამ ამ შემთხვევაში ფხანვის რეფლექსს მეორე მხარის, ე. ი. მარცხენა, თავისუფლად მდებარე უკანა ფეხი აწარმოვებს. ეს ფხანვის რეფლექსის ცვალებადობა ბოლოს დროს მაგნუსმა დაწვრილებით შეისწავლა. აღმოჩნდა, რომ ამის მიზეზი გვერდზედ კანის გაღიზიანებაა, რომელიც იატაკზედ დაწოლით ხდება., ეს კანი რომ დავაკოკაინოთ, ე. ი. წაუსვათ მას კოკაინი, და მით მას მგრძნობიერება მოუსპოთ, ფხანვის რეფლექსი იატაკზე მდებარე მხარეზედაც გამოიწვევა [1]).

ტონურ რეფლექსთა ფარგალშიაც იყო აღმოჩენილი ცვალებადობის მრავალი ფაქტი. სამაგალითოდ მოვიყვან ერთს შემთხვევას. დეცერებრირებულ კატაზე ფეხის გაღიზიანება ჩვეულებრივ გამოიწვევს ამ ფეხის მოხვრას და მეორე თანამოსახელე ფეხის გაშლას. მაგრამ, თუ ამასთან შევცვალეთ თავის მდებარეობა ტანის მიმართ ხან მარცხნივ მოეღუნეთ, ხან მარჯვნივ, მაშინ ფეხები უპასუხებენ ვაღიზიანებას ან მხოლოდ აღნიშნული დამცველი მოძრაობით, ან ჯერ ამ რეფლექსებით, და მერე კისრის და ლაბირინტის ტონური რეფლექსებით, ან კიდე მხოლოდ ტონური რეფლექსებით, ამასთან, როგორც გაღიზიანებულ ფეხზედ, ისე მეორეზე. ეს ტონური რეფლექსი ხან გაშლისა და ხან მოხვრისა იქნება. (იხ. სურ. 134). თუ როგორ უნდა ცვალებადობდეს რეფლექსი თავის მდებარეობის მიხედვით თვითეულ შემთხვევაში, ეს უკვე განხილული იყო ზემოთ და აქეტომ ამის აქ აღწერა საჭირო აღარ უნდა იყოს (ბერიტაშვილი [6]).

ამნაირად, **თვითეული თანშობილი რეფლექსი მიუხედავად ერთი განსაზღვრული ველის გაღიზიანებისა ერთი მომენტიდან მეორეზე ცვალებადობს. იგი ერთი განსაზღვრული ხასით სწარმოებს მხოლოდ სრულიად თანაბარ შინაგან და გარეგან გაღიზიანებათა პირობებში.**

ნამდვილ ლოკალურ გაღიზიანებათა შეუძლებლობა. რეფლექსური მოქმედების შესწავლის დროს აქნობამდის ვსელმძღვანელობდით იმ თვალთსაზრისით, რომ მკლეავრის მიერ სმარებული ც. ნ. ს.-ის გაღიზიანება ლოკალურია, რომ იგი მხოლოდ ერთი განსაზღვრული პერიფერიული ორგანოს ნაწილში ხდება. მაგრამ ამნაირი თვალთსაზრისი საკვლევით მართალი არაა. ჩვენ არც კი შეგვიძლიან ცხოველის არსებობისთვის იმნაირი იდეალური პირობები წარმოვიდგინოთ, რომ იგი ერთ რომელიმე მომენტში მხოლოდ ერთად-ერთ გაღიზიანებას განიცდიდეს. შუდამ ყველა პირობებში მოცემულ გაღიზიანებასთან ერთად ცხოველი უეჭველად მრავალ სხვა გაღიზიანებასაც განიცდის. წარმოიდ



სურათი 134.

ნერ. 134. **რეფლექსის ცვალებადობა თავის მდებარეობის მიხედვით.** კატის დეცერებრირებული პრეპარატი. ზემო მრუდე ეკუთვნის მარცხენა ფეხის მუხლის გამშლელს—vasto-crureus, ქვემო კიდე იმავე მუხლის მომხეველს semitendinosus-ს. ღიზიანდება მარჯვენა peroneus. ჩვეულებრივ ეს გაღიზიანება დამცველ ფეხის გაშლას გამოიწვევს. პირველ ცდაში თავის მდებარეობა ისეთია, რომ იგი ხელს უწყობს ამ ფეხის ტონურ გაშლას (A); მეორე ცდაში კიდე პირიქით იგი ხელს უწყობს ტონურ მოხვრას (B). ორივე ცდაში გაღიზიანება სწარმოებს ბენინ, როდესაც აღნიშნული კუნთები ტონურ შეკუმშვას არ განიცდიან. პირველში იგი იწვევს მუხლის ძლავრ შეკუმშვას სანგრძლივი ტონური შემდეგმოქმედებით. მეორეში კიდე გამშლელის სუსტ შეკუმშვას უშემდეგმოქმედებოთ. ეს ელა გაღიზიანების შემდეგ მოხვრილი იძლევა სანგრძლივ ტონურ შემდეგმოქმედებას. პირველი ცდის ბოლოში თავი სწრაფად იყო მობრუნებული მეორე მხარეს. ამის გამო არსებული ტონური გაშლა მოისპო, და გამოწვეულ იქნა ძლავრი ტონური მოხვრა (VP) (ბერიტაშვილი).

გინეთ, რომ ძალლი ან კატა მშვიდად გვერდზე წამოწოლილია, და უფრო მეტი სიმტკიცისთვინ დაუშვით, რომ ამ ცხოველს დიდი ტეინი მოშორებული აქვს. მაშასადამე, მისი ნერვული სისტემა მეტ წილად გაღიზიანებათა მიმღებლობის შეძლებას მოსპობილია: არ ხედავს, არ ისმენს, არ ყნოსავს და სხვა. შეიძლება განა ითქვას ამნაირ ცხოველზედ, რომ მისი ნერვული სისტემა გაღიზიანებათაგან აბსოლუტურად თავისუფალიაო? არა, არ შეიძლება. ამ პირობებშიაც არსებობს მრავალი გაღიზიანება. რამდენიმე მათგანს დაეასახელებ. თუ ფეხი მოხრილია, მაშინ ფეხის გამშლელნი პასიურად იჭიმებიან, და მაშასადამე, მათი მგრძნობიარე ნერვები აგზნებას უნდა განიცდიდენ. მაგ., ფრეისბერგმა (Freisberg [7]), გოლცის მოწაფემ, გვაცნობა, რომ ერთ მხარეზე გამშლელთა პასიუ-

რი გაჭიმვა მეორე ფეხზედ გაშლის რეფლექსს გამოიწვევს. ცხოველი გვერდიდ იარეკს ესება. როგორც ზევით იყო ნათქვამი, ეს შეხება კანს აღიზიანებს და მი. ამნაირად ც. ნ. ის.-ს ფუნქციურ მდგომარეობას ისე სცელის, რომ ქვემო ხბარეზედ ფხანვის რეფლექსის გამოწვევას აბრკოლებს. თავი რომ დახრილი იყოს ძირს, მაშინ ლაბირინტის განსაზღვრული ნაწილის გაღიზიანება მოხდება, და ეს, როგორც ცნობილია, ხელს უწყობს ფეხების საერთო ტონურ მოსვრას. ამავე დროს კისერი რომ ერთ მხარეს მოტრიალებული იყოს, მაშინ კისრის რეცეპტორების, ე. ი. მისი მგრძნობიარე ნეირონების, გაღიზიანებაც მოხდება და ეს ხელს შეუწყობს ტონურ ფეხების გაშლას იმ მხარეზედ. საითკენაც ცხოველის პირი იქნება მიქცეული, მეორე მხარესედ კიდე ფეხების ტონური მოსვრას (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი "). თუ კი მოსვენებული მდგომარეობის იდეალურ შემთხვევაშიაც ც. ნ. ს. უსათუოდ გაღიზიანების მთელ რიგს განიცდის, სრულიად ბუნებრივი უნდა იყოს ჩვენი ლოდინი, რომ იგი ბევრად უფრო მრავალ გაღიზიანებას უნდა განიცდიდეს, როდესაც ცხოველი მოუსვენრობაშია. მაგ., როდესაც იგი დადის ან დგას, მე

1. როგორც იყო ზემოთ ნაჩვენი, ზურგის ტვინის გულმკერდის სეგმენტებში და წელის პირველ სეგმენტში მდებარეობს მოცილების რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატი, მეორე და მესამე წელის სეგმენტში კიდე—მოხვრის და გაშლის რეფლექსისა. ჩვეულებრივ მოხვრის რეფლექსის მიმღებელი ველის გაღიზიანებით შეუძლებელია მოცილების რეფლექსის გამოწვევა. მაგრამ თუ გულმკერდის სეგმენტები ლოკალურად, ე. ი. ადგილობრივ. სტრიქნინით მოვშხამეთ უკანა ზედაპირიდან და მით აეწიეთ ამ რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატის აგზნება, მაშინ მოხვრის რეფლექსის მიმღებელი ველიდანაც შესაძლებელი ხდება მოცილების რეფლექსის გამოწვევა (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [9]).

2. დეცერებრირებული პრეპარატი, როგორც იყო ზემო აღნიშნული (იხ. გვ. 279), ჯერ განიცდის ტონურ საერთო ექსტენსიას და შერე რამდენიმე საათის შემდეგ საერთო ფლექსიას. ცხადია, ორივე ტონური რეფლექსი დამოკიდებულია შესაფერი საკოორდინაციო აპარატების აგზნებაზე, რაც ტვინის ქერქლობის მიერ იწვევა. ამ აგზნებასთან ერთად, რასაკვირველია, მატულობს მათი აგზნებულებაც. ამიტომ არის, რომ ყოველივე პერიფერიული გაღიზიანება მოქმედობს ტონურ საკოორდინაციო აპარატზე ისე, როგორც გაღიზიანებულ ველთან შეფარდებულ აპარატზედ. ამიტომ ჩვეულებრივ უკანა ფეხის სუსტი გაღიზიანება გამოიწვევს მოხვრის რეფლექსს, გაშლის ტონუსის დროს კი იგივე გაღიზიანება ამ ტონურ გაშლას აძლიერებს; პირიქით, როდესაც ტონუსი მოხვრისაა, მაშინ გაღიზიანება მხოლოდ ტონურ მოხვრას აძლიერებს. თუ პერიფერიული გაღიზიანება ძლიერია, მაშინ იგი გამოიწვევს დამცველ მოხვრის რეფლექსს ტონურ რეფლექსთან ერთად (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [9]).

3. როგორც იყო ნათქვამი, ფეხის პასიურ გაშლისას პერიფერიული გაღიზიანება გამოიწვევს მოხვრას, ფეხის პასიურ მოხვრისას კიდე—გაშლას. ეს იქიდან წარმოსდგება, რომ ფეხის გაშლისას მომხვრელები გაიჭიმებიან და მათში გამოწვეული პროპრიოცეპტული გაღიზიანებანი მოხვრის რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატზედ მოქმედებენ. დამტკიცებულია, რომ კუნთის მძლავრ გაჭიმვას გაჭიმული კუნთის და მისი სინერგისტების რეფლექსური შეკუმშვა მოჰყვება. მართალია, პასიურ გაშლისას მომხვრელთა პროპრიოცეპტული გაღიზიანების მოქმედება მოხვრის საკოორდინაციო აპარატზედ სუმბინიმალურია, მაგრამ იმდენად ძლიერი კი არის, რომ ამ აპარატში აგზნებულებას მოუმატოს. ამის გამო შემდეგი ფეხის გარეგანი გაღიზიანება მოხვრის რეფლექსს უფრო გამოიწვევს, ვიდრე გაშლას. პირიქით, ფეხის პასიურ მოხვრისას იჭიმებიან გაშლელები. ამ შემთხვევაში ღიზიანდება გაშლელთა მგრძნობიარე ნეირონები. ეს მოქმედებს გაშლის საკოორდინაციო აპარატზედ. ცნობილია, გაშლელთა მძლავრი გაჭიმვა, ან მექანიკური გაღიზიანება გამოიწვევს გაშლის რეფლექსს. თუმცა პასიურ მოხვრისას, გაშლელის გრძნობიარე ნერვების მოქმედება ც. ნ. ს.-ზედ სუმბინიმალურია, მაგრამ სრულიად საკმარისი უნდა იყოს ამ აპარატში აგზნებულების მოსამატებლად, რაც გაშლის რეფლექსის გამოწვევას ხელს უნდა უწყობდეს.

4. ტონურ რეფლექსთა ცვალებადობაც თავის მდებარების მიხედვით აგრეთვე განსაზღვრულ საკოორდინაციო აპარატებში აგზნებულების მატებაზე უნ-

და იყოს დამოკიდებული. მაგ., როდესაც ძლიერ ფრთხილად და ნელად ეცვლით თავის მდებარეობას, მაშინ ტონური რეფლექსი არ იწვევა, მაგრამ ეს საკმარისი უნდა იყოს აგზნებულების მოსამატებლად სწორედ იმ საკოორდინაციო აპარატებში, რაზედაც ამ მოძრაობის დროს გაჭიმული კუნთების და სტატიკური ორგანოს შინაგანი გაღიზიანებანი მოქმედობენ. ამიტომ თავის თვითეულ მდებარეობისას ყოველი პერიფერიული გადიზიანება ერთ განსაზღვრულ ტონურ რეფლექსს აწარმოვებს, სწორედ იმას, რომელიც თავის მდებარეობას შეუფარდდება.

ამნაირად, **რეფლექსური მოქმედების ცვალებადობა განსაზღვრული გაღიზიანების საპასუხოდ დამოკიდებულია იმაზე, რომ იმ განსაზღვრულ საკოორდინაციო აპარატთან ერთად, რაზედაც გაღიზიანებული ყველი პირდაპირ მოქმედებს, თანამოქმედობენ სხვა აპარატებიც, რომლებშიაც აგზნებულება მომატებულია ერთდროული გარეგანი ან შინაგანი გაღიზიანების გავლენით.**

ეს თანამოქმედების წესი ეხება მხოლოდ ნორმალურ ცენტრალურ სისტემას, რომელიც უეჭველია სხვადასხვანაირი გაღიზიანების გამოისობით ერთს განყოფილებაში უფრო დიდი აგზნებულებისაა, ვიდრე სხვებში.

გაღიზიანების ინტენსიობას დიდი მნიშვნელობა აქვს რეფლექსური მოქმედების ცვალებადობის მიმართ. ცნობილია, რომ რაც დიდი იქნება გაღიზიანება, იმდენად რთული და ფართოა რეფლექსური ეფექტიც, მაშასადამე, იმდენად ბევრ ალაგას იქნება ც. ნ. სისტემაში აგზნებულების მომატება. ამიტომ, მომდევნო გაღიზიანება მით უფრო შეცვლილ ეფექტს გამოიწვევს, რაც უფრო ძლიერი იქნება წინა გაღიზიანებისაგან აგზნებულების მომატება სხვადასხვა საკოორდინაციო აპარატებში.

საკოორდინაციო აპარატთა ანატომიურ სიახლოვესაც დიდი მნიშვნელობა აქვს. ცნობილია ერთგვარი ფაქტები, რომლებიდანაც ცხადად სჩანს, რომ ერთი რეფლექსური რკალის გავლენა მეორეზე მით უფრო დიდია, რაც უფრო დაახლოვებული არიან ამ რკალთა საკოორდინაციო აპარატები (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი ").

ც. ნ. ს.-ის მოქმედების კანონშეწონოლობა მოკლედ ასე უნდა გამოიხატოს. თვითეულ რეფლექსს აქვს თავისი მიმღებელი ველი და საკოორდინაციო აპარატი. მაგრამ ნორმალურ და ფიზიელ მდგომარეობისას ცხოველი არ იძლევა რომელიმე ველის ლოკალური გაღიზიანების საპასუხოდ სრულიად მარტივ და ლოკალურ რეაქციას სათანადო საკოორდინაციო აპარატიდან. ცენტრალური რეაქცია ცოტად თუ ბევრად რთული და ცვალებადია. ეს დამოკიდებულია იმაზე, რომ ცხოველი ფიზიოლობისას ყოველ მომენტში აუცილებლივ განიცდის მრავალ გაღიზიანებას შინაგანს და გარეგანს. თვითეული გაღიზიანება ამაღლებს აგზნებულებას უპირველესად და ყველაზედ ძლიერ იმ ცენტრალურ აპარატებში, რომლებზედაც გაღიზიანება უშუალოდ მოქმედებს, და მერე უფრო ზომიერად—სხვა აპარატებშიაც. ეს აღმატებული აგზნებულება გაღიზიანების შემდგომაც სძლებს ცოტა თუ მეტი ხნობით. ამას შედეგად ის მოჰყვება, რომ რომელიმე მიმღებელი ველის გაღიზიანების მოქმედება არ განისაზღვრება ერთი რომელიმე ცენტრალური აპარა-

ტით. აგზნება ვრცელდება რა მთელ ც. ნ. ს.-აში, გამოიწვევს მოქმედებას ყველა იმ აპარატებშიაც, რომელთა აგზნებულება საკმარისად მაღალია. ამიტომ ცენტრალური ეფექტი მეტ წილად ცოტად თუ ბევრად რამდენიმე რეფლექსის ჯამს წარმოადგენს. თუ მიუხედავად ამისა, თვითეული გაღიზიანებისაგან გამოწვეული ეფექტი სრულიად კოორდინაციულია, და ყოველმხრივ მიზანშეწონილია, ეს იქიდან წარმოსდგება, რომ, ერთის მხრივ, ერთი საკოორდინაციო აპარატების ინერვაციები შეთანხმებით უერთდებიან მეორე აპარატების ინერვაციებს, და მეორე მხრივ, როდესაც ეს ინერვაციები საწინააღმდეგოა, ერთი საკოორდინაციო აპარატის ეფექტი, რომელიც უფრო სუსტია, ისპობა, ე. ი. შეკავდება მეორე აპარატის უფრო ძლიერი ინერვაციების გამო.

უხტომსკის დომინანტის თეორია ცენტრალური მოქმედების შესახებ. სულ უკანასკნელ ხანს (1923) ლენინგრადის უნივერსიტეტის პროფ. უხტომსკიმ წამოაყენა ახალი თეორია, რომელიც უნდა განაგებდეს ცენტრალური ნერვული სისტემის მთელ მოქმედებას. ამ თეორიის ფორმულა ასეთია: როდესაც მიმდინარეობს სადმე ცენტრში საკმარისად შეურყეველი აგზნება, მაშინ ეს აგზნება ღებულობს ძირითად ფაქტორის მნიშვნელობას სხვა ცენტრების მოქმედებაში: აგზნებული ცენტრი ჭარეფავს აგზნებას ყველა სხვა წყაროებიდან და აკავებს სხვა ცენტრების მოქმედებას, რომელიც უნდა გამოწვეულიყო საპასუხოდ სათანადო პერიფერიულ იმპულსებისა. რადგან ეს შეურყეველი აგზნება ასეთ გაბატონებულ ფაქტორს წარმოადგენს მთელი ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედებისათვის, ამიტომ ამ მოქმედების პრინციპს უხტომსკიმ დომინანტის პრინციპი უწოდა [11]). ამ თეორიამ რუსეთში ძალიან სახელი გაითქვა. მას ემყარებიან რუსეთის ცნობილი ფსიქო-რეფლექსოლოგები, როგორც კორნილოვი [12]), პროტოპოპოვი [13], ზალკინდი [14], და სხვ. ამიტომ საკიროდ მიმაჩნია დომინანტის თეორია დაწვრილებით იყოს განხილული. დომინანტის მოძღვრება, როგორც უხტომსკის მოწაფენი, ვინოგრადოვი [15]) და ვასილიევი [16]), გამოსთქვამენ ორი შემენტისაგან შესდგება: ერთი მომენტი წარმოადგენს ერთი რომელიმე ცენტრის შეურყეველი აგზნების კერის მიერ სხვა ცენტრების მოქმედების შეკავებას, მეორე მომენტი კიდე—მის მიერ სხვა ცენტრებიდან აგზნების მიტაცებას და მით თავის საკუთარი მოქმედების გაძლიერებას.

დომინანტის პირველი მომენტის საფუძვლად უხტომსკის მიაჩნია ის ფაქტი, რომ ყლაპვის და დეფეკაციის აქტის დროს უკანა კიდურები შეკავებას განიცდიან. მაგრამ როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, აქ ხდება ერთი და იმავე საკოორდინაციო აპარატში აგზნებასთან ერთად აგრეთვე შეკავების აღმოცენება და ამ შეკავების გავრცელება ერთი წყება მამოძრავებელ ნეირონებისაკენ, ისე როგორც აქედან აგზნება ვრცელდება მეორე წყება მამოძრავებელ ნეირონებისაკენ. არც ერთ შემთხვევაში არ გვქონია ისეთი საბუთი, რომ შესაძლებელი ყოფილიყო დაგვესაქვნა ერთი რომელიმე საკოორდინაციო აპარატის მიერ სხვა საკოორდინაციო აპარატების მოქმედების უშუალოდ შეკავება. მართალია, ჩვეულებრივ, როდესაც ერთი რეფლექსი იწვევა რომელიმე კიდურზე განსაზღვრული მიმღებელი ველის გაღიზიანებით, მაშინ იმავე კიდურზე სხვა რეფლექსის გამოწვევა ძნელდება, მაგრამ ამის მიზეზი ამ კიდურის განსაზღვრული მამოძრავებელი ნეირონების შეკავებული მდგომარეობაა და არა ამ სხვა რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატის შეკავება.

დომინანტის მიმდევარს ვინოგრადოვს მოჰყავს ერთი საკუთარი დაკვირვება პირველი მომენტის დასამტკიცებლად. სახელდობრ, მან შეამჩნია, როდესაც ბაყაყზე ზურგის ტვინის pars bracchialis მოწამლული იყო სტრიქნინით, მაშინ უკანა კიდურების რეფლექსური მოქმედება თითქოს თანდათან სუსტდებოდა [16]). უკანა კიდურების რეფლექსურ მოძრაობას იგი იწვევდა სუსტი მჟავის ხსნარით. კიდურს ჩაყოფდა 0,1% გოგირდის მჟავის ხსნარში და იკვლევდა რეფლექსის ფარულ პერიოდს. რაც უფრო დაკლებული იქნება ტვინის აგზნებულება, იმდენად დიდი იქნება ფარული პერიოდი. ეს პერიოდი ამ მეთოდით განიზომება წუთობით, ვინაიდან კანის მგრძნობიარე აპარატების გაღიზიანება ამ შემთხვევაში დამოკიდებულია მჟავის დიფუზიაზე, რაც ჩვეულებრივ,

ნელა სწარმოებს. ამ გამოკვლევის მეთოდს ტიერკის მეთოდს უწოდებენ. აღნიშნულ დ
კვირვებებიდან ავტორმა დაასკვნა. რომ წინა კიდურების ფარგალში აგზნებულების მომატებასთან
ერთად უკანა კიდურების მოხვრის რეფლექსი განიცდის მკაფიოდ გამოხატულ შეკავებას. მაგ-
რამ ჩვენ არ შეგვიძლიან გავიზიაროთ ასეთი დასკვნა, ვინაიდან როდესაც გავიმეორეთ ვინო-
გრადოვის ცდა, ჩვენ ვერ ენახეთ ის, რაც მან ნახა: როდესაც აგზნებულება იყო მეტის-მე-
ტად მომატებული ზურგის ტვინის Para brachialis-ში სტრიქნინის მოწამვლისთ, მაშინ უკანა
კიდურების რეფლექსური მოქმედება სრულიად უცვლელი რჩებოდა (ბერიტაშვილი და
ნივინსკაია[18]). მაგრამ ესეც რომ არ იყოს, ვინოგრადოვის მიერ მოცემული დაკვირ-
ვება თავის თავად არ არის მისაღები პირველი მომენტის დასამტკიცებლად. სტრიქნინის მო-
წამვლა თავის თავად არ იწვევს აგზნების პროცესს, ე. ი. ტვინის მოქმედებას. იგი იძლევა მხო-
ლოდ აგზნებულების მომატებას. მაშას., შეუძლებელია გავიზიაროთ ვინოგრადოვის აზრი,
რომ აღმატებული აგზნებულების კერა აკავებს სხვა ცენტრების მო-
ქმედების უნარს, ვინაიდან იგი ზოგადი ფიზიოლოგიის თვალთსაზრი-
სით სრულიად მიუღებელია და მასთან არც მართლდება ვინოგრა-
დოვის სათანადო ცდების განმეორებისას.

მეორე მომენტის საფუძვლად უსტომს კის მიაჩნია ის დაკვირვება, რომ ულაპვის და
დეფეკაციის რეფლექსის დროს დიდი ტვინის ქერქის გაღიზიანება, როშელიც ბუნებრივად კი-
დურების მოძრაობას იწვევს, ეხლა არ იწვევს ამას ან და იწვევს სუსტად.მაგრამ სამაგიეროდ აძ-
ლიერებს არსებული ულაპვის და დეფეკაციის რეაქციას. დომინანტის თეორიით დიდ ტვინში
არსებული უკანა კიდურების მამოძრავებელი მიდამოს აგზნება სცილდება ულაპვისა და დეფე-
კაციის დროს თავის ჩვეულებრივ გზას უკანა კიდურებისკენ და მიიმართება ამ რეაქციების ცენ-
ტრებისკენ და აძლიერებს მათ მოქმედებას. ეს დასკვნაც არაა მისაღები ზოგადი ფიზიოლოგიის
თვალთსაზრისით. როგორც ზემოთ იყო განხილული, როდესაც აგზნება სადმე ცენტრალურ ნერ-
ვულ სისტემაში აღმოცენდება, იგი აქ არა ჩერდება, იგი მთელ სისტემაში ერცელდება, ე. ი.
ირადიაციას განიცდის. ასევე ემართება დიდი ტვინის აგზნებასაც. მან უნდა მიახწიოს ირადია-
ციის დროს აგრეთვე ულაპვის და დეფეკაციის საკოორდინაციო აპარატებს. მაგრამ რასაკვირ-
ველია, ის გარემოება, რომ ირადიაციულმა აგზნებამ მათაც მიახწია, სულაც არაა დაშოკიდე-
ბული ამ აპარატების აგზნებაზე ან აგზნებულებაზე, ან და მათ მიმტაცებელ ძალაზე, და თუ
მხოლოდ განსაზღვრულ პირობებში ეს ირადიაციული აგზნება ეფექტს იძლევა ამ აპარატები-
დან და ჩვეულებრივ ეფექტს კიდურებზე კი არა, ამის გავება საძნელო არაა ცნობილი ზოგადი
ფიზიოლოგიის თვალთსაზრისით.

როგორც ეს ზემოთ დაწერილებით განვიხილეთ, როდესაც რომელიმე საკოორდინაციო
აპარატი მოდის მოქმედებაში, მაშინ იგი განიცდის აგრეთვე აგზნებულების მომატებას, რომ-
ელიც ზოგიერთ შემთხვევაში დიდ ხანს გრძელდება. მაგალითად, ულაპვის საკოორდინაციო აპა-
რატში ეს აღმატებული აგზნებულების ფაზა 20 წუთამდე გრძელდება (Isayama [19]). ცხადია,
ულაპვის საკოორდინაციო აპარატში აგზნებულება შეიძლება იმდე-
ნად მომატებული იყოს, რომ სხვადასხვა კერებიდან ირადიულმა აგზ-
ნებამ ეს აპარატი მოქმედებაში მოიყვანოს, ან და გაძლიერდეს მას-
ში არსებული მოქმედება. თუ ამავე დროს არ იწვევა სათანადო რე-
ფლექსი უკანა კიდურებზე, ეს იმიტომ ხდება, რომ ულაპვის დროს
უკანა კიდურების მამოძრავებელი ნეირონები შეკავებას განიცდიან
ულაპვის საკოორდინაციო აპარატიდან.

მეორე მომენტის საფუძვლად მოყავთ აგრეთვე ერთი პირველად ჩემ მიერ აღმოჩენილი
ფაქტი, რომ მოცილების რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატის მოწამვლისას ბაყაყის საზურგ-
ტვინო პრეპარატზე მოცილების რეფლექსი შეიძლება გამოწვეული იყოს აგრეთვე მოხვრის მიმ-
ღებელ ველიდან [20]. თითქოს აგზნებულების მომატებისა გამო მოცილების საკოორდინაციო
აპარატი იტაცებდეს აგზნებას მოხვრის საკოორდინაციო აპარატიდან. მაგრამ მე ამ დაკვირვე-
ბასთან ერთად დაწვრილებით გამოვიკვლიე აღნიშნული მოვლენის წარმოშობა. სახელდობრ იყო
დამტკიცებული, რომ მოხვრის მიმღებელი ველის გაღიზიანებით მოქმედებაში მოდის არა მარ-

ტო მოცილების საკოორდინაციო აპარატი, სადაც აგზნებულება იყო მომატებული. არამედ აგრეთვე მოხვრის ნორმალურ საკოორდინაციო აპარატშიაც. ხოლო იმის გამო, რომ რეციპროკული ინერვაცია უკანასკნელ აპარატიდან შედარებით უფრო სუსტია, ამიტომ მისი ეფექტი ადვილად კავდება მოცილების მძლავრი მოწინააღმდეგე ინერვაციის გაელენით. როდესაც ორივე ინერვაციები ხვდებიან საერთო მამოძრავებელ ნეირონებთან.

დომინანტის თეორიის მიმდეკარეთ უხტომსკის ლაბორატორიიდან მოჰყავთ სხვა საფუძვლებიც მისი გასამართლებლად და დასამტკიცებლად. მაგრამ ყველას შეიძლება იმნაირი კრიტიკა გაუკეთდეს, როგორც ზემო მოყვანილს საბუთებს. ამნაირად დომინანტის თეორია უნდა ჩაითვალოს ძალიან ხელოვნურ ჰიპოთეზად, რომელსაც სრულებითაც არ შეუფარდდება ფიზიოლოგიური თვალთსაზრისი ან და ცნობილი ფიზიოლოგიური ფაქტები.

აღსანიშნავია, რომ თვით შინაარსი დომინანტის თეორიისა სრულიადაც არ წარმოადგენს ორიგინალურ რამეს. როგორც ერთი, ისე მეორე დომინანტის მომენტი დიდი ხანია რაც წამოყენებული იყო პროფ. პავლოვის და აგრეთვე ბეხტერევის მიერ, როგორც შთაეარი კანონები ინდიკიდურად მოპოვებული რეფლექსური მოკმედებისათვის. უხტომსკი მართალია ირწმუნება, რომ დომინანტის თეორიას კავშირი არა აქვს პავლოვის და ბეხტერევის მოძღვრებასთან, რომ ეს თეორია დაებადა მას მისი მასწავლებლის პროფ. ნიკ. ვედენსკის და მერე მის საკუთარი დაკვირვებათა გაელენით. შესაძლებელია, რომ მართლაც პავლოვის მოძღვრებამ გარდამწყვეტი გაელენა არ იქონია უხტომსკის თვალთსაზრისზედ, მაგრამ შეუძლებელია მასზე არ ემოქმედნა იმ გარემოებას, რომ პავლოვის მოძღვრება ჩამოყალიბებული იყო თითქმის ოცი წლით უფრო ადრე [21]) და თვითონ დომინანტის პრინციპი წამოყენებული იყო ბეხტერევის მიერ გაცილებით ადრე 1911 წელს [22]).

პრაქტიკუმი.

რეფლექსის ცვალებადობის დადასტურება. ბაყაყის საზურგ-ტვინო პრეპარატი. 1. სეჩენოვის ცდა. ბაყაყის უკანა ფეხის და მოხვრის რეფლექსის ცვალებადობა მისი მდებარების მიხედვით. ეს ცდა ზემოთ დაწვრილებით იყო აწერილი (იხ. გვ. 314).

2. ფლიუგერის ცდა. ბაყაყის მოცილების რეფლექსი ცვალებადობს, თუ გაღიზიანებულ მხარეზე უკანა ფეხს რამე მიზეზის გამო მოძრაობა არ შეუძლია. მაგ., თუ იგი დამაგრებული ან მოკრილია. გაღიზიანება უნდა სწარმოებდეს ტანის გვერდზედ, სადაც კანზე მიადებენ საფილტრაციო ქაღალდის 1—2 მმ. ნაკერს, რომელიც დასველებული იყო გოგირდის ან ძმრის მეავაში (10%). ბაყაყი ჯერ ეცდება იმავე მხრის უკანა ფეხით გამაღიზიანებელი აგენტი მოიშოროს, და როცა ამას ვერ შეასრულებს, მაშინ მეორე უკანა ფეხს მოიხმარს იმავე მიზნით (იხ. სურ. 95).

3. ბიკელის ცდა. მეორე ტიპის მოცილების რეფლექსის ცვალებადობა, რომელიც ანუსის გარემო ზედაპირიდან გამოიწვევა. თუ ორივე ფეხი მოხრილია, მაშინ პირველი მოძრაობა გაშლა იქნება; თუ კიდე გაშლილია, მაშინ მოხერა იქნება. თუ ერთი მოხრილია, მეორე კიდე გაშლილი, მაშინ მოხრილი გაიშლება, გაშლილი კიდე მოიხერება. ეს ცდა პირველად ბიკელის მიერ იყო აწერილი [10]).

დაცვის რეფლექსის ცვალებადობა კატაზედ. ეს ცდა უმჯობესია საწელტვინო პრეპარატზედ სწარმოებდეს. ღრმა ნარკოზის დროს გამოაჩენენ ზურგის ტვინს წელის ცოტა ზემოდან, ე. ი. გულმკერდის უკანასკნელი სეგმენტის დონეზედ. და გადაკრიან, ერთი-ორი საათით ნარკოზის შეწყვეტის შემდეგ გაშინჯავენ რეფლექსებს. საუკეთესოდ ეამოდის კუდის მოძრაობის ცვალებადობა მისი მდებარეობის მიხედვით. თუ გადახრილია მარჯვნივ. მაშინ მისი ბოლოს გაღიზიანება—შეხება, ჩქმეტა —მარცხნივ გაქნევას გამოიწვევს. თუ კიდე მარცხნივ, მაშინ იგივე გაღიზიანება მარჯვნივ მოძრაობას იძლევა. თუ კუდი ქვემოთაა დაშვებული და აქვს სიმეტრიული მდებარეობა, მაშინ იმავე გაღიზიანებისას კუდი ზემოთ აიწევა.

ერთი რეფლექსის მიმღებელი ველის გაღიზიანებით მეორე რეფლექსის გამოწვევა უკანასკნელის საკოორდინა-

ციო აპარატში აგზნებულების მომატების გამო. ბაყაყის საზერ. ტვინო პრეპარატი. გამოაჩენენ უკანიდან ზურგის ტვინის წელის ნაწილს და გადაკრიან წელის პირველ უკანა ფესვს. გააშრობენ ზედაპირს ახლომახლო ლიგნინით და მერე [illegible]ესმენ წელის პირველ სეგმენტს უკანიდან სტრიქნინს (0,1%), ან კიდე მიადებენ სტრიქნინით დასველებულ საფილტრაციო ქაღალდის წვრილ ნაკრებს (1mm). რამდენიმე წამის შემდეგ ძლიერ მატულობს. გადაკრილი ფესვის მგრძნობიერება ელექტრული გაღიზიანების მიმართ და თვით რეფლექსის ინტენსიობა, რომელიც ამ ფესვის გაღიზიანებით იყო გამოწვეული. ამავე დროს უკანა ფესვის გაღიზიანება მოხვრის მიმღებელ ველში გამოიწვევს იმნაირ მოძრაობას, რომელსაც აშკარაუტყობა მოცილების რეფლექსის ნიშანი: უკანა ფესვის თითები აწარმოებენ მოცილების რითმეულ მოძრაობას.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. G. Kürschner, დამატებანი Marschall Hall-ის ნაწარმოებთა გერმანული თარგმანისა. 1840. Marburg.
2. Ed. Pflüger, Die sensor. Functionen d. Rückenm. b. Wirbelthiere. 1853. Berlin.
3. И. Сеченов, Медицинский вестник. 1863, СПБ.
4. R. Magnus, Pfl. Ar., 1909, 130, 219; 1910. 134. 545. და 584.
5. R. Gergen. Pfl. Ar., 1876, 14, 310.
6. J. Beritoff, J. Exp. Physiol., 1915, 9, 199,; Изв. Росс. Акад Наук, 1915, გვ. 649, 853.
7. A. Freusberg. Pfl. Ar., 1874, 9, 358.
8. J. Beritoff, Erg. Physiol., 1922, 20, 408.
9. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1913, 151, 171; Тр. Петрогр. Общ. Естествоисп., 1910. 41, ნაკ. 2.
10. A. Bickel, Ar. An. Physiol., 1900, გვ. 485.
11. А. Утомский, Русск. Физиол. Жур., 1923, 6, 33; Новое в рефлексол и физиологии нервной системы, 1925, 1. 60; იგივე. 1926, 2, 3.
12. А. Ухтомский, Труды общества естестьоиспыт. в Петербурге. 1911, 41, ნაკ. 2.
13. К. Корнилов, Учебник психологии. 1926. Ленинград.
14. А. Залкинд, Новое в рефлексол. и физиол. нервной системы, 1925, 1, გვ. III.
15. В. Протопопов, Нов. в. рефл. и физиол. н. с., 1925, 1, 241.
16. М. Виноградов, Русск. физиол. жур., 1923, 6, 47; Нов. в рефл. и физиол. н. с., 1925, 1, 67.
17. Л. Васильиев, Г. Ананьев, და Е. Плотникова, Новое в рефл. и физиол. н. с., 1926, 2, 16.
18. И. Беритов и О. Нивинская, Журн. медико-биологический, 1925, 4, 108.
19. S. Isayama, Z. Biol., 1925, 82, 338.

20. N. Беритов, Труд. общест. естествисп. в Петербурге, 1911, 41, ნაკვ. 2. გვ. 245.

21. И. Павлов, Экспериметальная психология и психопотология на животных. 1903. 20-летний опыт об'ективного изучения высшей нерв. деятельности (поведения животных). 1923. стр. 13; О психической секреции слюных желез. 1904. Тамже стр. 24.

22. В. Бехтерев, Общие основы рефлексологии человека. 3-е издание. 1926. стр. 200 и 256.

V

დიდი ტვინის ქერქის ზოგადი ფიზიოლოგია.

1. ზოგადი ცნობანი დიდი ტვინის მოქმედების შესახებ.

დიდი ტვინის მთავარი ფუნქციები. დიდი ტვინის დანიშნულებას შეადგენს პირველად ყოვლისა ინდივიდური რეფლექსების განვითარება, რომელთაც ეკუთვნის ყველა დასწავლილი, ჩვეული და ეგ. წოდ. ნებელობითი მოძრაობა. მერმეთ დიდი ტვინის ფუნქციას შეადგენს ისეთ გაღიზიანებათა მიმღებლობა, რომელნიც მოქმედობენ მგრძნობიარე ორგანოებზე შორიდან. ასე ხდება მხედველობის, სმენის და ყნოსვის რეცეპტორების მიერ გაღიზიანების მიმღებლობა. დიდ ტვინს ეკუთვნის აგრეთვე მთავარი როლი საორიენტაციო რეფლექსების წარმოებაში საპასუხოდ ყველანაირ გაღიზიანებისა. შემდეგ დიდი ტვინი წარმოადგენს ცენტრალურ აგზნებათა გამაძლიერებელს, რის გამოც ისეთი სუსტ გაღიზიანებას, რომელიც ზურგის ტვინით და საერთოდ უდიდტვინოდ არავითარ ეფექტს არ იწვევს, შეუძლიან დიდი ტვინის ქერქის საშუალებით აწარმოვოს მძლავრი პერიფერიული ეფექტი. ბოლოს დიდი ტვინის ფუნქციას შეადგენს ფსიქიური მოქმედება, როგორც შეგრძნება, წარმოდგენა, აზროვნება.

უმაღლესს ცხოველებზე დიდი ტვინის ექსტირპაცია იწვევს ყველა აღნიშნული ფუნქციების მოსპობას ან და მათ მნიშვნელოვან დასუსტებას.

მაგრამ ესევე არ ითქმის უმარტივეს ხერხემლიან ცხოველებზედ. მათი დიდი ტვინი მცირედაა განვითარებული, და ის, რაც აქვთ, აუცილებელ საჭიროებას არ წარმოადგენს აღნიშნულ ფუნქციებისთვინ. თევზზედ დიდი ტვინის ამოჭრა გავლენას არ ქონულობს მის მოძრაობაზე და საზოგადოდ მის ურთიერთობაზე გარეშე არესთან (Steiner [1]). მათი ჩვეულებრივი ქცევა: საჭმლის ძებნა და მიღება, სხვა თევზებთან დამოკიდებულობა თითქმის უცვლელად რჩება. მაშასადამე, უდიდტვინო თევზი ჰხედავს და არჩევს საჭმელს, როგორც ნორმული. ამის უნარი თევზს ესპობა მხოლოდ მაშინ, თუ მას ამოეჭრა აგრეთვე სამხედველო

ნორცეები (შუამდებარე ტვინი). მაგრამ დიდი ტვინის საყნოსავ წილს უეჭველია ისეთივე დიდი მნიშვნელობა აქვს, როგორც უმაღლეს ცხოველთა შორის არის დადასტურებული. მისი ამოკრისას თევზი ჰკარგავს საყნოსავ გაღიზიანებაზე ინდივიდურად მოპოვებულ კვების რეფლექსებს.

დიდი ტვინის ამოკრას ბაყაყზედ სწორედ ისეთი შედეგი მოაქვს, როგორც თევზზედ. უდიდტვინო ბაყაყი იკერს ბუზებს; განიცდის ზამთრის ძილს და მიწაში ძვრება, გაზაფხულზე იღვიძებს. იგი დაბრკოლებას გარს უვლის და გადასტომისას გვერდზედ უხვევს, რაც მხედველობის უნარს უჩვენებს. მაგრამ თუ ამავე დროს შუა მდებარე ტვინი (thalami optici) დაენგრა, მაშინ მთელი ეს ნორმული მოქმედება ისპობა (Schrader [2]).

რეპტილიები და ფრინველები მხოლოდ ნაწილობრივ ჰკარგავენ აღნიშნულ ფუნქციებს დიდი ტვინის მოშორებისას. დიდი ტვინის ქერქის ამოკრის შემდეგ მტრედი არ ჰკარგავს უნარს თავისთავად საკმლის მიღებისა და აგრეთვე ბღარტების გამოჩეკისა და დაპეპლისა. მას აქვს მხედველობის უნარი, რადგან იგი დაბრკოლებას არ ეხეთქება, კენკავს საკენკავ მარცელებს. დღისით დადის, ღამე დგას და ძინავს. მაგრამ ბღარტის ხმას ვერა სცნობს, კატისა არ ეშინიან. თუ ქერქთან ერთად ამოაკრეს ქერქს ქვეშ მდებარე კვანძები corpus striatum, მაშინ ჯერ დიდხანს სრულიად უსუსურია, მაგრამ მერე ცოტა გამობრუნდება. იგი იწყებს თავისთავად საკმლის კენკას, მაგრამ დაპეპლის და ბღარტების გამოყვანის უნარს ვერ იბრუნებს. (Rogers [2]) Schrader [2]). უდიდტვინო მტრედებს აქვთ უნარი კვების და დაცვის ინდივიდური რეფლექსების განვითარებისა, ისე როგორც ნორმულ მტრედებს. გარჩევა მხოლოდ მასში მდგომარეობს, რომ უდიდტვინო მტრედის ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსები ნაკლებად გამძლეა. რეფლექსი ჰქრება რამდენიმე დღით დასვენების შემდეგ, ე. ი. თუ რომ მისი განმტკიცება ჩვეულებრივი წესით არ სწარმოებს ოთხი ხუთი ან მეტი დღის განმავლობაში. ნორმულ მტრედზე ერთხელ მოპოვებული ინდივიდური რეფლექსი ერთ თვეზე მეტსაც სძლებს (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [11]).

ძუძუმწოვარ ცხოველთა შორის დიდი ტვინის ამოკრა აუცილებლად და საბოლოოდ სპობს როგორც ფსიქიური მოქმედების, ისე სამხედველო, საყნოსავ და სასმენი რეცეპტორის გაღიზიანებათა მიმღებლობის უნარს. ჯერ გ ო ლ ც მ ა [4]) და მერე სხვებმაც (ზ ე ი ლ ო ნ ი [5]) ძაღლს მოაშორეს დიდი ტვინი და აცოცხლეს მის შემდეგ დიდ ხანს წელიწადზე მეტი. ამ დროს განმავლობაში მას არ დაუბრუნდა ამ ფუნქციათა სულ მცირე რაიმე შხარეც.

ასეთ ძაღლს მეტ წილად სძინავს. იღვიძებს მხოლოდ ბუნებრივი მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად და სიმშილის გავლენით. გაიღვიძებს რა, იგი ფეხზე წამოდგება და იწყებს ნელა სიარულს ან და ერთ ადგილს დგას დაბრკოლებასთან გაჩერებული. იგი დაბრკოლებას არ უვლის გარშემო. მძლავრი ბგერები იწვევენ თავის მოძრაობას და ყურების შენძრევას. მაგრამ ამ ბგერების გავლენით იგი თავის ქცევას არ სცვლის. უდიდტვინო ძაღლი თავის თავად საკმელს არ ღებულობს. საჭიროა საკმელი პირში ჩაუდოთ. მაშინ მხოლოდ გადაყლაპავს. შემდეგ, **უდიდტვინო ძაღლს სრულიად მოსპობილი აქვს უნარი ინ-**

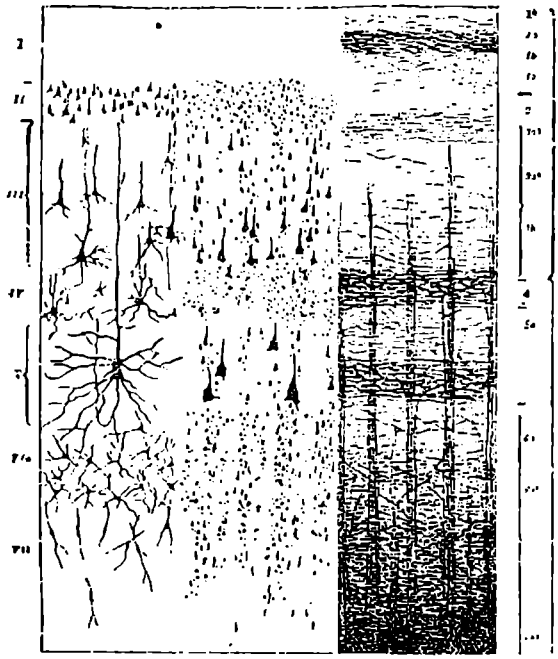
დივიდური რეფლექსების წარმოებისა. ზ ე ლ ი ო ნ ი, პ ა ვ ლ ო ვ ი ს ლაბორატორიიდან, შეეცადა ასეთ უდიდტვინო ძაღლზე ინდივიდური რეფლექსები განვითარებინა [9]). მან აიღო საინდივიდურო გამაღიზიანებლად ისეთი ბგერა, რომელიც მოძრაობას იწვევდა, და უერთებდა მას პირში 0,25% მარილის მჟავის ჩასხმას, რომელიც მძლავრ სანერწყვო რეფლექსს იძლეოდა. ეს გაღიზიანებათა კომბინაცია განმეორდა 324-ჯერ და მიუხედავად ,ამისა ბგერა ინდივიდურ გამაღიზიანებლად არ გადაიქცა, სანერწყო რეფლექსის გამოწვევა არ დაიწყო.

სულ ბოლო დროს დიდი ტვინის ექსტირპაცია უმაღლეს ხერხემლიან ცხოველებზედაც -მაიმუნებზედაც—იყო გაკეთებული კ ა რ პ ლ უ ს და კ რ ე ი დ ლ ი ს და შემდეგ მ ა გ ნ უ ს ი ს მიერ. ამ ცხოველებზე რეფლექსური მოქმედება დიდი ტვინის მოშორებისას უფრო მძლავრ დეპრესიას განიცდის და თვით ცხოველები ძალიან მცირე ხანს ცოცხლობენ. მ ა გ ნ უ ს ი ს ცდებში უდიდტვინო მაიმუნს 26 დღეზე მეტი არ უცოცხლია, როდესაც უდიდტვინო ძაღლი რამდენიმე წელიწადს სცოცხლობს. უდიდტვინო მაიმუნს ჰქონდა უნარი თავის მოძრაობისა, ფეხზე დგომისა, დაჯდომისა, აგრეთვე ხელის წაღებისა. ხოლო ლოკომოციის უნარი მძლავრად იყო დაზიანებული. ძლიერი ხმაურობა აღვიძებდა ცხოველს, სუსტი ძახილი იწვევდა ყურების მოძრაობას [9]).

ამგვარი დაკვირვება იყო აგრეთვე უდიდტვინო ახალშობილ ბავშვზედაც, რომელსაც დიდი ტვინი შობიდანვე არ ჰქონდათ. ასეთი ბავშვები დიდხანს არ ცოცხლობენ. მხოლოდ ერთ შემთხვევაში ე დ ი ნ გ ე რ მ ა და ფ ი შ ე რ მ ა აღწერა $3^1/_2$ წლის უდიდტვინო ბავშვი [10]). ამ ბავშვის დიდი ტვინის ჰემისფეროები თხელკედლებიან ცისტას წარმოადგენდენ, რომელიც მიელინიან ნერეულ ელემენტსაც არ შეიცავდა. Paleoncephalon და სხვა განყოფილება არ იყო დაზიანებული. გამტარებელ გზებიდან არ მოიპოვებოდა ყველა ის გზები, რომელნიც ბუნებრივად დიდი ტვინის ქერქიდან იწყებიან. ამ ბავშვს თავიდანვე ჰქონდა წოვნის უნარი, ხოლო ერთხელ დროებით დაეკარგა ეს უნარი. მას ეძინა მუდმივად. სიმშილი არ აღვიძებდა. საჭირო იყო ძალით გაღვიძება საკმლის მისაწოდებლად. თავდაპირველად ყველა კიდურები სრულიად უმოძრაო იყვნენ. მეოთხე კვირას მათ კრუნჩხვითი მოძრაობა დაემართად: ორივე ფეხი გაშლილი გაშეშდა, ორივე ხელი კი მოხრილი, თითები მაგრად იყო მოკუმშული. ხელებს არ ხმარობდა საგნის დასაჭერად. რძეს წოვნიდა, მაგრამ სხვა არაფერს ულაპავდა, გინდაც რომ პირში ჩაედოთ. ბავშვი სრულიად არაფერს ჰხედავდა. მხოლოდ მძლავრი სინათლე იწვევდა ქუთუთოების დახურვას. მას არც ესმოდა. მხოლოდ მძლავრი ხმაურობა საერთო თრთოლვას იწვევდა. კანის მტკივნეულ გაღიზიანებას არ გრძნობდა, მხოლოდ თავზე ხელის გადასმა და დაწოლა იწვევდა ერთგვარ ეფექტს: თუ ბავშვი ჩხაოდა, ასეთ გაღიზიანებისას ჩუმდებოდა. საინტერესოა რომ ამნაირ მოვლენას ღებულობენ პ ა ვ ლ ო ვ ი ს ლაბორატორიაში ისეთ ძაღლზედ, რომელსაც დიდი ტვინის წინა ნაწილი ჰქონდათ მოშორებული. ბავშვი არ იცინოდა, მიმიკა უცვლელი ჰქონდა. იგი სხეულის მდებარეობას თავის ნებითად არ სცვლიდა. პირველ ხანს სულ არ იღებდა ხმას. მერე კი ტირილის უნარი გამოაჩნდა. ანნაირად, **უდიდტვინო ბავშვი იჩენს გაცილებით ნა-**

კლებ აქტივობას, ვიდრე გოლგის უდიდტვინო ძაღლი და აგრეთვე უფრო ნაკლებს, ვიდრე უდიდტვინო მაიმაუნი.

დიდი ტვინის ქერქის აგებულობა. დიდი ტვინის ქერქი მრავლად შეიცავს სხვადასხვა ჯურის ნეირონებს. ამ ნეირონების უჯრედები განე-



სურათი 135.

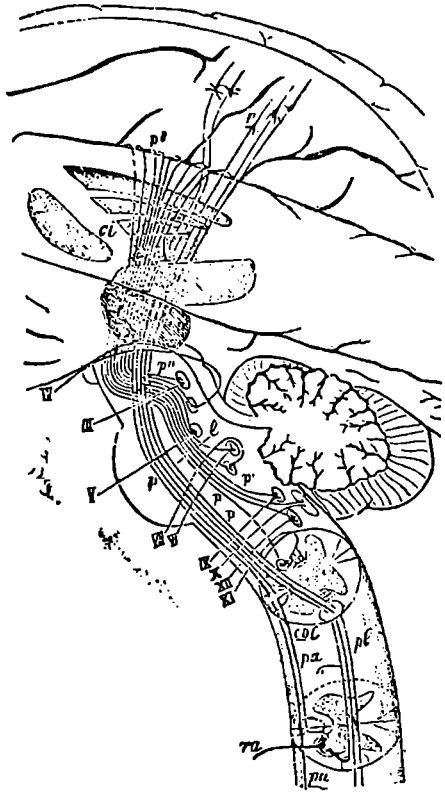
სურ. 135. ნერვული უჯრედების და ნერვულ ბოჭკოთა ფენები ადამიანის დიდი ტვინის ქერქში. სქემატური გამოხატულება ცალ-ცალკე. (Brodmann, O. Vogt). უჯრედების ფენები: I—lamina zonalis, II—l. granularis ext., III—l. pyramidalis, IV—l. granul. int., V—l. ganglionaris, VI—l. multiformis. I - G ბოჭკოთა ფენები იმავე ნაწილებისა. ქერქის ექვსფენიანი ტექტონიკა ტიპიურად ითვლება თითქმის მთელი ქერქის სამი მეოთხედისთვის (ლევანდოვსკის „ნეიროლოგიიდან").

წყობიან მასში მეტ წილად ექვსი სრულიად განსაზღვრული ფენით. შესანიშნავია, რომ ამ ექვსი უჯრედოვან ფენიდან ორი ფენა წვრილი სრულიად უდიფერენციაციო ემბრიონალური უჯრედებიდან შესდგება. ასეთია მეორე და მეოთხე ფენა ეგრედწოდებული lamina granularis ext. და lam. granularis int. მინკოვ-

ს კ ი ს[12]) აზრით, ეს ემბრიონალური ხასიათის ფენები წარმოადგენენ იმ მარაგს, საიდანაც ვითარდებიან სხვა ფენების ელემენტები დროდადრო ახალი ინდივიდური ნერვული გზების შესაქმნელად. დიდი ტვინის ქერქი აგრეთვე მრავალად შეიცავს ნერვულ ბოჭკოთა კონებს, რომლებიც ერთი მხრით მოდიან აქ ქერქის ქვეშ მდებარე ტვინის განყოფილებებიდან, და მეორე მხრივ ეს ბოჭკოები ეკუთვნიან ქერქისავე ნეირონებს, რომელნიც სხვადასხვა ქერქის ნაწილებს აერთებენ ე. ი. წარმოადგენენ ე. წ. **კომისურალ ბოჭკოებს**. ქერქის ბოჭკოთა შორის არის ისეთებიც, რომლებიც ქერქის ნეირონებს ეკუთვნიან და ქერქის ქვეშ მდებარე განყოფილებისკენ მიდიან, ე. ი. წარმოადგენენ ეგრეთ წოდებულ **პირამიდებს** დასაწყისს (სურ. 135). ამ ბოჭკოთა საშუალებით ქერქის მოქმედება ამ განყოფილებებზედაც გადადის გარეგანი რეაქციის საწარმოებლად.

ქვემავალი ქერქული გზები. ყველა ქერქიდან ჩამავალი ნერვული გზები ჯერ გაიელიან corona radiata-ს ქერქსქვეშა თეთრ ნივთიერებას. ამ ნერვულ ბოჭკოთა სისტემას **პირამიდულ გზას** უწოდებენ. ამ გზით გადაეცემა ქერქული აგზნება ც. ნ. ს.-ის სხვადასხვა განყოფილებებს. პირამიდული გზა გაიელის დიდი ტვინის პატარა ფეხს, ვაროლის ხიდს და მოგრძო ტვინს. უკანასკნელში იგი წილობრივ გადაჯვარედინდება. ერთი წილი გადადის მეორე მხარეზე და წინა სვეტებით შედის ზურგის ტვინში. ქერქის ამოკრისას მთელი პირამიდული გზა გარდიშვება. (სურ. 136. p.).

პირამიდული გზის გარდა არსებობს ქერქიდან ქვემავალი სხვა გზაც, რომელიც თავის ტვინშივე თავდება. თითქმის ყველა თავის ტვინის ბირთვები მიმღებლობენ ქერქიდან ჩამავალ ნერვულ ბოჭკოებს, მაგ. სამხედველო ბორცვები. წითელი ბირთვები, მოგრძო ტვინის სხვადასხვა ბირთვები (სურ. 136 p'p''). ამ ნერვულ გზებსა და პირამიდულ გზას შორის არ არის არსებითი განსხვავება. თვითეული ქერქული ქვემავალი გზა თავდება საკოორდინაციო აპარატთან თავის ან ზურგის ტვინში. მაგრამ წილობრივ პირდაპირ მამოძრავებელ ნეიროენებთანაც უნდა თავდებოდეს. ასეთია მრავალ მეცნიერთა დაკვირვება. არც ერთ ქერქულ გზას არ შეუძლიან გამოიწვიოს კოორდინაციული მოძრაობა ამ საკოორდინაციო აპარატის გარეშე. მ ო ნ ა კ ო ვ ი ს [13]) და ა რ ი ე ნ ს კ ა პ ე რ ს ი ს [1]) გამოკვლევებით იყო დადგენილი, რომ ქერქული ქვემავალი ნერვული ბოჭკოები ბოლოდებიან იმავე ელემენტების გარშემო, სადაც თავდებიან უკანა ფესვების მგრძნობიარე ბოჭკოთა კოლატერალები. მაშ., **ზურგის ტვინის თვითეულ სეგმენტში როგორც პირამიდული, ისე უკანა ფესვების კოლატერალები ბოლოვდებიან უკანა და გვერდითი რქებში. ალბად როგორც ერთს და იმავე ინტრასპინალურ ნეირონებთან, რომელნიც რეფლექსთა საკოორდინაციო აპარატს შეადგენენ, ისე მამოძრავებელ ნ-ირონებთან**. ამგვარი დასკვნა იყო აგრეთვე გაკეთებული მ უ ნ კ ი ს [2]) მიერ წმინდა ფიზიოლოგიურ ფაქტებიდან. სახელდობრ თანახმად მისი გამოკვლევისა, რეფლექსურ საკოორდინაციო აპარატსა და მოპირისპირე ჰემისფეროს განსაზღვრულ მამოძრავებელ წერტილებს შორის არსებობს მტკიცე კავშირი, რომლის მსგავსი არაა იმავე რეფლექსურ საკოორდინაციო აპარატსა და სხვა ქერქულ მამოძრავებელ წერტილებს შორის.



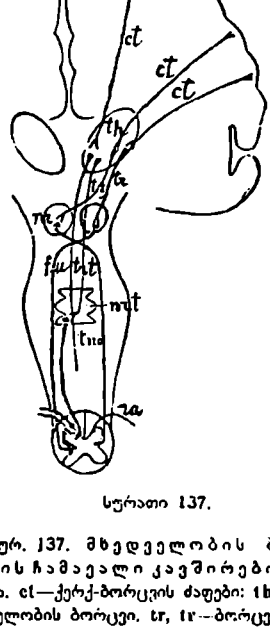
სურ. 136

სურ. 136. ქერქული მამოძრაველელი გზების სქემატური გამოსატულობა. ra —წინა ფესვი; pl—გვერდითი პირამიდული კონა; pa—წინა პირამიდული კონა; col—გვერდითი ტოტები (კოლატერალები); p—სახურგტვინო პირამიდული კონა საერთოდ თავის და ზურგის ტვინში; p'—პირამიდული კონა თავის ტვინის ბირთვებისკენ ჰემისფეროთა ფარგალში და შემდეგ თავის ტვინში (p''). XI, XII, X, IX, VI, VII, VIII, IV—ფესვები და ბირთვები თავის ტვინის ნერვებისა; ci—შიგნითა კაპსულა. (ბეხტერევისა).

მაგრამ ეს ისე არ შეიძლება გავიგოთ, რომ ერთი რომელიმე კიდურის პირამიდული გზის დარღვევის შემდეგ ყოველივე კავშირი ქერქსა და ზურგის ტვინს შორის ამ კიდურის მიმართ შეწყვეტილია, რომ ამის შემდეგ ამ კიდურზე ქერქული რეაქციების გამოწვევა შეუძლებელია. თვითეული საკოორდინაციო აპარატი მოქმედებს ერთ რომელიმე მამოძრაველელ ორგანოზე კი არა, არამედ ორგანოთა მთელ რიგზე. ამიტომ თვითეული კიდური მოდის მოქმედებაში როგორც ყველაზე უფრო პირდაპირი პირამიდული გზით, ისე სხვა პირამიდული გზებით, რომელნიც სხვა საკოორდინაციო აპარატებთან, ე. ი. სხვა კიდურის აპარატებთან ბოლოვდებიან. ამას გარდა ცნობილია, რომ მამოძრაველელი ორგანოები მოდიან მოქმედებაში აგრეთვე იმ გზებით, რომელნიც წითელ ბირთვებში თავდებიან. ამ ბირთვებიდან ქვემავალი ნერვული გზები იმნაირადვე მოქმედებენ მამოძრაველელ ორგანოებზე, როგორც სწორი და პირდაპირი ქერქული გზები. ამნაირად **პირდაპირი ქერქული ქვემავალი გზების გადაკვრა, რომელნიც ზურგის ტვინში ბოლოვდებიან, არ უსპობს ცხოველს ნებითი და საზოგადოთ ქერქული მოძრაობის უნარს.**

სწორი პირამიდული გზები ადამიანს უფრო მეტად აქვს განვითარებული, ვიდრე საზოგადოთ ძუძუმწოვარ ცხოველებს. ეს არის დამოკიდებული დიდი ტვინის ქერქის განვითარებაზე ამიტომაც ფრინველებს პირამიდული გზები უფრო სუსტად აქვთ განვითარებული, ვიდრე ძუ-

ძუძუმწოვართ. დაბალ ხერხემლიან ცხოველებში პირიქით არა პირდაპირი გზები უფრო მეტადაა განვითარებული, და ყველაზე უფრო ის გზები, რომელნიც წითელ ბირთვებში სწყდებიან (სურ. 137). ძუძუმწოვართა შორის ადამიანს და მაიმუნებს ეს ჩამავალი ნერვული გზები ,მონაკოვის კონებად წოდებული, ყველაზედ უფრო ნაკლებად აქვთ განვითარებული, ვიდრე სხვათ, მაგ. ვიდრე კატა-ძაღლს. ერთ მხარეზე რომ ტვინის ფეხი გადიკრას, მეორეზე კიდე გვერდითი სვეტი ზურგის ტვინში, სადაც მონაკოვის კონა გაივლის, მაშინ უკანასკნელ მხარეზე ქერქული მოძრაობის უნარი უფრო მძლავრად სუსტდება, ვიდრე იმ შემთხვევაში, როდესაც მარტო ტვინის ფეხია გადაკრილი. ამით მტკიცდება მონაკოვის კონის მონაწილეობა ქერქული მოძრაობის წარმოებაში. მაგრამ მონაკოვის კონა არაა ერთად ერთი დამატებითი გზა ქერქული მოძრაობის საწარმოებლად. პირამიდული გზის და მონაკოვის კონის გადაკრის შემდეგ ქერქული მოძრაობის უნარი ისპობა სავსებით დაზიანებულ შეფარდებულ მხარეზე. მაგრამ ამისდა მიუხედავად მამოძრავებელი ეფექტი მაინც იწვევა უშუალოდ ტვინის ქერქის გაღიზიანებით. აქედან ცხადია, **რომ საზოგადოდ ქერქული მოძრაობა შეიძლება იყოს გამოწვეული ყოველნაირი ქერქული გზით, როგორც პირამიდული, რომელიც პირდაპირ ზურგის ტვინში თავდება, ისე იმ გზებით, რომელნიც თავის ტვინში მდებარე ბირთვებთან ბოლოვდებიან.**

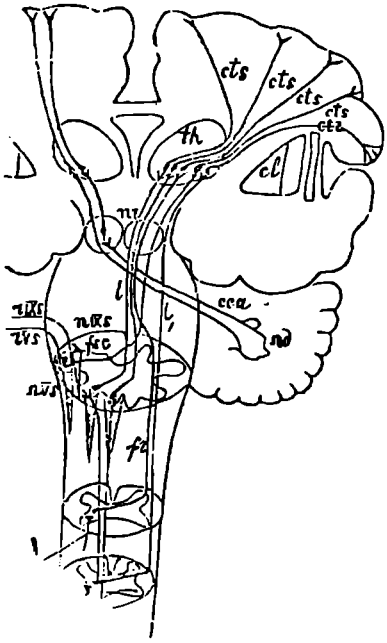


სურათი 137.

სურ. 137. მხედველობის ბორცვის ჩამავალი კავშირებისსქემა. ct—ქერქ-ბორცვის ძაფები: th—ხედველობის ბორცვი. tr, tr—ბორცვის კავშირი მეორე მხარის ბორცვთან და წითელ ბირთვთან; nr—წითელი ბირთვი; fm—მონაკოვის კონა; trt—ბორცვის კონა nucleus reticularis-კენ; nrt—n. reticularis, tro—ბორცვის კონა მოძრავ ტვინისკენ; ra—წინა ფესვები. (ბეხტერევისა).

მგრძნობიარე ანუ ზემავალი გზები. ყველა უკანა ფესვის ბოჭკოები ე. ი. ყველა ბოჭკოები, რომელნიც პერიფერიულ მიმღებელ ორგანოებში იწყებიან, უკავშირდებიან დიდი ტვინის ქერქს. მხოლოდ არც ერთი ასეთი ნერვული ბოჭკო არ მიახწევს ამ ქერქს უშუალოდ. თვითეული ბოჭკო სადმე უნდა გასწყდეს ან ზურგის ტვინში ან თავის ტვინის ბირთვებში. ის ნეირონები, რომელნიც აქედან იწყებიან, აგრეთვე არ მიახწევენ ქერქს. უმეტეს წილად ისინი სწყდებიან სამხედველო ბორცვებში (სურ. 138). ზოგიერთი მათგანი ოთხ-

გორაკში ოავდებიან, როგორც მაგ. სასმენი ნერვული გზები (სურ. 141). ზურგის ტვინიდან აღმავალი მგრძნობიარე გზები გაიელიან ჯერ მარყუშს (სურ. 138-ს), და შემდეგ სამხედველო ბორცვებს. ამნაირად **ყველა ზემავალი ქერქისკენ მიმავალი ნერვული გზები სულ ცოტა ხაში ნეირონიხაგან შესდგებიან, ე. ი. ქერქამდის ორჯერ მაინც სწყდებიან.**



სურ. 138. ქერქის მგრძნობიარე გზების სქემატური გამოხატულობა, rp—უკანა ფესვები: fr—გვერდითი სვეტების ბოკოები, რომლებიც მარყუშს უერთდებიან: l.—გვერდითი სვეტების ბოკოები, რომლებიც სამხედველო ბორცვისკენ გვერდითი მარყუშის შიგნით გაიელის: r IX s. და r V s—მგრძნობიარე ბოკოები IX და V თავის ტვინის ნერვისა; n IX s. და n V s—იმავე ნერვის ბირთვები; fsc—მე-V და IX ბერთვებიდან ამავალი ბოკოები; l—მარყუში; nd—n.dentatum; cca—ნათხემის წინა ფეხი; nr—წითელი ბირთვი; th—მხედველობის ბორცვი; c I—n. lenticularis cts—ბორცვ-ქერქის მგრძნობიარე ბოკოები. (ბეხტერევი).

სურათი 138.

მგრძნობიარე ბოკოთა მეტი წილი ჯვარედინდება. მაგრამ არსებობს გადუჯვარედინებული გზებიც. ასეთია ზოგიერთი კუნთ-კანიდან და მხედველობის რეცეპტორიდან დაწყებილი ნერვული გზები. გადაჯვარედინება მეტ წილად მეორე ნეირონის ფარგალში ხდება (იხ. სურ. 138). მაშასადამე, პირველი, რომელიც რეცეპტორში იწყება და მესამე, რომელიც დიდი ტვინის ქერქში თავდება, გადაჯვარედინებას არ განიცდის. ვინაიდგან ზოგიერთა უკანა ფესვის ბოკო ბოლოვდება ზურგის ტვინში, ზოგი კიდე მოგრძო ტვინში, ამიტომ გადაჯვარედინებაც ზოგის სწარმოებს ზურგის ტვინში და ზოგის კიდე მოგრძო ტვინში.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

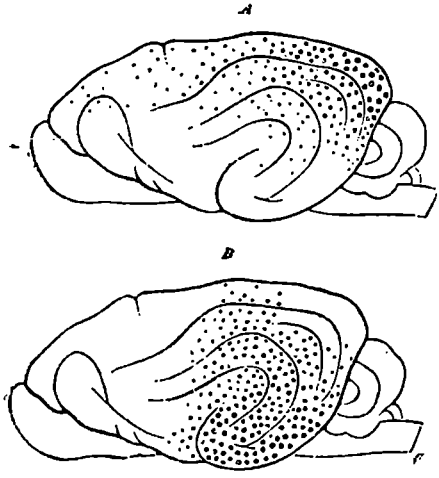
1. Steiner. Die Funkionen d. Zentralnervensystems n. ihre Phylogenese. 1888. Braunschweig.
2. Schrader, Pfl., Ar., 1887, 41, 75; 1888, 44, 175.
3. F. Rogers, Jour Comp. Nenrol., 1922, 35, No 1.
4. F. Goltz, Pfl. Ar., 1879, 13, 1; 1877, 14, 412; 1879, 20, 1; 1881, 26, 1; 1882, 28, 579; 1884, 34, 450; 1892, 51, 570.
5. Г. Зеленый, Тр. Общ. Русск. Врачей в СПБ. 1911.
6. C. v. Monakow, Z. f. Psych. u. Physiol. d Sinn., 1909, 54; Localisation im Grosshirn. Wiesbadeu. 1924.
7. Ariens Kappers, Fol. neuro-biol., 1908, 1, 373; 1908, 2, 261. Brain, 1921, 44, 125.
8. H. Munk, Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wissensch., 1893. გვ. 759.
9. R. Magnus, Pfl. Ar., 1922, 193, 396.
10. Edinger და Fischer, Pfl. Ar., 1912, 152, 535.
11. J. Beritoff, Pf. Ar., 1926, 213, 370.
12. M. Minkowsky, Zum gegenwärtigen Stand d. Lehre von den Reflexen. 1925.—აგრეთვე იხ. Юбилейный сборник посв. 70-летию акад. И. Павлова. 1925. გვ. 261.

2. დიდი ტვინის ქერქის მიმღებელი ფუნქცია.

გაღიზიანებათა გავლენა ტვინის ქერქის სხვადასხვა განყოფილებაზედ. ადამიანი და აგრეთვე ყოველი უმაღლესი ხერხემლიანი ცხოველი გაღიზიანებას უპასუხებს არა მარტო ზურგის ტვინის ან სხვა ქერქს ქვეშ მდებარე ტვინის ნაწილების მოქმედებით, არამედ აგრეთვე დიდი ტვინის ქერქის მოქმედებით. **ც. ნ. ს. ისეა მოწყობილი, რომ თვითეული პერიფერიული გაღიზიანება განავრცელებს თავის გავლენას დიდი ტვინის ქერქზედაც.** მაგრამ არსებობს იმისთანა რეცეპტორებიც, რომელთა გაღიზიანება საკუთრივ ქერქზედ მოქმედობს. ასეთია, სამხედველო და საყნოსავი რეცეპტორის გაღიზიანება, შეიძლება აგრეთვე მცირე ინტენსიობის სასმენი, საგემოვნებო და კანის რეცეპტორების გაღიზიანება. **შესაფერისად ამ ხუთნაირ რეცეტორებისა დიდი ტვინის ქერქში არსებობს ხუთი მიმღებელი ფარგალი** (Ferrier [1]), მ უ ნ კ ი [2]). აღნიშნულ რეცეპტორთა გარდა დღეს მიჩნეულია აგრეთვე გამოცალკეებით არსებობა კუნთების, მყესების, და სახსრების რეცეპტორებისა. მათი გაღიზიანებათა, ე. ი. პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათა მიმღებლობისათვის დიდი ტვინის ქერქში არსებობს განსაკუთრებული მიმღებელი ფარგალი. ვინაიდან ამ ფარგ-

ლებით სწარმოებს ერთის მხრივ ყველა ცნობიერებითი აქტები და მეორე მხრივ, აქედან წარმოიშობა ყველა ნებითი მოძრაობანი. ამიტომ ل ა ნ დ უ ა მ მათ უწოდა **ფსიქო-მოტორული ცენტრების** სახელი. მაგრამ ეს წოდება დღეს ხმარებიდან გამოდის.

1. მ ხ ე დ ვ ე ლ ო ბ ი ს მ ი მ ღ ე ბ ე ლ ი ფ ა რ გ ა ლ ი. კეფის ზედაპირს აქვს ~~ოქეს~~ დამოკიდებულება სამხედველო აგზნების მიმღებლობასთან. სამხედველო ფარგალი დაიქერს კეფის წილს ზემოდან და უკანიდან და აგრეთვე თვითეული ჰემისფეროს მედიალურ ზედაპირს (იხ. სურ. 139).



ჩურ. 139.

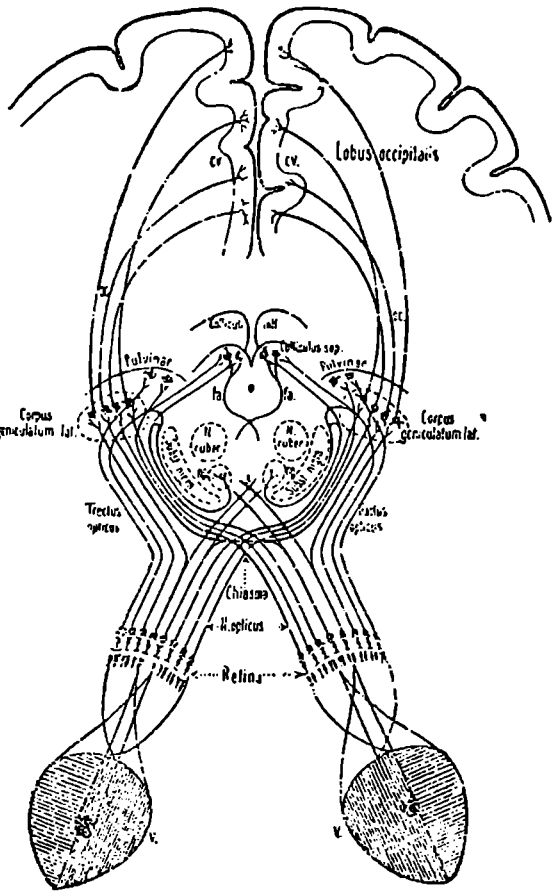
სურ. 139. სამხედველო (A) და სასმენი (B) მიმღებელი ფარგლის ტოპოგრაფია ძაღლის ტვინზე. ეს ფარგლები აღნიშნულია წერტილებით. რაც უფრო ხშირია წერტილები, მით უფრო მეტია შეფარდებულ ნაწილებში მიმღები ფუნქცია (Luciani).

მ უ ნ კ ი ს გამოკვლევით ძაღლზედ და აგრეთვე ადამიანზე და მაიმუნზე თვითეული ჰემისფეროს სამხედველო ფარგალი უკავშირდება ორივე თვალის ბადურ გარსს. ბადური გარსის მეტი წილი უკავშირდება ჰემისფეროს მეორე მხარეს, მცირე წილი სახელდობრ გარეთა გვერდითი ნაწილი კი იმავე მხარის ჰემისფეროს (სურ. 140). გადაჯვარედინება სწარმოებს სამხედველო ნერვის ხიაზმაში. დაბალი საფეხურის ძუძუმწოვარ ცხოველებზე და აგრეთვე ფრინველებზე. თევზებზე და ამფიბიებზე სამხედველო ნერვები გადაჯვარედინდება მთლიანად. ამიტომ ამ ცხოველებზე მარჯვენა თვალის ბადური გარსი მხოლოდ მეორე მხარის ჰემისფეროს უკავშირდება.

თანახმად მ ი ნ კ ო ვ ს კ ი ს [7]) ცხოველებზე გამოკვლევისა, ყოველ შემთხვევაში არსებობს აგრეთვე მუდმივი პროექცია ბადური გარსისა ქერქის სამხედველო ფარგალში, სახელდობრ, სამხედველო ფარგლის-წინა ნაწილი უკავშირდება უმთავრესად ბადური გარსის ქვემო მხარეს. მაგრამ ამავე დროს ბადური გარსის თვითეულ ელემენტს აქვს კავშირი სამხედველო ფარგლის მრავალ ნაწილებთან, თუმცა სხვადასხვა სიმჭიდროთი. ამგვარივე პროექცია არსებობს ადამიანის ბადური გარსისა ტვინის ქერქში, თანახმათ კლინიკური დაკვირვებისა (Henschen [8]).

მაიმუნებს სამხედველო ფარგალი კეფის წილის ზედა ნაწილში აქვს მოქცეული. ცალ მხრივი დაზიანება გამოიწვევს ორივე ბადისებრი გარსის წილობრივ სიბრმავეს ერთსა და იმავე მხარეზე.

ცხოველთა განვითარების კიბეზე სამხედველო ფარგალს პირველად ფრინველთა შორის ვხედებით. მას უშირავს ჰემისფეროთა ქერქი, რომელიც ვრცელდება ტვინის ფეხების წინ და ზემოთ და ტვინის პარკუჭს ჰფარავს (Edinger [1]).



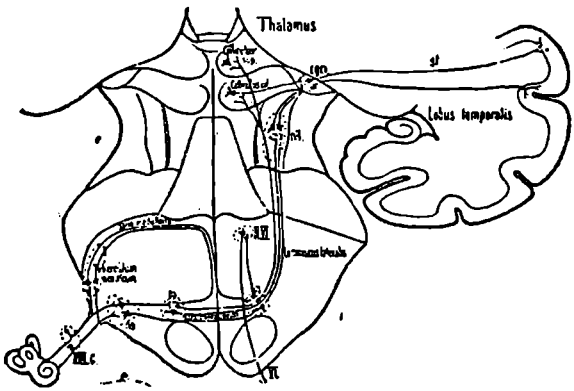
სურ. 140.

სურ. 140. სამხედველო გზები: cv ქერქის სამხედველო ცენტრი; fa ბოჭკოები. რომლებიც ზედა ორგორაკიდან fasciculus praedorsalis-ში გადადიან; ug კონუსის შუგავსი ბირთვი geniculum cerebri-ში; oc ქერსქეშა სამხედველო გზა (გრაციოლეს გეირგეონი); x-chiasma-დან მესამე პარკუჭის ძრისკენ მიმავალი ბოჭკოები (ბეხტერევისა).

ახლად დაბადებულს რომ ამოეკვრათ თვალის კაკლები, სამხედველო ნერვს. და მის ტრაქტს დეგენერაცია ემართება; ასევე ემართება corpus geniculatum ext.-ის, pulvinar-ის და წინა ოთხგორაკის ნაწილებს; ხოლო სამხედველო ფარგალს კეფის წილში განვითარების განელება ეტყობა. სამხედველო ფარგალის ამოკვრისას ახალგაზრდა ცხოველებში cor. genic. ext., pulvinar და წინა ოთხგორაკი გარდიშვება, ამასთან ცოტა დაგვიანებით გარდიშვება აგრეთვე სამხედველო ნერვი (v. Monakow [5]) (იხ. სურ. 140).

2. ხმენის მიმღებელი ფარგალი. სასმენი ფარგალი მდებარეობს საფეთქლის წილში. (იხ. სურ. 139). ერთს მხარეზე რომ ამოიკრას იგი, ამას მოჰყვება მეორე მხრის სიყრუე.

ერთი ყურის დანგრევას ახლად შობილ ცხოველზე მეორე მხარეზედ სასმენი ფარგლის განუვითარებლობას იწვევს. (მუნკი [2]). სასმენი ნერვის ცენტრალური გზები ქერქამდე მოყვანილია მე-141 ზურათზედ.



სურ. 141.

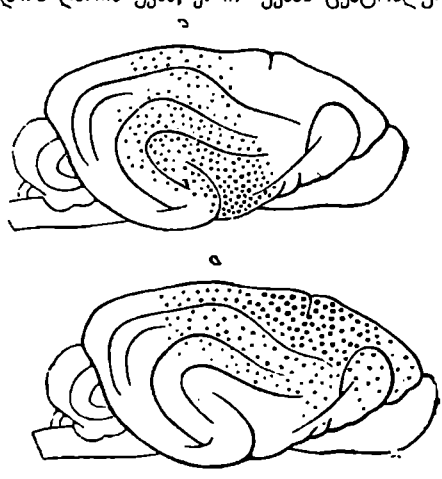
სურ. 141. Nervus cochlearis-ის ცენტრალური გზები. VI fila radicularia n. abducentis; VIII-c nervus cochlearis: cgm corpus geniculatum mediale: N. VI nucleus nervi abducentis; nn nucleus ventralis n. cochlearis; nll nucleus lemnisci lateralis; os nucleus olivaris superior; St საფეთქლის წილის ქერქისკენ ამავალი გზა.

3. გემოვნების მიმღები ფარგალი. გემოვნების ფარგალი ცხოველთა შორის მდებარეობს სილვიის ღარის წინ სასმენ და კუნთ-კანის ფარგალთა შუა და წილობრივ ვრცელდება თვით ამ ფარგლებზედაც (სურ. 142). ბეხტერევის აზრით ეს ფარგალი უნდა მდებარეობდეს იქ, საიდანაც ულაპეის და ღეკვის მოძრაობა იწვევა [8]).

4. ყნოსვის მიმღები ფარგალი. საყნოსავი ფარგლის მდებარეობა ჯერ საბოლოოდ არაა გამორკვეული. ბეხტერევის [3]) გამოკვლევით იგი დაიპერს gyrus pyriformis-ს, რომელიც lobus olfactorius-ის გაგრძელებას წარმოადგენს. ყნოსვის ფარგალს თავის ტვინის ქერქში პირველად რეპტილიებს შორის.

ვხედებით (Edinger [1]). ყნოსვის ამაეალი გზების ქერქთან კავშირი მოყვანილია მე-143 სურათზე.

5. კუნთ-კანის გაღიზიანებათა მიმღებელი ფარგლები. ეს ფარგლები მდებარეობენ დაბალი საფეხურის ძუძუმწოვარ ცხოველებზე, როგორც კატა-ძაღლი, sulcus cruciatis-ის გარშემო. ადამიანზე და მაიმუნებზე კი რ ო ლ ა ნ დ ი ს ღარის წინ და უკან. კანის მიმღებელი ფარგალი კატა-ძაღლზე sulcus cruciatus უკან gyr. coronar და ectosylvii-ში მდებარეობს; ადამიანზე და მაიმუნზე კი უმთავრესად რ ო ლ ა ნ დ ი ს ღარის უკან, ე. ი. უკანა ცენტრალურ ხვეულში და gyrus supramarginalis-ში. კუნთის, მყესის და სახსრის გაღიზიანებათა მიმღებელი ფარგალი კი კატა—ძაღლზედ მდებარეობს უმთავრესად gyr. sygmo ideus-ში, ადამიანზე და მაიმუნზე კი წინა ცენტრალურ ხვეულში და უფრო ფართოდ — თხემის წილშიაც. ჩვეულებრივ ამ ფარგლებს კუნთ-კანის მიმღებელი ფარგლის სახელწოდებით განიხილავენ. მაგრამ უეჭველია, რომ ერთი და მეორე ფარგალი ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად არსებობენ, თუმცა მნიშვნელოვნად ერთი ერთმანეთში გადადიან (სურ. 142). (Красногорский [11]), Manakow [3]), Flechsig [9]), Redlich [10]).



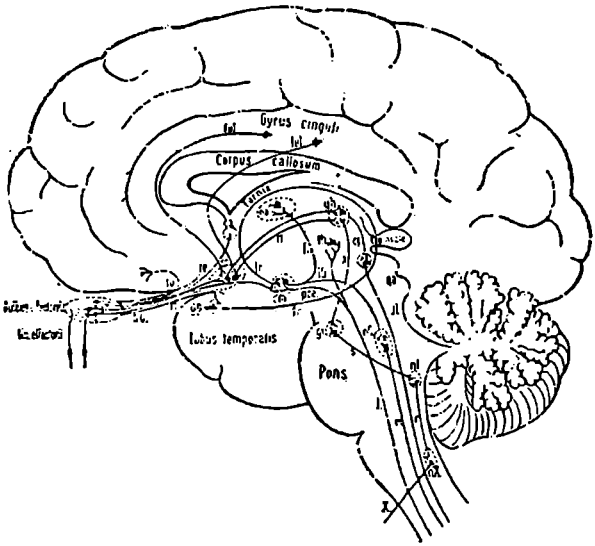
სურ. 142

სურ. 242. გ ე მ ო ვ ნ ე ბ ი ს (C) და კ უ ნ თ-კ ა ნ ი ს (D) მ ი მ ღ ე ბ ი ფ ა რ გ ა ლ ი ძ ა ღ ლ ი ს ტ ვ ი ნ შ ი. წერტილები აღნიშნავენ შეფარდებულ ადგილებს. იქ სადაც წერტილები ხშირია, მიმღები ფუნქცია მეტია (Luciani).

კუნთ-კანის მგრძნობიარე ორგანოდან ამავალი ნერვული ბოჭკოები გადაჯვარედებიან ტვინის სწორედ იმ დონეზე, სადაც ისინი შედიან, მაშ., მიახწევენ მეორე მხარის ჰემისფეროს ქერქს (სურ. 138). მაგრამ ერთი მცირე ნაწილი უსათუოდ მიაღწევს ქერქს გადუჯვარედინებლივ. ეს იქიდან სჩანს, რომ ერთი ჰემისფეროს მოშორების შემდეგ მეორე მხარეზე კანი მთლიანად არ ჰკარგავს მგრძნობიერობას.

მ ი მ ღ ე ბ ე ლ ი ფ ა რ გ ლ ე ბ ი ს დ ა ხ ა ს ი ა თ ე ბ ა. დიდი ტვინის ქერქის მიმღებელი ფუნქცია მარტო იმაში არ გამოიხატება, რომ პერიფერიულ გაღიზიანებას მიმღებლობს. მისი მთავარი ფუნქცია მდგომარეობს ამ გაღიზიანებათა ანალიზში და სინტეზში: გაღიზიანებათა შორის განსხვავების დადგენილებაში, თვითეული მათგანის დაყოფაში შემადგენელ ნაწილებად და შემდეგ გაღიზიანებათა შეკავშირებაში ერთი ერთმანეთთან და შემდეგ ორგანიზმის მიზანშეწონილ

მოქმედებასთან. ასეთი დახასიათება მიმღებელი ფარგლისა ეკუთვნის რუსეთის გამოჩენილ ფიზიოლოგს ივანე პავლოვს[12]). იგი წარმოადგენს იმ მუშაობის შედეგს, რომელსაც პავლოვი აწარმოებდა მრავალი თანამშრომელთა დახმარებით. რადგან გარეგან გაღიზიანებათა ანალიზი შეადგენს მიმღებელი ფარგლის მთავარ ფუნქციას, ამიტომ პავლოვმა ამ ფარგლებს **ანალიზატორი** უწოდა.



სურ. 142

ცენტრალური საყნოსავი გზები და ყნოსვის მიმღები ფარგალი ტვინის ქერქში. ca comissura anterior; cm corpus mamillare; cp ბოკკოები n. habenulae-დან უკანა კომისურისკენ; f G ბოკკოების კონა corpus mamillare-დან გუდდენის ბირთვისკენ-fi fasciculus thalamo—mamillaris; fe fasciculus longitudinalis medialis; fr fornix; fil—fornix longus-ის ბოკკოები; gh—nucleus habenulae; gi ganglion interpeduncular; gp gyrus piriformis, l—lemniscus medialis; m—ბოკკოები გუდდენის ბირთვიდან substantia reticularis grisea-სკენ; na—nucleus anterior thalami; u G გუდდენის ბირთვი; nt nucleus tegmenti; n X nucleus sensibilis n. vagi; pce pedunculus corporis mamillaris, რომელიც მარყუშის ფენიდან წარმოიშობა; qa lamina quadrigemina; r ბოკკოები n. tegmenti-დან (გუდდენი) თავის ტვინის ნერვების ბირთვებისკენ;—re radix lateralis tractus olfactorii; rf—tractus olfactorius-ის ბოკკოები trigonum olfactorium-ის არესკენ; ro—radix medialis tractus olfactorii; s—ganglion interpedunculare-ს ბოკკოები nucleus tegmenti-სკენ; so—trigonum olfactorii-ს არე; th—thalamus; tro—tractus olfactorius; tt—taenia thalami; X—fasciculus retroflexus (ბეხტერევისა).

ამნაირად განარჩევენ შემდეგ ანალიზატორებს: მხედველობის, სმენის, ყნოსვის გემოვნების, კანის (შეხება, თერმიული გაღიზიანება) და კუნთისა ანუ პროპრიოცეპტული კუნთ-მყესის ანალიზატორს სხვანაირად **მამოძრავებელს** უწოდებენ, ვინაიდგან მას მოძრაობასთან აქვს კავშირი. პავლოვის ლაბორატორიაში ანალიზატორს

უწოდებენ რეფლექსური რკალის მთელ ზემავალ მუხლს. ასე მაგ., მხედველობის ანალიზატორს შეადგენს: ბადური გარსი, სამხედველო ნერვი, მისი გაგრძელება თავის ტვინში მხედველობის მიმღებელ ფარგლამდე, როგორც ეს მე-140 სურათზეა მოცემული. მაგრამ რადგან ამ აპარატის მთავარი ფუნქცია ანალიზური მოქმედება დამოკიდებულია დიდი ტვინის ქერქზე, ამიტომ ხშირად ანალიზატორის სახელწოდებას მიაკუთვნებენ ამავალი გზის ცენტრალურ ქერქულ ნაწილს, ე. ი. მიმღებელ ფარგალს. ეს თერმინი პ ა ვ ლ ო ვ მ ა შემოიღო იმ დროს, როდესაც მის მიერ ცნობილი იყო მიმღებელი ფარგლის მხოლოდ ანალიზის ფუნქცია. მაგრამ ამ უკანასკნელ წლებში (1923) პ ა ვ ლ ო ვ ი[12]) მიაკუთვნებს მიმღებელ ფარგლებს აგრეთვე სინტეზის ფუნქციას, როგორც ამას დაჟინებით მოითხოვდა ბ ე ხ ტ ე რ ე ვ ი[16]), ამიტომ ანალიზატორის სახელწოდება აღარ შეეფერება ამ ქერქის მიმღებელ ფარგლებს ან და მთელ ასწერივ გზებს რეცეპტორებიდან დიდი ტვინის ქერქამდე.

მ ი მ ღ ე ბ ე ლ ი ფ ა რ გ ლ ი ს ა გ ზ ნ ე ბ უ ლ ე ბ ა. ამ ბოლო დრომდის გაბატონებული იყო ის აზრი, რომ მიმღებელი ფარგლის გაღიზიანება გარეგან ეფექტს არ იწვევს. აქედან ასეთი დასკვნა იყო გამოყვანილი, რომ ვითომ მიმღებელი ფარგალი გარეშე განსაზღვრული მამოძრავებელი ადგილებისა (იხ. ქვემოთ ამის შესახებ) აუგზნებელ რამეს წარმოადგენდეს. მაგრამ ამ ბოლო დროს იყო გამოქვეყნებული ისეთი ფაქტები, რომლებიც ცხადლივ უჩვენებს მიმღებელი ფარგლის აგზნებულებას. მაგ., გ რ ე ი მ ბ რ ო უ ნ მ ა[15]) უმაღლეს მაიმუნზე გვაჩვენა, რომ უკანა ცენტრალური ხვეულის გაღიზიანება, რომელიც თავის თავად ეფექტს არ იძლევა და ამიტომ მიჩნეული იყო, როგორც აუგზნებელი, გამოიწვევს მნიშვნელოვან მამოძრავებელ ეფექტს, თუ წინასწარ გავაღიზიანეთ მამოძრავებელი წერტილი წინა ცენტრალურ ხვეულში და მით აქ აგზნებულება ავამაღლეთ. აქ რომ თითების მოხვრის -წერტილი გაღიზიანდეს, მალე მის შემდეგ უკანა ცენტრალური ხვეულის გაღიზიანებაც გამოიწვევს თითების მოხვრას. ამნაირად, **ქერქის მიმღებელი ფარგალიც აგზნებულებას არაა მოკლებული.** უნდა ვიფიქროთ, რომ ქერქის მიმღებელი ფარგალი არ უკავშირდება განსაზღვრულ მამოძრავებელ წერტილებს მკვიდრი თანშობილი გზებით. გაჩენის პირველ დღეებში რომელიმე მამოძრავებელი რეაქციის გამოწვევა დამოკიდებულია, ჯერ ერთი, ამ წერტილების აგზნებულებაზე, მერმე, მისი სიახლოვეზე აგზნებულ მიმღებელ ფარგალთან. კარგად ვუწყით, რომ საორიენტაციო რეფლექსი სამხედველო ფარგლიდან გამოიწვევა სამხედველო ორგანოს ყოველნაირი არაჩვეულებრივი გაღიზიანებით. ასევე შეიძლება ითქვას სხვა ქერქული მოძრაობის შესახებაც. ამ არა ჩვეულებრივ გაღიზიანებისას თვითეული მოძრაობა წარმოიშვება აგზნების ირადიაციის საშუალებით აგზნებულ მიმღებელ წერტილიდან მამოძრავებელ წერტილებზე. ამათ შორის განსაზღვრული გზების შექმნა მხოლოდ ინდივიდური გამოცდილების საქმეა, და თუ ქერქის პირდაპირი გაღიზიანებით აღმოჩნდება, რომ მიმღებელი ფარგალი აუგზნებელია, ამის მიზეზი აგზნებულების დაცემა უნდა იყოს და არა საერთოდ ქერქის აუგზნებლობა. ყველა ამგვარი ცდა ხომ ახდილ ტვინზე სწარმოებს, როდესაც გარსები მოშორე-

ბულია, ტვინში სისხლია დანთხეული, იგი გაცივებულია, ცოტად თუ მეტად მექანიკურადაც არის დაზიანებული, ცოტად თუ ბევრად ნარკოტულ მდგომარეობას განიცდის. ყველა ეს პირობები ამცირებენ ქერქის აგზნებულებას და მოქმედებას. მით უაღრესად ასუსტებენ ქერქის ინდივიდურ კავშირებს საერთოდ მიმღებელ ფარგალსა და მამოძრავებელ წერტილებს შორის. სწორედ ამიტომ მიმღებელი ფარგლის გაღიზიანება, თუნდაც რომ იწვევდეს აგზნებას, არ იქნებოდა იმდენად მძლავრი, რომ მამოძრავებელი წერტილი აემოქმედებინა და მით პერიფერიაზე მოძრაობა გამოეწვია.

ქერქის დიფერენციაციის შესასწავლი მეთოდი. ექსპერიმენტალურად დიფერენციაცია შეისწავლებოდა ამნაირად: გამოაჩენდენ ტვინს. და ამოკრიდენ ორიეე ჰემისფეროში ამა თუ იმ ფარგალს. ოპერაცია კეთდებოდა ასეპტიურ პირობებში ჭრილობის ალაგას ინფენქციის თავიდან ასაცდენად. ამნაირი ოპერაციის შემდეგ ცხოველს შეუძლიან დიდხანს იცოცხლოს ხანმთელი წლობითაც. მაშასადამე, სრულიად შესაძლებელია მისი გამორკვევა, თუ რა ფუნქციური ცვლილება მოჰყვა ამა თუ იმ ოპერაციას, ამა თუ იმ ქერქის ნაწილის მოშორებას. მაგ., ძაღლს რომ ორიეე ჰემისფეროში კეფის წილი ამოეჭრას, იგი ბრმავდება. იგი ჰკარგავს ორიენტაციის უნარს სივრცეში მხედველობის საშუალებით; ეხეთქება დაბრკოლებას, არა სცნობს მისთვინ ჩვეულებრივ, არეს და სხ.

ერთ ჰემისფეროში რომ ამოიჭრას ერთი რომელიმე მიმღებელი ფარგალი. მას შეუძლიან მოსპოს შეფარდებული მგრძნობიერობა ერთ მხარეზე. მაგ., მარჯვენა სასმენი ფარგალი რომ ამოიჭრას, მაშინ ცხოველი ყრუვდება მარცხენა ყურით. თუ რომ ამოჭრილია ისეთი მიმღებელი ფარგალი, რომლის ამავალი ნერვული გზა ნაწილობრივ არის გადაჯვარედინებული, მაშინ შეფარდებული ფუნქცია ისპობა ნაწილობრივ ორიეე მგრძნობიარე ორგანოს მიმართ. ასე ხდება მხედველობის მიმღებელი ფარგლის ამოჭრის შემდეგ.

თუ მიმღებელ ფარგალს ამოჭრიან ერთს ან ორიეე მხარეზე მთლიანად კი. არა, არამედ წილობრივ, მაშინ შეფარდებული ფუნქცია ისპობა აგრეთვე წილობრივ, რაც უფრო მეტია ქერქის ამოჭრილი ნაწილი, მით უფრო მეტად ზიანდება შეფარდებული ფუნქცია. თვითეულ ფარგალს აქვს მცირე ცენტრალური ნაწილი მიმღებლობის უაღრესი ფუნქციით და დიდი პერიფერიული ფარგალი სუსტი მიმღებლობის ფუნქციით (სურ. 139, 142). რასაკვირველია ცენტრალური ნაწილის მოშორებისას მიმღებლობის ფუნქცია ზიანდება უფრო მეტად, ვიდრე პერიფერიულ ნაწილის მოშორებისას. საზოგადოდ ერცელი ნაწილის დაზიანებისას ისპობა მიმღებლობის ფუნქცია უფრო დიდი ხარისხით, ვიდრე პატარა ნაწილის. დაზიანებისას: მაგ., თუ ასეთი წილობრივი ოპერაცია მხედველობითი ფარგლებში სწარმოებს, მაშინ მცირე ფარგლის ამოჭრისას ისპობა საგნების გარჩევა მათი ფორმის მიხედვით, მაგრამ რჩება გარჩევის უნარი სინათლის ინტენსივობისა და მოძრაობის მიმართ; თუ ამოჭრილი ნაწილი უფრო ვრცელია. რეაქცია. მოძრაობის საპასუხოთაც ისპობა; როდესაც ორიეე მხედველობის ფარგალი მთელი თავისი სივრცით ამოიჭრა, მაშინ რეაქცია სინათლის ინტენსივობის საპასუხოთაც იკარგება (ტ ო პ ო რ ო ვ ი [13]), კ უ დ რ ი ნ ი [14]) პ ა ვ ლ ო ვ ი ს ლაბორატორიიდან).

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. D. Ferrier, Vorles. üb. Hirnlokalisation. Leipzig u. Wien. 1892.
2. H. Munk, Uber die Funktionen der Grosshirnrinde. 2. Aufl. Berlin 1890.— Üb. d. Funkt. von Hirn u. Rückenmar. Berlin. 1909.
3. W. Bechterew, Die Funktionen d. Nervencentra. Deut. Ausg. 1.
4. L. Edinger, Vorles. üb. d. Bau d. nervös. Centralorgone. Leipzig. 1908/11.
5. C. v. Monakow, D. Lokalisation im Grosshirn 1914. Wiesbaden. გვ. 343.
6. M. Minkowski. Pfl. Ar., 1911, 141, 171.
7. S. E. Henschen, Klin. u. anat. Beitr. z. Pathol. d. Gehirns. Upsala. 1890 – 1903.
8. W. Bechterew, Ar. An. Physiol., 1900, Supplb. გვ. 145.
9. P. Flechsig, Neorol. Centralbl., 1894, 13, 606; 1895. 14, 1118; 1898, 17, 977; 1899, 18, 1060; 1903, 22, 202; Gehirn u. Seele. Leipzig. 1896; D. Lokal. d. geistigen Vorgänge. Leipzig. 1896.
10. Redlich. Wiener klin. Wochenschr., 1893, №2. 24 30.
11. Н. Красногорский, О процесе задерж. и о локалазации кожнаго и двигательного анализаторов etc. დისერტაცია პავლოვის ლაბორატორიიდან. 1911. СПБ.
12. И. Р. Павлов, 20—летний опыт об'ектив. изучения вышей нервной деятельности. 1923. Ленинград.
13. Н. Топоров, Усл. рефл. с глаза при удалении затылоч. долей больших полушарий собаки. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდან.
14. А. Кудрин, Услов. рефл. при удалении задних половин больших полушарий. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდან. 1910.
15. Graham, Brown. J. Physiol., 1914. 48.
16. В. Бехтерев, Общие основы рефлексологии человека, 1923, გვ. 157.
17. И. Павлов, 20-летний опыт, 3 изд, 1925, გვ. 358.

3. დიდი ტვინის ქერქის საპასუხო ფუნქცია.

ქერქის საპასუხო ფარგლები. თვითეული ქერქული მოძრაობა ჟამოიწვევა ქერქის მიმღებელი ველის საშუალებით. თუ ძაღლს შეასწავლეს წინათათის მოცემა რომელიმე გამოთქმული სიტყვის საპასუხოდ, მაშინ სასმენი ფარგლის მოშორებისას აღნიშნული დასწავლილი მოძრაობა საბოლოოდ ისპობა. ან თუ

დაასწავლეს უკანა ფეხზედ დადგომა მათრახის ჩვენებაზე, მაშინ ეს მოძრაობა ისპობა სამხედველო ფარგლის ამოკრისას. ერთი სიტყვით **თვითეული ქერქული მოძრაობა უსათუოდ რომელიმე მიმღებელი ფარგლის საშუალებით უნდა სწარმოებდეს.**

ჩვენ ვიცით, რომ დიდი ტვინის ქერქის საშუალებით სწარმოებენ აგრეთვე თანშობილი რეფლექსები. მაგ., ნორმულ პირობებში თითქმის ყველა საორიენტაციო რეაქციები დიდი ტვინით იწვევიან. ცნობილია აგრეთვე მთელი რიგი ქერქულ მოძრაობათა, რომელნიც თანშობილ რეფლექსებს ეკუთვნიან. ასეთ მოძრაობას წარმოადგენს, მაგ., ფეხის გულის რეფლექსი, რომელიც ფეხის ცერის მოხვრაში მდგომარეობს და იწვევა ფეხის გულის მექანიკური გაღიზიანებით. ყველა ასეთი მოძრაობა გულისხმობს დიდი ტვინის ქერქის მონაწილეობას.

ქერქულ მოძრაობათა წარმოებაში მონაწილეობს არა მარტო მიმღებელი ფარგალი, არამედ ქერქის სხვა ხასიათის ნაწილებიც. თვითეულ მიმღებელ ფარგალში არსებობს ერთგვარი დიფერენცირებული ადგილები, რომელთა საშუალებით ყველა ქერქული მოძრაობა და სეკრეცია სწარმოებს. მიმღები ფარგლიდან აგზნება ისე არ შეიძლება გავრცელდეს ქერქს გარეშე მდებარე ცენტროებზე, რომ ეს ქერქული ადგილები არ გაიაროს. ეს ადგილები ნიშანდობლივად ირჩევიან სხვა ნაწილებიდან: თავის ქალის ახდა და ტვინის გამოჩენა არ უსპობს ამ ადგილებს აგზნების უნარს. ამიტომ მათი ხელოვნური გაღიზიანება იწვევს სრულიად განსაზღვრულ ეფექტს, როგორიც შეეფერება აღებულ მიმღებელ ფარგალს. ყველა ფარგალში არსებობს ასეთი დიფერენცირებული ადგილები, რომელთაც მათი ფუნქციის მიხედვით **საპასუხო ადგილებს** უწოდებენ. თვითეული მიმღები ფარგლის საპასუხო ადგილებით სწორედ ისეთი მოძრაობა და სეკრეცია იწვევა, რომელიც ჩვეულებრივ იწვევა საპასუხოდ შეფარდებული პერიფერიული რეცეპტორის გაღიზიანებისა. ასეთი სრულიად დიფერენცირებული ადგილები მხოლოდ ძუძუმწოვარ ცხოველებს აქვთ. ფრინველებზე მათი არსებობა საეჭვოდ არის მიჩნეული. ფრინველის დიდი ტვინის ქერქის გაღიზიანებით შეიძლება გამოვიწვიოთ მოძრაობა (Kalischer [1]), მაგრამ შეიძლება იგი ქერქს ქვეშა ნივთიერების (ectostriatum) გაღიზიანებაზე იყოს დამოკიდებული.

დიდი ტვინის მამოძრავებელი წერტილები პირველად ფრიჩმა და ჰიტციგმა[2] (1870) აღმოაჩინეს. მათ პირველად დაადგინეს ძაღლის ტვინის ქერქში sulcus cruceatus-ის ფარგლებში ისეთი ადგილების არსებობა, რომელთა ულეკტრული გაღიზიანება კუნთების შეკუმშვას იძლევოდა კიდურებზე და სხვა ორგანოებზე. ამის შემდეგ ფერიემ[3]) დაამტკიცა, რომ ეს ქერქული მოძრაობა კოორდინაციული ხასიათისა არის. ლუჩიანმა და ტამბურინმა[4]) განსაზღვრეს ეს ადგილები სპეციალურად თვითეული მოძრაობის მიმართ. ამგვარივე ცდები მაიმუმუნებზე პირველად ფერიემ 1877, შემდეგ ბიფორმა და ჰორსლეიმ[5]) შეასრულა. უმაღლეს მაიმუნებზე—ორანგუტანგზე—ასეთი გამოკვლევა პირველად შერინგტონის და გრიუნბაუმის[6]) მიერ იყო შესრულებული.

დამტკიცებულ იყო, რომ მაიმუნებზე მამოძრავებელი საპასუხო ადგილები მხოლოდ წინა ცენტრალურ ხვეულში და თვით როლანდის ღარის სიღრმეში მდებარეენ, რომ ისინი სრულიად არ არსებობენ უკანა ცენტრალურ ხვეულში. ადამიანებზე ამგვარი ცდები იყო გაკეთებული პირველად ფერიეს, ბიფორის და ჰორსლეის მიერ (1890), შემდეგ ბეხტერევის (1899[7]) და სხვების

მიერ. ამ ცდებს აყენებენ ტვინზე ქირურგიული ოპერაციის დროს. ამ ცდებით იყო დადგენილი სრული ერთგვარობა ადამიანსა და უმაღლეს მაიმუნებს შორის ქერქის მამოძრაველებელ ადგილთა ლოკალიზაციის მიმართ. მაგრამ ამავე დროს ყველა მეცნიერის მიერ იყო აღნიშნული, რომ მამოძრავებელი ადგილები მარტო sulcus cruceatus და წინა ცენტრალურ ხვეულში კი არ მოიპოვება. როგორც იყო უკვე ნათქვამი, ასეთი ადგილები გაფანტულია ჰემისფეროთა ყველა ნაწილებში, ე. ი. ისინი მოიპოვებიან ყველა მიმღებელ ფარგლებში.

1) **სამხედველო** ფარგალში არსებობს ისეთი მამოძრავებელი ადგილები, საიდანაც გაღიზიანება თვალისა და თავის მოძრაობას გამოიწვევს. როდესაც იგი ღიზიანდება მარჯვენა ჰემისფეროში, მაშინ თვალი და თავი მიბრუნდება მარცხენა მხარეს, თითქოს მარცხენა თვალი სინათლის ტალღებით ღიზიანდებოდეს. (სურ. 144).

2) **სასმენ** ფარგალშიაც არის ისეთი მამოძრავებელი ადგილები, რომელთა გაღიზიანება გამოიწვევს ყურების მოძრაობას და აგრეთვე თავისა და თვალების. აქაც ამ ადგილების მარჯვენა ჰემისფეროში გაღიზიანება გამოიწვევს იმნაირ მოძრაობას, თითქოს ბგერით ღიზიანდებოდეს მარცხენა ყური (სურ. 144).

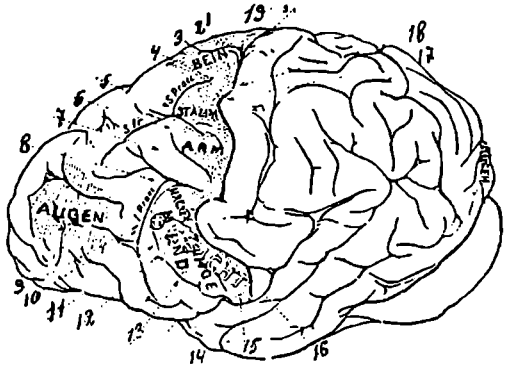
3) **გემოვნების** ფარგალში და მის მახლობლად მოიპოვება აგრეთვე მამოძრავებელი წერტილები, საიდანაც გამოიწვევა ღეჭვა, ყლაპვა, ტუჩების მოძრაობა, და აგრეთვე ნერწყვის და კუჭის წვენის სეკრეცია. (სურ. 144, 145).

4) **უნოსვის** ფარგალშიაც არსებობს მამოძრავებელი წერტილები, საიდანაც ნესტოების მოძრაობა გამოიწვევა, მაგ., შევიწროება, როგორც უსიამოვნო სუნის მიღებისას ხდება. (სურ. 144).

5) მეტად ვრცელია მამოძრავებელი ადგილი **კუნთისა და კანის** მიმღებელ ფარგალში. აქ არის საკუთარი ადგილი წინა კიდურთა მოძრაობისათვის, საკუთარი უკანა კიდურთათვის, აგრეთვე არსებობს თავისთვის, კისრისთვის, ტანისთვის, კუდისთვის. ეს მამოძრავებელი ადგილები უმაღლესს ცხოველებზე, როგორც ძაღლსა და კატაზე, მდებარეობენ sulcus cruciatus-ის ორივე მხარეზედ: მაიმუნებზე და ადამიანზე კი—მხოლოდ **როლანდის** ღარის წინ ე. ი. წინა ცენტრალურ ხვეულში. ამას გარდა თეითეულ ჰემისფეროში მოიპოვება იმისთანა წერტილი, საიდანაც გამოიწვევა მხოლოდ აღებული ფეხის მოხვრა და კიდევ ისეთი წერტილიც, რომელიც იძლევა მხოლოდ იმავე ფეხის გაშლას (**შერინგტონი** და **ჰერინგი**[6]). მაგრამ, ჩვეულებრივ კატა-ძაღლზედ ერთი წერტილიდან გამოწვეული აღებული ფეხის მოძრაობა არ წარმოადგენს სრულიად განცალკევებულ აქტს. ერთდროულად მოძრაობს აგრეთვე სხვა ფეხებიც. მაგ., თუ აღებული წინა ფეხი იხვრება, მეორე წინა ფეხი იშლება. უკანა ფეხებიდან, პირიქით, იმავე მხარისა გაიშლება, მეორესი კი იხვრება. ერთი სიტყვით, ფეხთა მოძრაობა წარმოადგენს სწორეთ ისეთ სურათს, როგორც ეს სიარულის დროს არის. როდესაც გაშლის და მოხვრის წერტილები ახლოს მდებარეობენ, მაშინ მათ შუა გაღიზიანება იწვევს ისეთ ფაზურ მოძრაობას, როგორც სიარულის დროს ხდება. მაგრამ შეიძლება აგრეთვე ვიპოვოთ ისეთი წერტილი, საიდანაც ორივე თანამოსახელე ფეხები გაიშლება. (**ბერიტაშვილი**[19]).

ერთი სიტყვით კუნთ-კანის მიმღებელი ფარგლის მამოძრავებელ ადგილებიდან ვღებულობთ ისეთ მოძრაობებს, რომელნიც დამახასიათებელია კანის ზედაპირის და კუნთ მყესის რეცეპტორების გაღიზიანებისთვის.

ამნაირად თვითეულ მიმღებელ ფარგალში არსებობს იმნაირი ნაწილები, რომელთა ხელოვნური გაღიზიანება განსაზღვრულ მოძრაობას გამოიწვევს, სწორედ იმ მოძრაობას, რომელსაც ჩვეულებრივად ამ მიმღებელი ფარგლის ნორმალური აგზნება იძლევა სათანადო პერიფერიული რეცეპტორების გაღიზიანების საპასუხოდ.

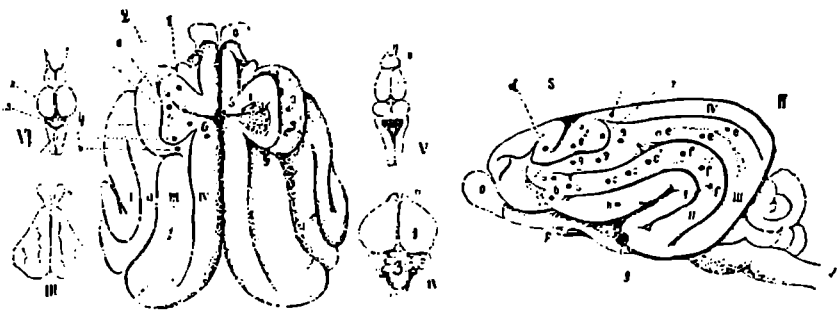


სურ. 144.

ფურ. 144. ორანგუტანგის ქერქული მამოძრავებელი ნაწილები. გარეთი მბარე მარცხენა ჰემისფეროსი. S. c.—sulcus centralis; F. Syl.—fissura Sylvii; S. praec. sulcus praecentralis; s. fr.—sulcus frontalis; Augen—თვალები, Bein—ფეხი; Arm—ხელი; Stamm—ტანი; Gesicht—სახე; Nacken—კისერი; Mund—პირი; Zunge—ენა. 1—ფეხის თითები მამოძრავებელი წერტილი; 2—ტერფისა; 3—მუხლისა; 4—ბარძაყისა; 5—მხრისა; 6—იდაყვისა; 7—ხელისა; 8—ხელის თითებისა; 9—ყურისა; 10—ქუთუთოებისა; 11 - ცხვირისა; 12 - ყბების მოკუმვა; 13—პირის გაღება; 14—მბგერავი ოოგებისა; 15— ღეკვა; 16—sulc. centr.; 17—გულმკერდისა; 18—მუცლისა; 19—anus და vagina-სი (Grünbaum და Sherrington).

საერთოდ ქერქულ მოძრაობათა დახასიათება. თვითეული ქერქული მოძრაობა არსებითად არაფრით განირჩევა თანშობილი მოძრაობისგან. თუ რომ მათრახის დანახვაზე ძაღლი ინდივიდურად მოპოვებულ, ე. ი. ქერქულ მოძრაობას აწარმოებს: დგება უკანა ფეხებზედ და ამავე დროს მოჰხრის წინა ფეხებს, მაშინ იგი ასრულებს იმისთანავე გაშლის და მოხვრის კოორდინაციულ აქტს, როგორიც არის გაშლის და მოხვრის თანშობილი რეფლექსი. ან კიდე, თუ ხმაურობაზე ნორმალური ძაღლი თავს გაიქნევს, ყურებს შეანძრევს და მიაბრუნებს თავს ხმაურობის მიმართულებით, ყველა ეს ქერქული მოძრაობანი იმისთანავე კოორდინაციულ აქტებს წარმოადგენენ, როგორსაც გეაძლევენ ძლიერ ხმაურობაზე დეცერებრირებული ძაღლები. ცხადია, **ქერქული და არაქერქული მოძრაობათა კოორდინაცია ერთი და იგივე უნდა იყვეს.**

შერინგტონის და ჰერინგის [8]) მიერ იყო დამტკიცებული, რომ ქერქის მამოძრავებელი წერტილების გაღიზიანებით გამოწვეული გაშლის მოძრაობისას გამშლელები იკუმშებიან, მომხვრელები კი შეკავდებიან; მოხერის დროს კიდე პირიქით მომხვრელები იკუმშებიან, გამშლელები კი შეკავედებიან. ამნაირად აღნიშნული ქერქული მოძრაობის დროს კუნთები განიცდიან რეციპროკულ ინერვაციას, როგორც თანშობილი რეფლექსური მოძრაობისას პერიფერიულ გაღიზიანების საპასუხოდ. აგრეთვე ეგრეთწოდებული ნებელობითი მოძრაობის დროს, როგორც ხელის ნებითად მოხერა და გაშლა, კუნთები რეციპროკულ ინერვაციას განიცდიან. ბეტემ და კასტმა [9]) ისარგებლეს ე. წოდ. ზაუერბახის წე-



სურ. 145.

სურ. 145. ცხოველთა დიდი ტვინის ქერქული მამოძრავებელი ნაწილები I. ძაღლის დიდი ტვინი ზემოდან. II—იგივე გვერდიდან. I, II, III და IV ოთხი პირვანდელი ხვეული; s—sulcus crucialus, F fossa Sylvii, o—bulbus olfactorius, P—n opticus 1—ქერქის მამოძრავებელი ნაწილი კისრის და კეფის კუნთებისთვის; 2—წინა ფეხის გამშლელების და განმხიდავი კუნთებისა; 3—წინა ფეხის მომხვრელების და მბრუნველებისა; 4—უკანა ფეხის კუნთებისა; 5—პირისასისა; 6—კუდის გვერდითი ქნევა; 7—წინა ფეხის უკან წაღება; 8—მხრის აწევა და ფეხის წინ გადადგმა (სიარული); 9, 9—თვალის დახუქვა. II. a. n.—პირის ღრუს კუთხის აწევა და უკან წაღება; d—პირის გახანა და ენის მოძრაობა (პირის ცენტრი); c,c platisma d—თვალების გახილება; I t—აქტიური სითბოს მძლეველი Eulenberger-ისა და Landois-სი. III—შინაური კურდღლის დიდი ტვინი. IV—მტრედის ტვინი ზემოდან. V—ბაყაყის ტვინი ზემოდან. VI—ტვინი cyprinus carpio-სი (თევზი). ყველგან O უჩვენებს bulbus olfactorius-ს 1—დიდს ტვინს, 8—შუა ტვინის lobus opticus-ს, 3—პატარა ტვინს ანუ ნათხემს, 4—მოგრძო ტვინს (Landois).

სით დაოპერაციებული ადამიანით. ეს წესი მასში მდგომარეობს, რომ ხელის ამპუტაციისას იდაყვის სახსარში უკანა მხრის კუნთების მყესები ისეა გარეთ გამოყვანილი და შეხორცებული, რომ შესაძლებელი ხდება ამ კუნთებით მუშაობის წარმოება. დასახელებულმა ავტორებმა biceps და triceps brachii შეუერთეს მიოგრაფს შეკუმშვის კიმოგრაფზე დასაწერად. როდესაც სუბიექტს, ეუბნებოდენ ხელი მოხარეო, მაშინ bicers-ი—იდაყვის მომხვრელი იკუმშებოდა, triceps br.—იდაყვის გამშლელი კიდე შეკავებას განიცდიდა. პირიქით როცა ხელის გაშლას ეუბნებოდენ, მაშინ მომხვრელი შეკავდებოდა ხოლმე, გამშლელი კიდე იკუმშებოდა. ამნაირად დამტკიცებული იყო რომ **კიდურების ყოველნაი-**

რი ქერქული გაშლა-მოხვრის დროს კუნთები განიცდიან რეციპროკულ ინერვაციას.

აქედან ცხადია, რომ მოძრაობის გარეგანი ხასიათით შეუძლებელია სწორედ გავითვალისწინოთ, აღებული მოძრაობა საიდან წარმოსდგება: ქერქიდან თუ ქერქის ქვეშიდან. რასაკვირველია, რომ ავიღოთ ერთი მოძრაობა კი არა, არამედ ცხოველის მთელი ყოფაქცევა ერთი რომელიმე ხანის განმავლობაში. სრულიად შესაძლებელია დაწვრილებითი ანალიზის საშუალებით დავამტკიცოთ აღებული მოძრაობის ბუნება. სახელდობრ, ქერქიდან გამოწვეული მოძრაობა შეიძლება ისეთი სირთულით და თანდათანობით მიმდინარეობდეს, რომ მისი მსგავსი თანშობილთა შორის არ მოიპოვებოდეს. მაგრამ არსებობს აგრეთვე სრულიად მარტივი მოძრაობაც, რომელიც მხოლოდ ქერქიდან იწვევა. მაგ.. უმაღლეს მაიმუნთა და ადამიანისათვის დამახასიათებელია ცერის განცალკევებული მოძრაობა, მისი დაპირისპირება სხვა თითების მიმართ. ეს მოძრაობა დიდი ტვინის ქერქის მოშორებისას ისპობა, მაშასადამე, აღებული მოძრაობა მუდამ ქერქისგან წარმოსდგება.

ქერქულ მოძრაობათა კოორდინაცია სწარმოებს თვითონ ქერქში კი არა, არამედ ქერქს ქვეშ. ქერქი რომ მოვაშოროთ განსაზღვრულ ალაგას და შემდეგ გავაღიზიანოთ მის ქვეშ არსებული ნივთიერება, მაშინაც გამოიწვევა კოორდინაციული მოძრაობა და მასთან სწორეთ ის მოძრაობა, რომელიც ამოჭრილ ქერქიდან იწვევოდა. მაგ., მარცხენა ჰემისფეროში რომ მოვაშოროთ წინა ფეხის მამოძრავებელი ფარგალი, მის ქვეშ მყოფი ნივთიერების გაღიზიანება, აგრეთვე განსაზღვრულ ნაწილისა capsula interna-ში, გამოიწვევს მარჯვენა წინა ფეხის მოხვრას და მარცხენის გაშლას (Herring და Sherrington[8]). ცხადია, **მოძრაობათა კოორდინაცია ერთი და იგივეა ქერქისა და ქერქს ქვეშ ნივთიერების გაღიზიანებისას; უეჭველია, ამ მოძრაობათა საკოორდინაციო აპარატებიც ერთი და იგივე უნდა იყოს და ქერქის მამოძრავებელი წერტილები ისეთივე დანიშნულებას უნდა ასრულებდეს ამ აპარატების მიმართ, როგორც რეცეპტორები რეფლექსის მიმღებელ ველში.**

ამნაირად **მამოძრავებელი ადგილები დიდი ტვინის ქერქში წარმოადგენენ პერიფერიული აგზნების გარდამცემ სადგურებს. მათი საშუალებით აგზნება გარდაეცემა ცოტად თუ მეტად შეცვლილი სახით განსაზღვრულ საკოორდინაციო აპარატებს. ეს გარდაცემა თავის ტვინის ბირთვებისკენ სპეციალური ქვემავალი ნერვული გზებით ხდება, იმ გზებით, რომელნიც დიდი ტვინის ქერქს პირდაპირ ამ ბირთვებს უკავშირებენ. ზურგის ტვინში კი ქერქული აგზნება ან ამავე გზების შუამავლობით გადავა ან და სპეციალური საზურგტვინო ანუ პირამიდული გზებით, რომელნიც უმაღლესი საფეხურის ხერხემლიან ცხოველებს უაღრესად აქვთ განვითარებული.**

ანტაგონისტთა სინერგიული მოქმედება დიდი ტვინის ქერქიდან. შერინგტონის მიერ წამოყენებული ანტაგონისტური კუნთების რეციპროკული ინერვაციის პრინციპი არ წარმოადგენს აუცილებელ რამეს ყველა კოორდინაციულ მოძრაობისთვის. იგი გამოყვანილი იყო კიდურის რეფ-

ლექსური გაშლა-მოხერის ექსპერიმენტული ანალიზის ნიადაგზედ. ამიტომ აღნიშნული პრინციპი საფუძვლად უძევს მხოლოდ ანნაირ მოძრაობათ. გარდა მოხერა-გაშლისა არსებობს სხვა ფორმის კოორდინაციული მოძრაობაც: ადამიანზე ხელის აწევა და დაწევა, მუშტის მოკუმვა და გახსნა და სხვა. ამ მოძრაობათა გამოკვლევა სულ უკანასკნელი წლების საქმეა და ეკუთვნის ბეტეს და კასტსა [1]). ამ ავტორებმა აღმოაჩინეს ზაუერბახის წესით დაოპერაციებულ ხელზე, რომ როდესაც სუბიექტი თავის ნებით ხელსა სწევდა ზევით, მაშინ იდაყვის ანტაგონისტური წყვილი კუნთი იკუმშებოდა, ე. ი. როგორც biceps, ისე triceps brachii ასევე ხდებოდა ხელის ნებითად დაწევისას: იკუმშებოდა სინერგიულად ორივე კუნთი. აგრეთვე ორივე კუნთი სინერგიულად იკუმშებოდა მუშტის მოკუმვისას და გახსნისას.

რასაკვირველია მთელი დასახელებული მოძრაობანი ამ კუნთების სინერგიული მოქმედებით არ განისაზღვრება. ხელის აწევ-დაწევისას მაგ. მონაწილეობენ წინა მხრის ამწევ-დამწევი კუნთებიც და ამ კუნთების მონაწილეობა ცხადია შერინგტონის პრინციპის თანახმად უნდა მოქმედობდენ: როდესაც ამწევი კუნთებია შეკუმშული, მაშინ დამწევი კუნთები შეკავებული უნდა იყვნენ. ასევე ითქმის მუშტის მოკუმვა-გახსნის შესახებ. აქაც როდესაც biceps-triceps სინერგიულად იკუმშებიან, თითების მამოძრავებელი კუნთები ანტაგონისტურ მოქმედებას უნდა განიცდიდენ. **ანტაგონისტური კუნთების სინერგიულ შეკუმშვას მუდამ ერთი და იგივე დანიშნულება აქვს: რომელიმე სახსრის ან სახსრების გაშეშება ერთ რომელიმე მდებარეობაში.** ხელის აწევა სწარმოებს მხრის სახსრის კუნთების საშუალებით. მაგრამ ამავე დროს მთელი კიდური რომელიმე მდებარეობაში იმყოფება და რომ ეს მდებარება ხელის აწევ-დაწევისას უცვლელი იყოს, აუცილებლად საჭიროა რომ იდაყვის სახსარი აქტიურად გამაგრდეს. ეს ფიქსაცია კი შეიძლება იყოს მიღწეული მხოლოდ იდაყვის ანტაგონისტების ერთდროულად შეკუმშვით. ეს ფიქსაცია მით უფრო მძლავრი შეკუმშვით მოხდება, რაც უფრო მეტი სიმძიმე აიწევ-დაიწევა ხელის აწევ-დაწევის დროს. მუშტის მაგრად მოკუმვის და მძლავრი გახსნის დროს აგრეთვე იდაყვის სახსრის აქტიური გამაგრება სწარმოებს, რაც იდაყვზედ მომქმედი ანტაგონისტების შეკუმშვახეა დამოკიდებული. ეს სინერგიული მოქმედება იდაყვის ყველა მდებარეობისას სწარმოებს, თუ რომ იგი რამეს არ ეყრდნობა. თავისუფალი კიდურის მტევანის მოკუმვა და გახსნა, თუ იგი ერთგვარი დაძალებით სწარმოებს განსაზღვრული მუშაობის საწარმოებლად, იდაყვი უსათუოდ გამაგრებული უნდა იყოს. უამისოთ შეუძლებელია რამე სიმძიმის ხელში დაკერა და მეტადრე მისი გადატან-გადმოტანა.

ამნაირად, **ანტაგონისტების ფუნქციას შეადგენს არა მარტო მოძრაობისათვის განსაზღვრული მიმართულების მიცემა, რომელიც რეციპროკული ინერვაციის საშუალებით ხორციელდება, არამედ აგრეთვე სახსრის გამაგრება კიდურის მიერ მუშაობის წარმოების დროს, რაც ანტაგონისტთა სინერგიული მოქმედებით სრულდება.**

ბეტემ და კასტმა დასახელებულ სუბიექტებზე აღმოაჩინეს აგრეთვე, რომ ნებითად შესაძლებელია ერთი რომელიმე კუნთის შეკუმშვა; ამ დროს მისი

ანტაგონისტი ან სულ მცირედ, ან სულ არ იქნება შეკავებული, ან შეიძლება მას მცირეოდენი შეკუმშვა გამოაჩნდეს. ასეთი რამ ზურგის ტვინის კოორდინაციულ რეფლექსთა შორის არ არსებობს. ამიტომ ამ ფაქტებიდან უნდა დავსკვნათ, რომ ანტეგონისტთა **ნებითი სინერგიული მოქმედება არ უნდა სწარმოებდეს ზურგის ტვინის საკოორდინაციო აპარატების საშუალებით.** ეს ეფექტი უნდა იწვევდეს იმ ქერქული ნერვული ბოკკოებით, რომელნიც თავდებოდენ პირდაპირ მამოძრავებელ ნეირონებთან. ამნაირად, **როგორც უკანა ფესვის კოლატერალები წილობრივ თავდებიან მამოძრავებელ ნეირონებთან და ამიტომ შესაძლებელია განსაზღვრულ შემთხვევებში ანტაგონისტთა სინერგიული ამოქმედება, ისე ქერქული გზები, თავდებიან რა ნაწილობრივ პირდაპირ მამოძრავებელ ნეირონებთან, შესაძლებლად ხდიან ანტაგონისტთა სინერგიულ ამოქმედებას**

ქერქის მამოძრავებელ ადგილებსა და საკოორდინაციო აპარატთა შორის ნერვული კავშირის შესახებ. საგულისხმოა, რომ ორივე გამტარებელთა სისტემის—პირამიდულისა და მგრძნობიარეს მდებარეობა ერთი და იგივეა. **არიენს კაპერსის** [12]) გამოკვლევით ყველა უმდაბლეს ხერხემლიან ძუძუმწოვარებში (monotremata, marsupalia, radentia, ungulata და chiroptera) ორივე სისტემა უკანა სვეტებით გაიელის. მხოლოდ უმაღლეს ძუძუმწოვარებში (carnivora და primata) ქერქის ჩამავალი სისტემის მდებარეობა განიცდის ერთგვარ მეორედ ცვლილებას.

ამგვარი დასკვნა იყო გამოყვანილი აგრეთვე პირდაპირი ფიზიოლოგიური გამოკვლევის საფუძველზედ. სახელდობრ, **მუნკმა** [11] გვაჩვენა, რომ აღებული ფეხის რეფლექსურ ცენტრებსა (ე. ი. საკოორდინაციო მექანიზმსა) და ქერქის განსაზღვრულ მამოძრავებელ სფეროს შორის არსებობს მკვიდრი კავშირი, რომელიც იმავე მამოძრავებელ სფეროს და სხვა რეფლექსურ ცენტრებს შორის არა სუფევს. მხოლოდ ამ კავშირის საშუალებით ხორციელდება აღებული ფეხის ქერქული მოძრაობაო.

მაგრამ, ეს იმას არ ნიშნავს, რომ აღნიშნული მკვიდრი კავშირი რომ გაწყდეს, მაგ., მამოძრავებელი სფეროს ამოკრით, მაშინ ყოველივე გაელენა ქერქისა, სხვა დაუზიანებელ ნაწილებიდანაც აღებულ საკოორდინაციო აპარატზედ მოისპობა. ცნობილია, რომ თუ gg. sygmoidei ამოკრეს, ყველა დასწავლილი მოძრაობა ფეხებზედ ისპობა. მაგრამ ამ პირობაშიაც შეიძლება გამოწვეული იყოს ქერქიდან ფეხებზედ ზოგიერთი კოორდინაციული მოძრაობა. მოვიყვან ორიოდე საგულისხმო მაგალითს. **ორბელიმ** [13] (**პავლოვის ლაბორატორია**) ამოაკრა ძაღლს დიდი ტვინის მთელი ზემოთა ზედაპირი; ამოკრილ იყო სხვათა შორის კიდურების მთელი მამოძრავებელი სფერო. ამ ოპერაციის შემდეგ ძაღლმა არ დაკარგა აქტიური ლოკომოციის უნარი სუნზე, ძახილზე და საერთოდ ხმაურობაზე. ეს ლოკომოცია, უეჭველია, აღიძერებოდა გადარჩენილი მიმღებელი ფარგლის საორიენტაციო მამოძრავებელ წერტილებიდან. ეს ლოკომოცია უნდა განვიხილოთ, როგორც საორიენტაციო მოძრაობის უმაღლესი ფორმა. ქალაქ ბაზელის ფიზიოლოგიურ კონგრესზედ (1889) **გოლცმა** აჩვენა ძაღლი, რომელსაც მარცხენა ჰემისფერო ამოკრილი ჰქონდა, ე. ი. მოშორებული იყო მარ-

ჯვენა კიდურების მამოძრავებელი ნაწილები. მაგრამ ძაღლი ასრულებდა მარ-ჯვენა ფეხით დასწავლილ მოძრაობას. შემდეგ ჰერინგმა [13]) მაიმუნზე ამგვარი დაკვირვება მოახდინა: მარცხენა ჰემისფეროს ამოკრის შემდეგ მარცხენა ხელი თავისუფლად აწარმოვებდა დასწავლილ მოძრაობას. ეს ფაქტები ნათლად უჩვენებენ, რომ აღებული ფეხის საკოორდინაციო აპარატები მოქმედობენ როგორც მოპირისპირე ჰემისფეროს მამოძრავებელ ადგილებიდან, ისე იმავე მხარის ჰემისფეროდან. მაშასადამე, **თვითეული ფეხი ინახავს აქტიურ ლოკომოციის და დასწავლილ მოძრაობათა უნარს, თუნდაც რომ გასწყდეს ყველაზე უფრო ვიწროდ დამაკავშირებელი გზები.**

ზემოხსენებული ნერვული გზები, რომელნიც ქერქს და საკოორდინაციო აპარატებს უკავშირებენ ერთი-ერთმანეთს თანშობილია. ცნობილია, რომ ზოგიერთ ცხოველზე ქერქის და ყველა მისი საკოორდინაციო აპარატთან ანატომიური კავშირის განვითარება მთავრდება გაჩენამდე. მაგ: ძროხა, ცხენი, ვირი ჩნდება კარგა განვითარებული მგრძნობიარე და მამოძრავებელი ორგანოებით. ეს ცხოველები, გაჩენისთანავე გვაძლევენ იმ ქერქულ საორიენტაციო რეფლექსებს და აქტიურ ლოკომოციას, რომლებიც მოზრდილებს ახასიათებს. ამ ცხოველებში ქერქის მამოძრავებელი ადგილების გაღიზიანება აგრეთვე გაჩენის პირველ დღეებშივე იძლევა შეფარდებულ მოძრაობას (თარხნი შვილი [24]), ბეხტერევი [1]): სხვა ცხოველებზედ ქერქის და მისი კავშირების განვითარება სრულდება გაჩენის შემდეგ: ამიტომაც ქერქული მოძრაობა გაჩენისას არ სწარმოებს. მაგრამ აქაც ქერქის მამოძრავებელი ადგილები გაჩენის პირველ დღეებში აგზნებულობას აბსოლუტურად არაა მოსპობილი. ამ ქერქის ხელოვნური გაღიზიანებაც ცოტაოდენ მოძრაობას იწვევს. მაშ., ამ ცხოველების მიმართაც შეიძლება ითქვას, რომ მათ ქერქსა და საკოორდინაციო აპარატს შორის მკვიდრი კავშირი დამოკიდებულია ნერვული სისტემის თანშობილ ორგანიზაციაზე. ამ-ნაირად, **ქერქის მამოძრავებელ ადგილებსა და საკოორდინაციო აპარატთა შორის ანატომიური კავშირი ყველა ცხოველებზე თანშობილი უნდა იყოს და არა ინდივიდურად მოპოვებული.**

მამოძრავებელ ადგილთა აგზნება. ამ ადგილთა აგზნებას გამოიწვევს ყოველივე გაღიზიანება, რომლებიც საზოგადოდ ცოცხალ ქსოვილს აღიზიანებს, მაგ.: მექანიკური გაღიზიანება, როგორც წოლა და შეხება; ელექტრული, როგორც გალვანური და ინდუქციური დენი; ქიმიური, როგორც კრეატინი და სხვა. თვითეული აგზნების იმპულსი უნდა მიმდინარეობდეს სწორედ იმავე სისწრაფით, რაც საზოგადოდ ცენტრალური ნერვული სისტემის მიმართ იყო დამტკიცებული; და, რასაკვირველია, **ქერქის აგზნების ბუნება რითმულია.** როგორც საზოგადოდ ცოცხალი ქსოვილის აგზნებისა. ეს ცხადად სჩანს იმნაირ ცდიდან, სადაც ქერქი ღიზიანდება ტეტანური გაღიზიანებით და ეინთჰოვენის გალვანომეტრით კიდე იწერება ამით გამოწვეული კუნთის ელექტრული ეფექტი, მოქმედების ელექტროდენის რითმი სწორედ ისე იცვლება გაღიზიანების სიხშირე ინტენსივობის მიხედვით, როგორც ეს რეფლექსის მიმართ იყო აღნიშნული (Hoffmann [15]). ეს, რასაკვირველია, შეუძლებელი იქნებოდა, რომ ქერქის აგზნება რითმული ბუნებისა არ ყოფილიყო.

აგზნების გამტარებლობა დიდი ტვინის ქერქში. როდესაც ღიზიანდება ქერქის მამოძრავებელი ადგილი და იწერება კუნთის შეკუმშვა, ფარული პერიოდი უფრო მეტია, ვიდრე მაშინ როცა იმავე კუნთის შეკუმშვა იწერება ქერქის ქვეშ მდებარე თეთრი ნივთიერების გაღიზიანებით. ფ რ ა ნ კ ი ს [16]) გამოკვლევით ქერქის ნივთიერების გაღიზიანებისას ფარული პერიოდი სულ მცირედ 0,065 წუთს უდრის, თეთრი ნივთიერების გაღიზიანებისას კი სულ მცირედ—0,045 წუთს. გარჩევა 0,020 წუთით, რასაკვირველია, უნდა მიეწეროს ქერქში აგზნების გავრცელების დაყოვნებას. ძლიერ ხშირად ქერქის ფარული პერიოდი ამაზე უფრო დიდია. იგი შეიძლება რამდენიმე წუთსაც უდრიდეს. ცხადია ასეთი დიდი ფარული პერიოდი ქერქის პირდაპირი გაღიზიანებისას იმაზეა დამოკიდებული, რომ უკანასკნელი ეფექტს ქერქის უჯრედების საშუალებით გამოიწვევს. როგორც საერთოდ ცნობილია, ნერვული უჯრედის ამოქმედება გაცილებით მეტ ხანს საჭიროებს, ვიდრე ნერვული ბოჭკოსი. სწორეთ ამის გამო ხდება, რომ ქერქის ქვეშ მდებარე ნივთიერებაში, რომელიც უჯრედებს არ შეიცავს, მოქმედება უფრო ნაკლები ფარული პერიოდით გამოიწვევა.

ქ ე რ ქ უ ლ ი ე პ ი ლ ე პ ს ი ა. თუ ქერქის მამოძრავებელი ადგილის გაღიზიანება მეტად ძლიერი და ხანგრძლივია, მაშინ ჩონჩხის ყველა მამოძრავებელ ორგანოებს ერთგვარი ხანგრძლივი კრუნჩხვა ემართებათ, რომელსაც **ეპილეპსია** ეწოდება. დაიწყება იმ ფეხზედ ან იმ კუნთებში, რომლის მამოძრავებელი ადგილი ღიზიანდება დიდი ტვინის ქერქში. შემდეგ ვრცელდება ჯერ იმავე მხარეზედ, მერე მეორეზე. ეს კრუნჩხვა ჯერ კლონურია, მერე ტონური და ბოლოს ისევ კლონური. თუ ერთხელ უკვე დაემართა კრუნჩხვა, მეორეთ მისი გამოწვევა იმავე ადგილიდან უფრო სუსტი და ხანმოკლე გაღიზიანებით სწარმოებს.

ამასთან დამახასიათებელია, რომ მოპირისპირე მხარეზე კრუნჩხვა ვრცელდება ორივე მიმართულებით როგორც თავისკენ, ისე კუდისკენ. გაღიზიანების მხარეზე კი კრუნჩხვა მუდამ ერთი და იმავე მიმართულებით ვრცელდება: იწყება უკანა კიდურზე და მერე წინა კიდურზე და თავზე გადადის. გაღიზიანება რომ შედარებით სუსტი იყოს, ქერქის აგზნებულება კიდე შედარებით დაბალი, მაშინ შეიძლება რომ კრუნჩხვა მხოლოდ ერთს კიდურს ან და კუნთების ერთ ჯგუფს დაემართოს (Fritsch და Hitzig [2]), Ferrier [3]).

ადამიანს ეპილეპსია ემართება ქერქის დაავათმყოფებისას სხვა და სხვა მიზეზით: ანთება, დასივება, დეგენერაციის პროცესი. ქერქის გაღიზიანება აუცილებელ პირობას წარმოადგენს, ამიტომ ამ ეპილეპსიას ქერქულს უწოდებენ (Hughlings—Jackson-ის ქერქული ეპილეპსია [19]). ეპილეპსია შეიძლება გამოწვეულ იქმნას აგრეთვე თავის ტვინის სხვა განყოფილებიდანაც, მაგ., მოგრძო ტვინის გაღიზიანებით. მაგრამ ეს ეპილეპსია მუდამ იწყობა ერთბაშად მთელ სხეულში, და არა ისეთი ქარაქტერული თანდათანობით, როგორც ქერქისა.

რომ ამოვაჭრათ ზოგიერთი მამოძრავებელი ნაწილები, მაშინ შეფარდებულ კუნთთა ჯგუფს კრუნჩხვა სულაც არ მოუვა ეპილეპსიის დროს. მაგ., რომ ამოვაჭრათ ერთი ფეხის მამოძრავებელი ადგილი, მაშინ ამ ფეხში მოისპობა ეპილეპსია, სხვაგან კი ჩვეულებრივ იმდინარეებს.

ეს იმას უჩვენებს, რომ კრუნჩხვის გავრცელება სხეულის ერთი ნაწილიდან მეორეზე პირობადებულია აგზნების გავრცელებით ერთი მამოძრავებელი ადგილიდან მეორეზე (Luciani [50]).

ეპილეპსიური კრუნჩხვის დროს ანტაგონისტური მოქმედება არ ისპობა. ეს საკმარისად ნათლად სჩანს კრუნჩხვის თვითეულ ფაზაში. თუმცა თვითეულ კიდურზე კრუნჩხვის დროს ორიეე ანტაგონისტური ჯგუფი შეკუმშვას განიცდის, მაგრამ მუდამ ერთ ჯგუფში შეკუმშვის გაძლიერების დროს მეორე ანტაგონისტურ ჯგუფში შეკუმშვა კლებულობს. ეპილეპსიის დროს აგზნება სწრაფად გადადის ერთი მამოძრავებელ ადგილიდან მეორეზე; ამიტომ ერთსა და იმავე დროს აქედან იწყეევა მოქმედება ერთი და იმავე კიდურის მთელი რიგ საკოორდინაციო აპარატებში. ამას შედეგად მოსდევს ანტაგონისტთა ერთდროული აგზნება და შეკავება. მისდა მიხედვით თუ რომელი ინერვაცია სჯარბობს, შეკუმშვა ხან ერთ ჯგუფშია მეტი და ხან მეორეში (ბერიტაშვილი [17]).

ქერქში აგზნებულების მომატება გაღიზიანების საპასუხოდ. ეს თვისება ქერქს უფრო დიდი ხარისხით აქვს, ვიდრე ც. ნ.-ის სხვა განყოფილებებს. გაღიზიანების შემდეგ აგზნებულების მომატება უფრო დიდხანს გასტანს ხოლმე: მთელი წამობით და საათობით. ამ აგზნებულების მომატებას მნიშვნელობა აქვს ქერქის რეაქციების ცვალობადებაში. გრეიმ ბროუნმა [16]) გეაჩვენა, მაგ., რომ თუ ჯერ გაღიზიანდა მოხვრის მამოძრავებელი წერტილი და მერე მალე მის შემდეგ გაშლის წერტილი, შეიძლება მეორე გაღიზიანებისას გაშლის მაგიერად მოხვრა მივიღოთ. ეს მოვლენა აიხსნება იმით, რომ მოხვრის წერტილის აგზნებულება მისი გაღიზიანებისას იმდენად მატულობს, რომ მომდეენო გაღიზიანება გაშლის წერტილისა აგზნების ირადიაციის საშუალებით პირველი წერტილის მოქმედებას იძლევა. საგულისხმოა, რომ ქერქის მამოძრავებელ ადგილთა გაღიზიანება თითო ინდუქციის კვეთებით ეფექტს არ იძლევა. იგი ყოველთვის სუბმინიმალურია. მაშ., ტეტანური გაღიზიანების ეფექტი მუდამ სუმაციის შედეგია, ე. ი. აგზნებულების მომატებისა თვითეული სუბმინიმალური გაღიზიანების მიერ.

ქერქის აგზნებულების ცვლილება ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების გავლენით. ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერება არამც თუ ქერქში აგზნებას გამოიწვევს, არამედ აგრეთვე მის აგზნებულებას ან მატებს, ან კიდე აკლებს. განსაკუთრებით დიდი თეორიული მნიშვნელობა აქვს სტრიქნინის გავლენას. ეს შხამი რომ წაუსვათ განსაზღვრულ მამოძრავებელ ადგილს, მაგ., წინა ფეხისას მარცხენა ჰემისფეროში, შემდეგ ფუნქციურ ცვლილებას მივიღებთ. 1, აგზნებულება მოშხამულ ადგილას ძლიერ მატულობს. 2, წინა მარჯვენა ფეხი იძლევა რითმულ მოძრაობას რამდენიმე წამის განმავლობაში: თვითეული მოძრაობა სწრაფად მიმდინარეობს, წუთზე ნაკლებ დროში. ეს მოძრაობა წარმოადგენს სრულიად კოორდინაციულ მოხვრას: ერთი კუნთების ჯგუფი სწრაფად აიგზნება, მეორე კი ისევე სწრაფად შეკავდება. ხშირად ამავე დროს რითმულად მოძრაობს აგრეთვე წინა მარცხენა ფეხი, ხოლო ეს მოძრაობა წარმოადგენს სრულიად კოორდინაციულ გაშლას. 3, მეტად მატულობს აგრეთვე მთელი მარჯვენა

ფეხის მგრძნობიერობა პერიფერიული გაღიზიანების მიმართ: კანის ან ნერვის ისეთი სუსტი გაღიზიანება, რომელიც მოწამელამდის მოძრაობას არ იწვევდა, ეხლა მძლავრ ეფექტს იძლევა. 4, ამასთან მატულობს აგზნებულება მოუშხამელ ქერქშიაც და თითქმის ყველგან მთელ ორგანიზმში. მაგრამ, რაც მეტად საგულისხმოა, ყოველივე გაღიზიანება გამოიწვევს სხვათა შორის იმ ეფექტსაც, რომელიც მოწამლული ქერქის აგზნებას შეეფარდება. ამასთან თუ გაღიზიანება სუსტია, მაშინ იგი მხოლოდ ამ ეფექტს იძლევა (ბ ერ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[19]). აქედან ცხადია, რომ როდესაც რომელიმე მამოძრავებელი ადგილი დიდი ტვინის ქერქისა **სტრიქნინით არის მოწამლული და ამის გამო მისი აგზნებულება მეტის მეტად მომატებულია, მაშინ იგი მოქმედებაში მოდის, როგორც მისივე პირდაპირი გაღიზიანებით ან კიდე შეფარდებული გარეგანი მგრძნობიარე ზედაპირისა, ისე ყველა პერიფერიული გაღიზიანების მიერ.** რასაკვირველია, მგრძნობიერობის მომატება, რამდენათაც ეს გამოიხატება მამოძრავებელი ეფექტის გამოწვევაში მოუწამელელ ქერქიდან და აგრეთვე მთელი სხეულიდან, იქიდან კი არ წარმოსდგება, რომ ეითომდა მართლა აგზნებულებას მოემატებინოს საერთოდ ტვინის მიმღებელ ფარგლებში, ან საკოორდინაციო აპარატებში, არამედ იმაზეა დამოკიდებულია, **რომ ის სუსტი გაღიზიანება, რომელიც მოწამვლამდის მამოძრავებელ ეფექტს არ იწვევდა, ეხლა სრულიად საკმარისი გამოდის ირადიაციის წყალობით მოწამლული ალაგის ასაგზნებად და აქედან ეფექტის გამოსაწვევად.**

ს ა კ ი თ ხ ი შ ე კ ა ვ ე ბ ი ს პ რ ო ც ე ს ი ს შ ე ს ა ხ ებ დ ი დ ი ტ ვ ი ნ ი ს ქ ე რ ქ შ ი. დიდი ტვინის ქერქიდან გამოწვეული კოორდინაციული მოძრაობის დროს რეციპროკული შეკავება ქერქში არ წარმოიშვება. ეს შეკავება წარმოიშვება ქერქის გარეშე ზურგის და თავის ტვინის საკოორდინაციო აპარატებში. ცნობილია, რომ დიდი ტვინის ქერქს ქვეშა თეთრი ნივთიერების გაღიზიანებით იწვევა ისეთივე რეციპროკული ინერვაცია, როგორც თვითონ ქერქისა. ჯერ არავის დაუმტკიცებია შეკავების კერის აღმოცენება დიდი ტვინის ქერქში. შეკავება როგორც ერთი რამ თავისებური პროცესი წარმოიშვება მხოლოდ საკოორდინაციო მექანიზმებში, რომლებიც საზოგადოდ ქერქის გარეშე არსებობენ. შეკავების ბიოლოგიური მნიშვნელობა, როგორც ჩვენ უკვე აღვნიშნეთ, მასში მდგომარეობს, რომ მის საშუალებით შესაძლებელი ხდება მამოძრავებელ ორგანოების ფუნქციონალური პრობლემის, ე. ი. მათი კუნთების ანტაგონისტური მონაწილეობის განხორციელება. მართალია, როგორც ფიზიოლოგთა, ისე ფსიქოლოგთა შორის არსებობს ისეთი აზრი, რომ ეითომ დიდ ტვინსაც აქვს შემაკავებელი ფუნქცია, მაგრამ ამ ჰიპოთეზის მთავარი მიზეზი ის იყო, რომ აქნობამდის ფაქტიური მასალა არ იყო სათანადოდ შესწავლილი.

გაბატონებული წარმოდგენა დიდი ტვინის ქერქის შემაკავებელი ფუნქციის შესახებ უპირველესად ყოვლისა ემყარება დიდი ტვინის ექსტირპაციის შედეგებს. სახელდობრ გ ო ლ ც ი ს[21], მიერ დაკვირვებული იყო, რომ დიდი ტვინის მოშორება, მეტადრე წინა ნაწილისა, მუდამ კიდურების რეფლექსური მოქმედების გაძლიერებას იწვევს. აქედან გ ო ლ ც მ ა დასკვნა, რომ ჰემისფეროთა წინა ნა-

ხეკარში შემაკავებელი ცენტრი არსებობს, რომ მაშ., აღნიშნული რეფლექსური მოქმედების აღმატება ამ ცენტრის მოშორებას უნდა მიეწეროს. ეს აზრი მეორდებოდა მრავალი ფიზიოლოგების მიერ და სხვათა შორის განმეორებული იყო სულ უკანასკნელად კალიშერის[20]) მიერ. ამასთან დიდი ხანია, რაც შემჩნეული იყო, რომ რეფლექსური მოქმედება და აგზნებულება ძლიერდება არა მარტო დიდი ტვინის წინა ნაწილის მოშორებით, არამედ დიდი ტვინის ყოველგვარ დაზიანებისას (Fano და Libertini[21]). ამ საფუძველზედ ზოგიერთი მეცნიერის აზრით შემაკავებელი ფუნქცია მთელ ტვინს უნდა მიეწეროს.

უახლესი გამოკვლევები პავლოვის ლაბორატორიიდან აგრეთვე ამტკიცებენ რეფლექსური აგზნებულების მომატებას საზოგადოდ ქერქის ნაწილობრივი ექსტირპაციის შემდეგ. ავტორები ამას განიხილავდენ როგორც ქერქის შემაკავებელი უნარის დასუსტების შედეგს (ორბელი 1908[12]) ელიასონი 1908[21]), დემიდოვი 1908[22]), კურაევი 1912[23]).

მაგრამ არც ერთი ზემო მოყვანილი დასკვნა არ გამომდინარეობს პირდაპირ ცდებიდან. აგზნებულების მომატებას ან და საზოგადოდ რეფლექსური მოქმედების გაძლიერებას დიდი ტვინის დაზიანების შემდეგ უდევს შემდეგი ფიზიოლოგიური საფუძველი. ც. ნ. ს.-ის ზოგადი ფიზიოლოგიიდან ვიცით, რომ ყოველივე მისი დაზიანება როგორც მომქმედ, ისე უმოქმედო სუბმინიმალურ გაღიზიანებათა წყაროს წარმოადგენს. ამის გამო ც. ნ. ს.-აში აგზნებულება მატულობს. ტვინის ჭრილობის განკურნვა ძალიან ბევრ ხანს თხოულობს და შეიძლება ითქვას რომ მისი საბოლოოდ მორჩენა მიუხწეველია. ამას ამტკიცებს თვით პავლოვის ლაბორატორიის პრაქტიკა, სადაც დიდი ტვინით დაოპერაციებული ძაღლების დიდი უმრავლესობა უდროოდ იხოცება. აქედან გამომდინარეობს, რომ აგზნებულების მომატება ც. ნ. ს.-აში უნდა გაგრძელდეს მთელი ის დრო, ვიდრე ცოცხლობს ცხოველი. დიდი ტვინის წინა ნახევარის მოშორების შემდეგ რეფლექსურმა აგზნებულებამ ყველაზე მეტად უნდა მოიმატოს, ვინაიდგან ამ შემთხვევაში ზიანდება მრავალი პირამიდული და სხვა გზების დასაწყისი, რომელნიც ზურგისა და თავის ტვინის საკოორდინაციო და მამოძრავებელ აპარატებში თავდებიან. ამით აიხსნება რომ, თუ ვინიცობაა ამოაჭრეს ერთი ჰემისფეროს წინა ნახევარი, მაშინ აგზნებულება და რეფლექსური მოქმედება მატულობს მხოლოდ ერთს მოპირისპირე მხარეზე, ე. ი. იქ, სადაც ბოლოვდებიან დაზიანებული ნაწილის ქვემავალი გზები (დემიდოვი[22]).

აზრი ქერქული შეკავების შესახებ პოულობს ერთ გვარს საფუძველს აგრეთვე იმ ცნობილ მოვლენაში, რომ ქერქული გაღიზიანების გავლენით შეიძლება რეფლექსური მოქმედება შემცირდეს. პირველი ასეთი დაკვირვება ეკუთვნის ბუბნოვს და ჰეიდენჰაინს (1881[25]). მორფის გაელენით აღმატებული აგზნებულების მქონე ძაღლებზე ამ ავტორებმა შეამჩნიეს, რომ კიდურის მძლავრი გაღიზიანება და ან შეფარდებული მამოძრავებელი ადგილისა დიდი ტვინის ქერქში იწვევს აღებული კუნთის რეფლექსურ შეკუმშვას ხანგრძლივი შემდეგმოქმედებით. პირიქით, სუსტი გაღიზიანება იმავე კიდურისა ან იმავე ქერქის ადგილისა იძლევა არსებული შემდეგმოქმედების დასუსტებას. აქედან მათ დას-

კენეს, რომ „მოსვენებულ ნერეულ უჯრედებში გაღიზიანება იწვევს აგზნებას, მოქმედში კი შეკავებასო. ამის წყალობით თვითეულჯერ არსებული მდგომარეობა ისპობა და გარდიქცევა მოწინააღმდეგე მდგომარეობათო". აეტორებს მხედველობაში ჰქონდათ მთელი ც. ნ. ს. და კერძოდ დიდი ტვინის ქერქიც. მაგრამ ამ აეტორებს ასეთი განზოგადოებისთვის უფლება არ ჰქონდათ. თვითონ აეტორები აღნიშნავენ, რომ ამგვარი ტონური შემდეგმოქმედების დასუსტება სუსტი გაღიზიანების ზეგავლენით მაშინაც ხდება, თუ რომ ცდები ქერქის მოშორებისას სწარმოებს. მაშასადამე შემდეგმოქმედების დასუსტების მოვლენა, რომელიც დიდი ტვინის ქერქის გაღიზიანებისას სწარმოებდა, შესაძლებელია სრულიად არ იყოს დამოკიდებული დიდი ტვინის ქერქზე, არამედ თავისა და ზურგის ტვინის ჩვეულებრივ საკოორდინაციო აპარატის მოქმედებაზე. რომ ეს მართლაც ასე იყო, სჩანს იქიდან, რომ მორფით მოწამლული ძაღლების შემდეგმოქმედება ტონური ხასიათისა იყო, სწორედ იმგვარი, რომელიც საშეაღო ტვინის გადაჭრის შემდეგ იწვევა, ე. ი. იგი უნდა იყოს დამოკიდებული ც. ნ. ს.-ის ტონური ცენტრების მოქმედებაზე. ეხლა სრულიად გარდაწყვეტილად ითვლება, რომ დეცერებრაციის გამო და ნარკოტული ნივთიერების გავლენით გამოწვეული ტონური შეკუმშვა ერთი და იგივე ბუნებისა არის. ორივე დამოკიდებულია ტონური ცენტრების აგზნებაზე (Rothfeld [26]). მერე ნაჩვენები იყო, რომ ისე როგორც ბუბნოვის და ჰეიდენჰაინის ცდებში კუნთების ტონური შეკუმშვა დეცერებრირებულ ცხოველებზე შეიძლება გაძლიერდეს ან და დასუსტდეს პერიფერიული გაღიზიანების გავლენით. ეს დამოკიდებულია გაღიზიანების ინტენსიეობაზე, და მეტადრე საკოორდინაციო აპარატების აგზნებულების ხარისხზე. ასე მაგ., თუ რომ თავის მდებარება ისეთია, რომ იგი ხელს უწყობს აღებული კიდურის გაშლის ტონუსს, მაშინ მოხვრის მიმღებელი ველის სუსტი გაღიზიანება არსებული გაშლის ტონუსის გაძლიერებას იწვევს, მძლავრი გაღიზიანება კი მის დასუსტებას. გაძლიერება იქნება დამოკიდებული გაშლის ტონური ცენტრების გაძლიერებულ ამოქმედებაზე, დასუსტება კი ამავე დროს გაღიზიანების მიერ დაცვის მოხვრის რეფლექსის გამოწვევაზე (ბერიტაშვილი [27]).

ამნაირად, **შეკავების პროცესი არ შეადგენს ც. ნ. ს.-ის თვითეული უჯრედის ან ნეირონის თვისებას. კერძოდ დიდი ტვინის ქერქს არა აქვს შეკავების პროცესის უნარი. ეს პროცესი აღმოცენდება მხოლოდ ქერქს გარეშე მდებარე საკოორდინაციო აპარატებში.**

პრაქტიკუმი.

ქერქის მამოძრავებელი ადგილების დაკვირვება ძაღლზედ ან კატაზედ. ტრახეოტომია; ღრმა ნარკოზი ქლოროფორით ან ეთერით ხელოვნური სუნთქვის საშუალებით, როგორც აწერილია მე-318 გვერდზედ. ჯერ ქალას ზემოდან, წინიდან და გვერდებიდან გაანთავისუფლებენ კანისაგან და კუნთებისგან. მერე ტრეპანით გახვრეტენ ქალას და ამ ნახვრეტის საშუალებით ამოამტვრევენ ძვლის სამტერეევი იარაღით ტვინის სახურავს აღნიშნულ ფარგლებში. ბოლოს მოაცლიან მაკრატლით მაგარ გარსს და მით გამოაჩენენ დიდი ტვინის ჰემისფეროთა შუბლის და თხემის წილს. შუბლის ნაწილში მდებარეობს sulcus cruciatus-ი.

ამის წინა და უკანა ხვეულში განსაზღვრული ადგილების გაღიზიანება გამოიწვევს განსაზღვრულ მოძრაობებს. გაღიზიანება სწარმოებს პლატინის ელექტროდებით.

ქერქის მამოძრავებელი ადგილის სტრიქნინით მოწამვლის დაკვირვება. იმ ალაგს, საიდანაც წინა ფეხების მოძრაობა—მოხვრა იწვევა, მიადებენ სტრიქნინის ხსნარში (0,1%) დასველებულ ქაღალდის წვრილ ნაჭრებს (1—2 mm.) ორი-სამი წამის განმავლობაში მეორე მხარის წინა ფეხი იწყებს სწრაფად ზედიზედ მოძრაობას, ამ მოძრაობის რითმი წამში ერთიდან ოთხამდეა. მოძრაობის ამპლიტუდა ჯერ მატულობს 5—10 წამის განმავლობაში, მერე იგი კლებულობს. სტრიქნინური ეფექტი თავდება 20—30 წამის განმავლობაში. თავისთავად მოძრაობას აწარმოებს აგრეთვე კისერი და მეორე წინა ფეხიც. ხოლო, ეს წინა ფეხის მოძრაობა გაშლის ხასიათისაა, როდესაც პირველი ფეხი მოხვრას აწარმოებს. ამავე დროს მოწამლული ნაწილის აგზნებულება მნიშვნელოვნად მატულობს. იგი მატულობს აგრეთვე მეორე ჰემისფეროს სიმეტრიულ ნაწილშიაც. ხოლო აქედან გამოწვეული ეფექტი ისეთია, თითქოს მოწამლული ნაწილი ღიზიანდებოდეს. იგი უნდა იწვეოდეს მოწამლულ ადგილიდან, რომელიც თავის მხრივ მოქმედებაში მოდის გაღიზიანებულ წერტილიდან აგზნების ირადიაციის გამო.

ქერქული ეპილეპსის დაკვირვება. იმავე პრეპარატზე ზემო აღნიშნულ ცდების დამთავრების შემდეგ მძლავრად გააღიზიანებენ ერთ რომელიმე მამოძრავებელ ადგილს. ეს ადგილი რომ მარცხენა წინა ფეხის იყოს, ე. ი. მარჯვენა ჰემისფეროში, მაშინ კრუნჩხვა პირველად ყოვლისა მარცხენა წინა კიდურს ემართება, მერე მარცხენა გვერდს და კისრის და თავის მარცხენა მხარეს, შემდეგ მარცხენა უკანა კიდურზე გადაეა. ამის შემდეგ კრუნჩხვა მარჯვენა მხარეზე იწყება: ჯერ იგი ჩნდება უკანა კიდურზე და მხოლოდ მერე წინა კიდურზე და პირისახეზე. სწორედ იმ დროს, როდესაც მარჯვენა მხარეზე კრუნჩხვა გაძლიერდა, მარცხენაზე იგი სუსტდება ან და ისევ ძლიერია, ხოლო კრუნჩხვის დამთავრება ყოველ შემთხვევაში მარცხენა მხარეზე უფრო ადრე მოხდება, ვიდრე მარჯვენაზე.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Kalischer, Zitz.-Ber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss.. 1900, გვ. 722; 1901, გვ. 428; Abhandl. d. Könlgl. Preuss. Ak. d. Wiss. 1905.
2. Fritsch და Hitzig, Arch. An. Physiol. u. Wiss. Mediz., 1870, გვ. 300; იგივე, 1873, გვ. 397; Arch. Psychiatrie, 1872, 3, 231.
3. D. Ferrier, Vorles. üb. d. Hirnlokal. Deutsch. von Weiss. Leipzig u. Wien. 1892.
4. Luciani და Tamburini, Sulla funzione del cervello. Reggio—Emilia, 1878.
5. Beevor და Horsley. Philos. Trans. Roy. Soc. of London, 181, (B), 1891, 49 და 125; 1895, 185, 39; Jour. Physiol., 1899, 23, 10.
6. Grünbaum და Sherrington. Proc. Roy. Soc. of London, 1902, 69, 206; 1904, 72, 152.
7. Bechterew, Ar. An. Physiol., 1899, Suppl., გვ. 543.
8. Hering და Sherrington, Pfl. Ar., 1897, 68, 222; Erg. Physiol., 1902. 1, განყ. 2, გვ. 503.

9. A. Bethe და Kast, Pfl. Ar., 1922, 108, 604.
10. Ariens Kappers. Fol. neuro-biol., 1908, 1, 509,
11. Munk, Sitzungsb. d. Berl. Ak. d. Wissensch., 1893. გვ. 759.
12. Орбели, Труд. общ. русск. врачей. 1908. Март—Май.
13. Hering, Pfl. Ar. 1898. 70.
14. Bechterew, Neurol. Centralb., 1898. 17, 148.—Physiol. d. motor. Hirnrindenregion, 1886.
15. P. Hoffmann, Ar. An. Physiol., Suppl., 1910, გვ, 286.
16. Franck, Lecons cur les fonctions motr. d. cerveau, 1887, Paris.
17. ბერიტაშვილი. ქერქული ეპილეპსია. დაუბეჭდავია.
18. Graham Brown. Ergeb. Physiol., 1913, 13.
19 Беритов, Русс. Физиол. Журн., 1917, 1.
20. Kalischer, Berl. physiol. Gesellsch., 6. Febi. 1914.
21. М. Эльяссон, Изслед. слух. способ. собаки в нормаль. услов. и при частичном двусторон. удалении корк. центра слуха. დისერტაცია პავლოვის ლაბ., 1908.
22. В. Демидов, Услов. рефл. у собак без передней полов. обоих полушарий. 1909. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდან.
23. С. Кураев, Изследов. собак с наруш. перед. долями боль. полуш. в поздн. послеопер. период. 1912. დის. პავლოვის ლაბ-ან.
24. Fano და Libertini, Arch. ital. d. biol. 1895.
25. Bubnoff და Heidenhain, Pfl. Ar., 1881, 26, 137.
26. Rothfeld, Pfl. Ar., 1912, 148, 564.
27. Beritoff, Q. Jour. Exp. Physiol., 1915. 9. 199; Известия Росс. Акад. Наук, 1915, გვ. 649 და 853.
28. И. Тарханов, О психомоторных центрах и их развитии у людей и животных, 1879. Петербург.
29. E. Hitzig, Hughlings-Jackson u. motorische Rindencentren im Lichte physiol. Forschung. 1901, Berlin.
30. L. Luciani, Physiologie des Menschen, ტ. 3. გვ. 584. 1907, Jena.
31. F. Goltz, Pfl. Ar., 1884, 42, 450.

4. ზოგადი ცნება ინდივიდური რეფლექსების შესახებ და მეთოდიკა.

ზოგადი ცნება ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსის შესახებ. დიდი ტვინის მთავარ ფუნქციას ეკუთვნის ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსური მოქმედება. ამის შედეგს წარმოადგენს როგორც ყველა ე. წოდ. ნებითი მოძრაობა, ისე ჩვეული მოძრაობა და ჩვეული სეკრეცია. ადამიანი თუ ცხოველი თვითეულ ამნაირ მოქმედებას იძლევა გაღიზიანების სა-

პასუხოდ მხოლოდ იმიტომ, რომ ოდესღაც ეს მოქმედება და გაღიზიანება ან ერთად, ან სწრაფად ზედიზედ სწარმოებდა. ცხენი უმატებს ნაბიჯს, როდესაც მოქნეულ მათრახს ხედავს. ადამიანს პირში ნერწყვი მოსდის, როდესაც ნაცნობ საჭმელს დაინახავს. როგორც ერთს, ისე მეორე მოქმედებას პირდაპირი თანშობილი დამოკიდებულება არ აქვს მის გამომწვევ გაღიზიანებასთან. მათრახის დანახვაზე ცხენი ნაბიჯს უმატებს იმიტომ რომ, ოდესღაც მოქნეულ მათრახის დანახვას მოჰყვა მათრახის დარტყმა, რამაც სიარული მოამატებინა. ამის შემდეგ მათრახის დანახვა დაუკავშირდა ლოკომოციის აჩქარებას. ნაცნობი საჭმლის დანახვაზე ნერწყვი მოგვდის იმიტომ, რომ როდესაც საჭმელი პირში შედის, იგი ნერწყვს იწვევს, და ამის შემდეგ ამ საჭმლის შეხედულობა ნერწყვის გამოდენას უკავშირდება. ეს მოვლენა თავის თავად კარგად ცნობილია ცხოვრებაში. მაგრამ მისი ლაბორატორიული გამოკვლევა სულ ახალი საქმეა. ამ საკითხს უკავშირდება დიდი ტვინის მთავარი პრობლემა: **გამოაშკარავება ამ კანონ შეწონლებათა, რომელთა თანახმად დიდი ტვინის ქერქის ფიზიოლოგიური პროცესები სწარმოებენ.**

სისტემატიური გამოკვლევა ფიზიოლოგიური პროცესებისა დიდი ტვინის ქერქში ნორმალურ ცხოველებზე დაწყებული იყო რუსეთის გემოჩენილი მეცნიერის ივ. პავლოვის ხელმძღვანელობით. პირველი სისტემატიური შრომა ეკუთვნის მის მოწაფეს ტოლოჩინოვს, რომელიც 1902 წელს გამოქვეყნდა [1]). მას მოჰყვა ზედიზედ მრავალი შრომა თვითონ პავლოვისა [2]) და მის მრავალ მოწაფეთა. ამ ოცდაოდ წლის განმავლობაში მათ შეჰქმნეს მთელი მოძღვრება ამ რთული ნერვული მოქმედების შესახებ. პავლოვს კვალ-და-კვალ მისდევდა ბეხტერევი [3]), აგრეთვე რუსეთის ცნობილი მეცნიერი. ამასაც ჰყავდა ბევრი მოწაფე ამ ფრიად საგულისხმო დარგის შესასწავლად. პირველი გამოკვლევა ამ მიმართულებით ბეხტერევის მიერ 1907 წელს იყო შესრულებული [4]).

პავლოვის ლაბორატორიაში ინდივიდური მოქმედება შეისწავლებოდა ინდივიდურად მოპოვებული სასეკრეციო ნერწყვის რეფლექსების საშუალებით, ბეხტერევისაში კიდე—მამოძრავებელი რეფლექსების საშუალებით როგორც ცხოველებზედ, ისე ადამიანზედაც. ამ ბოლო დროს ინდივიდური მოქმედება შეისწავლება აგრეთვე რუსეთის მრავალ ფიზიოლოგიურ ლაბორატორიებში, სადაც მეტ ნაწილად მუშაობას ხელმძღვანელობენ პავლოვის და ბეხტერევის ყოფილი მოწაფენი.

პავლოვის და ბეხტერევის რეფლექსოლოგიური შკოლების მიმართულება. ეს შკოლები აწარმოებენ არა მარტო ინდივიდურ რეფლექსების სისტემატიურ შესწავლას. ამასთან ერთად პავლოვის და ბეხტერევის მთავარ ამოცანას შეადგენდა აგრეთვე ყველა ინდივიდური მოვლენების ფიზიოლოგიური ბუნების გამოკვლევა. ამაში ყველაზე უფრო მეტი ღვაწლი მიუძღვის პავლოვს, ვინაიდან მთავარი თეორიული შეხედულებანი შემუშავებული იყო პავლოვის მიერ. ამ შეხედულებათა განვითარებამ განიცადა ორი პერიოდი. პირველი პერიოდი იყო მაშინ, როდესაც თვითონ პავლოვი და მისი მოწაფენი იკვლევდენ ინდივიდურ მოვლენებს ცენტრალური

ნერვული სისტემის მოქმედების ცნობილი ფიზიოლოგიურ კანონთა თვალთსაზრისით. ეს თავდაპირველი პერიოდი ხან მოკლე იყო 1902-დან 1907 წლამდე. მიუხედავად იმისა რომ მართებული მიმართულება იყო აღებული, უკანასკნელი თავიდანვე ვერ აკმაყოფილებდა მათ. მუშაობა დაიწყო მაშინ, როდესაც ჯერ არ არსებობდა შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს, გ რ ე ი მ ბ რ ო უ ნ ი ს, მ ა გ ნ უ ს ი ს და სხვების ფუნდამენტალური გამოკვლევები ც. ნ. ს.-ის თანშობილი მოქმედებიდან. ცხადია, იმ დროს პ ა ვ ლ ო ვ ი ვერ იპოვიდა ცენტრალური ნერვული სისტემის ზოგად ფიზიოლოგიაში საჭირო ცნობებს, რომლითაც მას შეეძლო ესარგებლა ინდივიდურ მოვლენათა ანალიზის დროს [9]). ამიტომ თავდაპირველი მიმართულება თანდათანობით მიტოვებული იყო. 1908 წლიდან უკვე იწყებს გაბატონებას ახალი მიმართულება, მუშაობის ახალი პერიოდი. ამ დროიდან თვითეული რთული ინდივიდური მოვლენის ასახსნელად მუშავდებოდა სპეციალური ჰიპოთეტური წარმოდგენა თითქმის სავსებით დამოუკიდებლად ზოგად ფიზიოლოგიისგან. ამიტომ წამოყენებული იყო ისეთი თავისებური კანონები, რომელთაც ზოგადი ფიზიოლოგია არ სცნობდა მაშინ და არ იცნობს ეხლაც. ეს მეორე მიმართულება, ცხადია არა მართებული, გრძელდება ჩვენ დროამდის.

მთავარი ჰიპოთეზები ინდივიდური რეფლექსების მოქმედების შესახებ შექმნილი იყო პ ა ვ ლ ო ვ ი ს მიერ 1907 წლიდან 1910 წლამდე. არ შეიძლება უარეყოთ, რომ იმ დროს მხოლოდ ასეთი ჰიპოთეზების საშუალებით შეიძლებოდა ინდივიდურ მოვლენათა სისტემატიზაცია და ახსნა-განმარტება. მაგრამ ეს ჰიპოთეზები დღემდის გაბატონებულია პ ა ვ ლ ო ვ ი ს და ბ ე ხ ტ ე რ ე ვ ი ს შკოლებში, მიუხედავად იმისა, რომ დღეს ც. ნ. ს.-ის ზოგადი ფიზიოლოგია სულ სხვა მდგომარეობაშია. ამ უკანასკნელი 15—20 წლის განმავლობაში შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს ცნობილი წიგნის: Integrative Action of Nervous System, 1906 წ. გამოსვლის შემდეგ ზოგადი ფიზიოლოგია ვითარდებოდა სწრაფი ნაბიჯით. ეხლა მან უკვე მიახწია იმ დონეს, რომ შეუძლებელი არაა ყველა რთულ ინდივიდურ მოვლენათა ახსნა-განმარტება ცნობილი ფიზიოლოგიური კანონების მიხედვით სწარმოებდეს. მაგრამ პ ა ვ ლ ო ვ ი ს შკოლა, აგრეთვე ბ ე ხ ტ ე რ ე ვ ი ს ა, რომელიც ფაქტების ახსნა-განმარტებაში მეტ-წილად პ ა ვ ლ ო ვ ს მისდევს, ეხლაც იმ ჰიპოთეზებს ეფუძნება, რომელნიც შექმნილ იყვნენ 1907—1910 წელს. მართალია, როგორც წინეთ, ისე ეხლაც სარგებლობენ ზოგადი ფიზიოლოგიის ზოგიერთი რამ მიხწევით, მაგრამ ეს სულაც არ უშლის ხელს ყველა ძველი ჰიპოთეტურ წარმოდგენათა ბატონობის გაგრძელებას.

ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი ს მ ი მ ა რ თ უ ლ ე ბ ა. პირველი ცდა ინდივიდურ მოვლენათა შესწავლისა ც. ნ. ს.-ის ზოგადი ფიზიოლოგიის თვალთსაზრისით ეკუთვნის ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ს. მან დაიწყო ექსპერიმენტალური გამოკვლევა ამ დარგში 1916 წელს. პირველად მისი ნამუშავრის შედეგი მოკლედ დაიბეჭდა 1919 წელს ქართულ ენაზე. (ქართულ ენაზე გამოსული „ფიზიოლოგიის სახელმძღვანელოს" პირველი ტომი). ხოლო დაწერილებით ინდივიდური რეფლექსების შესახებ შრომები გამოქვეყნებულ იქმნა 1924 წლიდან გერმანულ და ინგლისურ ენაზე [4]). ამ შრომებში მოცემულია ექსპერიმენტალური ანალიზის საშუალებით

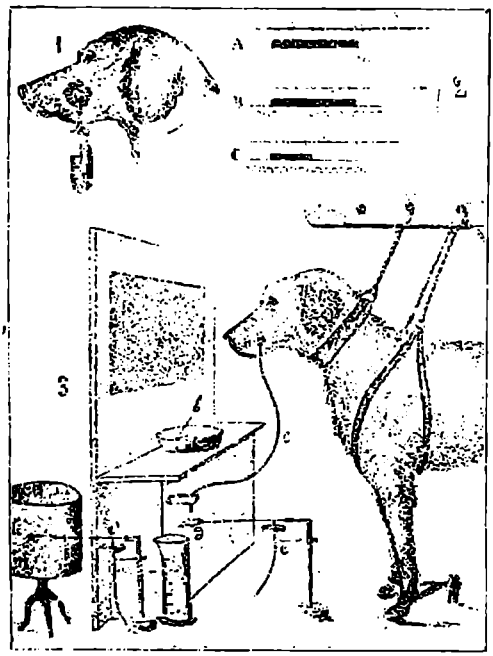
ცნობილ ინდივიდურ მოვლენათა წმინდა ფიზიოლოგიური ახსნა. ამ ანალიზის დროს არ არის რამენაირად შელახული რომელიმე ცნობილი ფიზიოლოგიური კანონი ზოგად ფიზიოლოგიიდან და არც არის ნახმარი ისეთი კანონშეწონილება, რომელიც სპეციალურად ინდივიდური მოქმედების ასახსნელად იყოს გამოგონილი და გამოყენებული.

ამ სახელმძღვანელოშიც, რასაკვირველია, თვითეული ინდივიდური მოვლენის ფიზიოლოგიური ბუნების განმარტებისას ჩვენ ვიხელმძღვანელებთ მხოლოდ იმ კანონებით, რომელნიც კარგად ცნობილ არიან თანშობილი რეფლექსური მოქმედების შესწავლიდან და რომელთაც ჩვენ უკვე გაეცანით ცენტრალური ნერვული სისტემის ზოგად ფიზიოლოგიაში.

ბიჰევიორისტული მიმართულება. ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსური მოქმედება შეისწავლება აგრეთვე ამერიკის ფსიქოლოგიურ ლაბორატორიებში. აქ შეისწავლიან ცხოველთა თუ ადამიანის ყოფა-ქცევას, მის დამახასიათებელ ნიშნებს; შემდეგ რამდენად ესა თუ ის ცხოველი ადვილად ეჩვევა ამა თუ იმ მოძრაობას; რომელი მგრძნობიარე ორგანო რა როლს თამაშობს განსაზღვრული მოძრაობის დასწავლისას; მერე თვითონ მგრძნობიარე ორგანოს თავისებურებას: რამდენად იგი გაარჩევს სხვადასხვა თვისების გაღიზიანებათ ერთმანეთისგან. ამ მიმართულების მთავარ ამოცანას შეადგენს მაშასადამე ცხოველთა და ადამიანის ყოფა-ქცევის შესწავლა დამოუკიდებლად ფსიქოლოგიისგან და ფიზიოლოგიისგანაც. ამიტომ ამ მიმართულებას სამართლიანად უწოდებენ ბიჰევიორიზმის სახელს. სიტყვა Behavior აღნიშნავს ინგლისურად ყოფა-ქცევას. ნამდვილი ბიჰევიორისტი სრულიად უარყოფს ფიზიოლოგიის საჭიროებას ყოფა-ქცევის შესწავლისთვის. ერთი ტიპიური წარმომადგენელი უოტსონი [7]) გამოსთქვამს, რომ ფიზიოლოგიას არ შეუძლიან რამე მნიშვნელოვანი დახმარება გაუწიოს ყოფა-ქცევის შესწავლაში. ყოველივე ცდა ფიზიოლოგიური ახსნისა მხოლოდ დააშორებს ბიჰევიორისტს ყოფა-ქცევის პრობლემის შესწავლისაგანო, ამბობს უოტსონი. ამ დარგში მკვლევარისთვის საჭიროა მხოლოდ ფუნქციის დასახელება, რომელიც უნდა განიზომოს, და იმ პირობების განსაზღვრა, რომელზედაც დამოკიდებულია მისი მოქმედებაო. რასაკვირველია, კვლევა-ძიების ასეთი მიმართულებით წარმოებისას ბიჰევიორიზმი არ უნდა აწარმოებდეს ინდივიდურ მოვლენათა ფიზიოლოგიურ ანალიზს. ამის გამო შეიძლება ითქვას, რომ ბიჰევიორიზმი არ იძლევა არავითარ მასალას ინდივიდურად მოპოვებული მოქმედების მეცნიერულად შესწავლისთვის. მეცნიერულად შესწავლა ყოველივე ბიოლოგიური მოვლენისა მოითხოვს იმ ორგანიულ პრცესების გამორკვევას, რომელნიც პირობადებენ აღნიშნულ მოვლენას. ფიზიოლოგიურ პროცესების გამორკვევა კი გულისხმობს ცნობილი ფაზიოლოგიური კანონებით სარგებლობას. ადამიანის თუ ცხოველის ყოფა-ქცევა უაღრესად რთული ფიზიოლოგიური მოვლენაა. ამიტომ შეიძლება ითქვას, რომ ყოფაქცევის უფიზიოლოგიოდ შესწავლა მეცნიერული არაა.მაშ., ბიჰეეიორიზმი არ შეიძლება ჩაითვალოს ყოფაქცევის შესწავლის ნამდვილ მეცნიერულ მიმართულებად.

პავლოვის მეთოდი სანერწყვო ინდივიდური რეფლექსების შესასწავლად. ინდივიდური მოქმედების ექსპერიმენტული შესწავ-

ლა პავლოვის ლაბორატორიაში დღეს ასეთნაირად სწარმოებს. ძაღლი მოთავსებულია საკუთარ ოთახში. ამ ოთახში ცდის დროს არავინ შედის. თვითეულ ექსპერიმენტატორი მეორე ოთახში იმყოფება. გარდა ამისა დაცულია სრული სიჩუმე ყოველ მხრიდან. ძაღლს არ შეუძლია თავისუფლად იაროს, ან დაწვეს. იგი იმგვარად არის მიბმული, რომ მას შეუძლიან მხოლოდ დგომა ან ჯდომა უკანა ფეხებზედ. ოთახის მოწყობილება მუდამ ერთნაირია: ამნაირად ძაღლის გაღიზიანება არაჩვეულებრივ პირობათა მიერ ძლიერ შეზღუდულია.



სურ. 146.

სურ. 146. პავლოვის მეთოდი ნერწყვის ინდივიდური რეფლექსის შესასწავლად. ზემოდან მარცხნივ დახატულია ნერწყვის რაოდენობითი განსაზღვრა: სადინარიდან ნერწყვი გამოდის პატარა ძაბრში, რომელიც მენდელეევის წებოთი მიკრულია კანზე სადინარის ფარგალში. ძაბრიდან ნერწყვი იკრიფება პატარა გრადუირებულ შუშაში, რომელიც ძაბრზეა დაკიდული. ზემოდან მარჯვნივ მოყვანილია ნერწყვის გამოყოფის მრუდეები: თვითეულ ცდაში ჰირველი ხაზი ეკუთვნის თვით რეფლექსის მრუდეს: აქ თითო ვერტიკალური ხაზი უდრის თითო ნერწყვის წვეთს; მეორე ხაზი უჩვენებს გაღიზიანების მომენტს. მესამე კიდედროს წუთებით. პირველი ცდა (a) წარმოადგენს ნერწყვის რეაქციას საჰმლის მიღების დროს; მეორე ცდა (b) საჰმლის დანახვაზედ; მესამე (c) იმ განათებული სურათის დანახვაზე, რომელიც ინდივიდურ გაღიზიანებად იყო გადაქცეული. ქვემოთ დახატულია რთული წყობილება რეფლექსის კიმოგრაფუზედ დასაწრად მარეის კაპსულების საშუალებით (პავლოვისა).

მიკრულია კანზე სადინარის ფარგალში მენდელეევის წებოთი, მეორე ვიწრო პირი კი ჰერმეტულად კაუჩუკის მილის საშუალებით უკავშირდება ექსპერიმენ-

ტატორის ოთახში ჰორიზონტალურ შუშის მილს. შუშის მილი საესეა წყლით. როდესაც ნერწყვი გამოდის სადინარიდან შუშის ბუშტში, ჰაერი აწევება კაუჩუკის მილით ჰორიზონტალური შუშის წყალს და უკანასკნელიდან წყალი გამოდის იმავე ოდნობით, რა ოდნობითაც ნერწყვი გამოიყოფა სადინარიდან. შეიძლება ეს ნერწყვის სეკრეცია კიმოგრაფზედაც დაიწეროს, როგორც ეს მოცემულია მე-146 სურათზე. შუშის მილიდან წყლის წვეთები ეცემა მარეის კაპსულის (e) ბერკეტზე (d). თვითეული წვეთის დაცემისას ბერკეტი ინძრევა. მოძრაობს აგრეთვე მასთან შეერთებული მეორე მარეის კაპსულის ბერკეტიც (b) რომელიც კიმოგრაფზედ იწერება. ეს მწერაი კაპსული და კიმოგრაფი იმყოფება ექსპერიმენტატორის ოთახში.

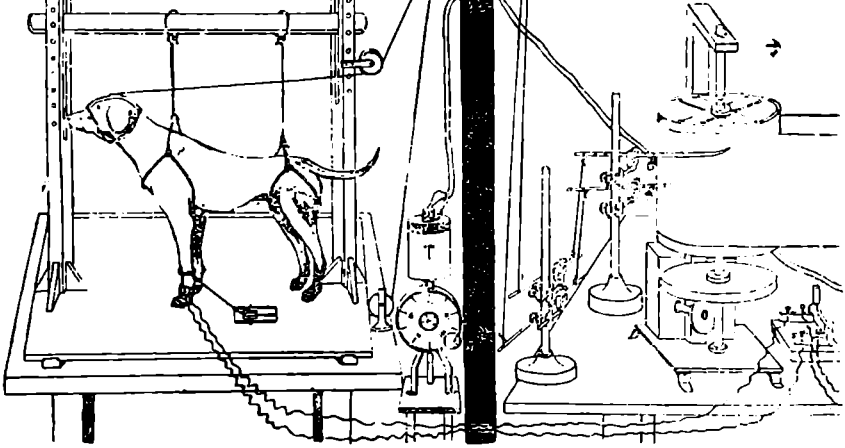
ნერწყვის ინდივიდური რეფლექსი მუშაედება ამნაირად: ჭამის დროს ან ცოტა მის წინ რომელიმე გარეშე გაღიზიანებას აწარმოემენ; რამდენიმე შეუღლების შემდეგ ეს გაღიზიანებაც ნერწყვის დენას იწვევს. როგორც საქმლის მიცემა. რსე გარეშე გაღიზიანება: ბგერა, სურათის გაშუქება, შეხება და სხვა ავტომატიურად სწარმოებს მეორე, ექსპერიმენტატორის ოთახიდან. ამისთვის რთული მოწყობილობაა საჭირო, რომლის აწერას აქ არ შეუდგებით. (იხ. დაწერილებით პავლოვის მეთოდიკის შესახებ მისი მოწაფის პოდკოპაევის [12]) წიგნში).

ბეხტერევის და ბერიტაშვილის მეთოდი მამოძრავებელი ინდივიდური რეფლექსების შესასწავლად. მამოძრავებელი ინდივიდური რეფლექსის შესწავლაც იმავე გზით სწარმოებს, როგორც ნერწყვისა. ხოლო აქ კიმოგრაფზედ იწერება ფეხების და თავის მოძრაობა. ეს მამოძრავებელი რეფლექსი ეითარდება ამნაირად: ელექტროდენით აღიზიანებენ ფეხის კანს და მით გამოიწვევენ თანშობილ რეფლექსს ფეხის მოხვრას; ამ მოხვრას უერთებენ ერთ რომელიმე გარეშე გაღიზიანებას. რომელიც ბოლოს ინდივიდურ გამაღიზიანებლად იქცევა.

ბეხტერევის ლაბორატორიებში კიმოგრაფზე იწერებოდა მხოლოდ ერთი კიდურის მოძრაობა, რომელზედაც ინდივიდური რეფლექსი ეითარდებოდა და ზოგჯერ კიდე სუნთქვის მოძრაობაც. ამ წესით შეუძლებელია გათვალისწინებული იყოს საერთოდ ცხოველის ყოფაქცევა ცდის დროს. ბერიტაშვილის ლაბორატორიაში მამოძრავებელი ინდივიდური რეფლექსების შესწავლის მეთოდი იმნაირად არის გაუმჯობესებული, რომ შესაძლებელია თითქმის მთელი ცხოველის ყოფა-ქცევის კიმოგრაფიული რეგისტრაცია. გარდა იმ ფეხისა, რომელზედაც ინდივიდური რეფლექსი ეითარდებოდა, იწერება კიმოგრაფზე აგრეთვე ერთი სხვა კიდურიც სურვილისამებრ და შემდეგ თავის მოძრაობაც. ეს წესი, მაშ., იძლევა ყველა კიდურების მოძრაობათა აღნიშვის საშუალებას. შემდეგ საორიენტაციო მოძრაობისა და აგრეთვე იმის, თუ რამდენად ფხიზელია ცხოველი, ვინაიდან დაძინება-გაღვიძებისას თავის აწევა-დაწევა აგრეთვე დაიწერება კიმოგრაფზედ.

მოწყობილება მამოძრავებელი ინდივიდური რეფლექსების შესასწავლად მოყვანილია მე-147 სურათზე. ერთს ოთახში ძაღლი დგას დასგაში, რომელზედაც იგი მიბმულია ოთხივე ფეხებზე ამოდებული თასმებით. მისი მარცხენა წინა ფეხი და თავი ძაფით უერთდება მიოგრაფებს, რომელნიც კიმოგრაფზე სწერენ. (მეორე კიდურის კიმოგრაფთან შეერთება არაა მოყვანილი).

ამიტომ ფეხის მოხვრა-გაშლა, თავის მიხვრა-მოხვრა და აწევა-დაწევა კიმოგრაფზე მრუდით აღ ნიშნება. კიმოგრაფი დგას მეორე ოთახში, სადაც ექსპერიმენტატორი იმყოფება. მარცხენა ფეხზე დადებულია ელექტროდები თანშობილი მობერის რეფლექსის გამოსაწვევად. გასაღები ამ გალ ვანების საწარმოებლად ექსპერიმენტატორის ოთახში იმყოფება. ძაღლის ოთახში ძაღლის უკან დგას შტერნის ტონვარიატორი (T), ერთგვარი ინსტრუმენტი, რომელიც შეძლებას იძლევ ბგერის სიმაღლე თანდათანობით შეეცვალოთ სულ რამდენიმე რხევით. ტონვარიატორი უერთ დება კაუჩუკის მილით ასპირატორს, რომელიც ექსპერიმენტატორის ოთახში, ხოლო სურათზ არაა მოყვანილი. ძაფები მიოგრაფისკენ, კაუჩუკის მილი ტონვარიატორისა, ელექტროდინის გამტარებელი მავთული გ �elian ერთი ოთახიდან მეორეში [illegible] ლევით.



სურ- 147.

სურ. 147. ცდის მოწყობილება მამოძრავებელი ინდივიდური რეფლექსებ ის შესასწავლად. ახსნა იხ. ტექსტში (ბერიტაშვილისა).

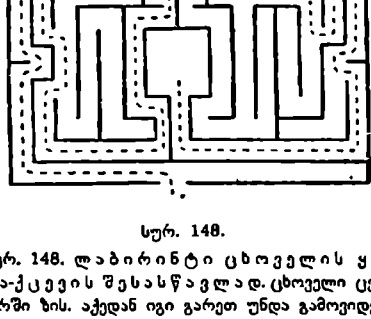
გაწვრთნის ექსპერიმენტული მეთოდი. ცხოველს აძლ ევენ საჭმელს მხოლოდ მაშინ, როდესაც რომელიმე საინდივიდურო გაღიზიანებას აწარმოვებენ, ე. ი. ჭამის სიგნალს: კარდონზე დახატული ფიგურის ჩვენება, მუ სიკალური ბგერის გამოღება. ამ შეუღლების განმეორებისას ჭამის სიგნალზე ცხოველი ჭამის მოძრაობას იძლევა, სხვა სიგნალებზე კი არა: სხვა ფიგურა, სხვა ბგერა. როდესაც გაწვრთნა დამთავრდა, მაშინ იკვლევენ, თუ რამდენად არა-ჩვეულებრივი სიგნალი უნდა განსხვავდებოდეს ჭამის სიგნალისაგან, რომ მან ჭამის რეაქცია არ მოიცვა. ეს მეთოდი პირველად ამერიკელმა ფსიქოლოგ- მა თორნდაიკმა (Thorndike) შემოიღო (1901). მერე ამით სხვებმაც ისარ- გებლეს.

ეს მეთოდი ამნაირად იყო გაუმჯობესებული ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი ს ლაბორატორიაში (თბილისის უნიეერსიტეტი): საშუშაო ოთახის ერთ კუთხეში დგას ცხოველის დასადგომი, რომელზედაც ძაღლი წევს. ხუთი მეტრის მანძილზე ამ დასადგომიდან იმყოფება საკმლის ყუთი, რომელიც ჩვეულებრივ დახურულია. ექსპერიმენტატორი ზის მოფარებულად შირმის უკან. ძაღლს არ შეუძლიან იგი დაინახოს. ხოლო ექსპერიმენტატორს შეძლება აქეს შირმაში დატანებული ნაპრალის საშუალებით თვალი ადევნოს ძაღლის მოძრაობას. თავდაპირველად მიაჩვევენ ძაღლს დასადგომზე წოლას და რამდენჯერმე აკმევენ საკმელს ყუთიდან. ორი-სამი დღის განმავლობაში ისე ეჩვევა ძაღლი ამ საცდელ არეს, რომ საკმარისია ყუთი გაიხსნას, რომ ძაღლი წამოვარდეს თავის დასადგომიდან და ყუთისკენ გაიქცეს საკმლის მისაღებად. ამ წინასწარი გაწრთვნის შემდეგ იწყება ინდივიდური მოძრაობის განვითარება ·ჭამის ყუთისკენ ადგილის გადანაცვლება განსაზღვრულ სიგნალებზე: ·ხარი, მუსაკალური ბგერა, ელექტრული ლამფის ანთება. ყოველივე საპასუხო მოძრაობა იწერება მაშინვე ექსპერიმენტატორის მიერ. შესაძლებელია ძაღლის ჩამოხტომა დასადგომიდან და ჭამის ყუთთან მისვლა ავტომატიურად აღინიშნოს კიმოგრაფზე, ვინაიდან როგორც დასადგომი, ისე ჭამის ყუთი შეტანილია ელექტრო-მაგნიტურ წრეში. როდესაც ძაღლი დასადგომს შორდება, ეს წრე იკეტება, როდესაც კიდე იგი მიეა ჭამის ყუთთან და მას ფეხს დაადგამს, მაშინ წრე იღება. ამავე დროს კიმოგრაფზე იწერება საინდივიდურო გალვანიანების მომენტი და დრო წუთობით ან წუთის მეხუთედობით. ეს შეძლებას იძლევა კიმოგრაფზე აღინიშნოს როგორც ინდივიდური რეაქციის ფარული პერიოდი, ისე მოძრაობის სისწრაფე. ამ წესით შესაძლებელია ყველა ის ცდები მოეწყოს, რომელთაც პ ა ვ ლ ო ვ ი ს მეთოდი იძლევა.

ლ ა ბ ი რ ი ნ ტ ს ლ ი მ ე თ ო დ ი. ამერიკის ფსიქოლოგიურ ლაბორატორიებში შემუშავდა კიდე ერთი მეთოდი ცხოველებზე ინდივიდური რეფლექსების შესასწავლად. ცხოველი შეჭყავდათ გალიაში, რომელიც შიგნით დაყოფილია ძგიდეებით მთელ რიგ სოროებად. სოროები ერთმანეთს უერთდებიან. მასთან ზოგი მათგანი გალიის ცენტრისკენ მიიმართება, ზოგი კი დახშულია (იხ. სურ. 148). ცდა იმაში მდგომარეობს, რომ საცდელ ცხოველს მოაქცევენ გალიის ცენტრში. ერთის მხრით სიმშილი, მეორე მხრით მარტოობა აიძულებს მას გარეთ გამოსავალი მონახოს. ამ შემთხვევაში, მაშასადამე, სიმშილი და „მარტოობა“ წარმოადგენს მოძრაობის მთავარ სტიმულს. შეიძლება ცენტრში მოექცეს დედა. შვილები კიდე შესაელიდან შეიყვანონ გალიაში. მაშინ დედის და შვილების შეერთება უნდა შეადგენდეს მოძრაობის მთავარ სტიმულს. ცდის მთავარ მიზანს შეადგენს გამოკვლევა იმისა, თუ როგორ მიეჩვევა ცხოველი ამ ლაბირინტის მიზანთან შეწონილ გზას. აქ მთავარი მშნიშვნელობა აქვს ორ მომენტს: ჯერ ერთი იმ დროს, რომელსაც ცხოველმა უნდა მოანდომოს, რომ მიზანს მიახწიოს. შემდეგ შეცდომის რიცხვს, რომელსაც იგი ახდენს მიხწევამდის. შეცდომად ითვლება ისეთ სოროში შესელა, რომელიც ყრუდ თავდება. შეიძლება თანახმად დაკვირვებისა გამოისახოს მრუდე, რომელიც უჩვენებს, თუ რანაირი სისწრაფით ცხოველი შეეჩვია ლაბირინტში შეუცდომლად მოძრაობას. ეს მეთოდიც ო ო რ ნ-დ ა ი კ მ ა ") მოიგონა. ხოლო მის შემდეგ სხვებმაც ისარგებლეს.

ამერიკის ლაბორატორიებში იხმარება ერთი სხვა ლაბირინტის მსგავსი ეეთოდიც. ცხოველს მოათავსებენ დაკეჭილ ყუთში. ცხოველმა უნდა აწარმოოს რამდენიმე მოძრაობა პირით თუ კიდურებით, რომ გააღოს ყუთის კარები. კარების უკან მას საკმელი ელოდება, რომელიც გაღებისათანავე შეიკმეება. ეს მეთოდიც თორნდაიკს ეკუთვნის, რომელმაც პირველად კატებზე მოიხმარა. შემდეგ კინემანმა (Kinnanan [10]) ისარგებლა მაიმუნზე საცდელად. ამ მეთოდით. ისე როგორც ლაბირინტის საშუალებით იკელევენ იმ უმოკლეს დროს, რომელიც ცხოველს მოუნდება კარების გაღებისთვის, ე. ი. მიზნის მისაღწევად.

დაწვრილებით გაწვრთნის და ლაბირინტის მეთოდის შესახებ იხილეთ კლაპარედის [13]) წიგნი.



სურ. 148.

სურ. 148. ლაბირინტი ცხოველის ყოფა-ქცევის შესასწავლად. ცხოველი ცენტრში ზის. აქედან იგი გარეთ უნდა გამოვიდეს, სადაც მას საკმელი ელოდება.

ინდივიდური რეფლექსებს ტერმინის შესახებ. პავლოვის შკოლა ამ რეფლექსებს **პირობითს** (условный) უწოდებს. ამით იმას აღნიშნავენ, რომ ეს რეფლექსი ცვალებადია და დროებითი, რომ იგი მხოლოდ განსაზღვრულ პირობებში ვითარდება და სწარმოებს. მაგრამ ასეთი წოდება გულისხმობს, რომ თანშობილი რეფლექსი პირიქით მუდმივი და უცვლელია, რომ იგი ყოველ პირობებში ერთნაირად მიმდინარეობს. ასეთნაირი დაპირისპირება არ შეესაბამება სინამდვილეს. როგორც ზემოთ გავეცანით, თანშობილი რეფლექსიც ძლიერ ცვალებადობს და მხოლოდ განსაზღვრულ პირობებში იწვევა./ თვითონ მოხვრის დაცვის რეფლექსი, რომლითაც სარგებლობენ ინდივიდური მოხვრის რეფლექსის განსავითარებლად, შეიძლება სრულიად არ იყოს გამოწვეული, თუ რომ სათანადო მოხვრის მიმღებელი ველის გაღიზიანება მაშინ სწარმოებს, როდესაც კიდური მოხრილია. ამ შემთხვევაში მოხვრის მაგიერ გაშლა იქნება გამოწვეული. (იხ. თავი რეფლექსის ცვალებადობის შესახებ).

საგულისხმოა, რომ ნერწყვის თანშობილი რეაქციაც დიდ ცვალებადობას განიცდის როგორც რაოდენობის, ისე თვისების მხრივ. პავლოვის მოწაფის სტეპანოვის [11]) მიერ იყო, მაგ., აღნიშნული, რომ ძაღლის ნერწყვის წებოიანობა საკმელი ნივთიერების ჭამისას იცვლება, თუ რომ წინასწარ მარილის შეავა ჩაუსხით პირში ან და მძლავრი ქუხილის მსგავსი ბგერით გავაღიზიანეთ. აგრეთვე მოქმედებს ჭამის გამეორება, ძაღლის თასმებიდან განთავისუფლება.

ამნაირად, შეუძლებელია ითქვას, რომ თანშობილი რეფლექსები ც. ნ. ს.-ის უცვლელი სტერეოტიპური რეაქციებია და ამით იგინი დაუპირდაპიროთ ინდივიდურად მოპოვებულ რეფლექსებს, როგორ ც. ნ. ს.-ის ცვალებად რეაქციებს.

ბ ე ხ ტ ე რ ე ვ ი ს შკოლა ინდივიდურად მოპოვებულ რეფლექსებს **ასოციაციურ** რეფლექსებს უწოდებს. ამით იგი აღნიშნავს ამ რეფლექსების წარმოშობის მთავარ პირობას, რომ მათი განვითარებისთვის საჭიროა რომელიმე თანშობილ რეფლექსთან შეუღლება. მაგრამ ეს სახელწოდება არ აღნიშნავს ამ რეფლექსების ისეთ დამახასიათებელ მხარეს, რომლითაც იგინი უნდა ირჩეოდენ თანშობილ რეფლექსებისგან. ც. ნ. ს.-ის ზოგად ფიზიოლოგიაში ჩვენ უკვე გაეცანით არა ერთ ისეთ შემთხვევას, როდესაც ინდიფერენტული გაღიზიანება იწვევდა ამა თუ იმ რეფლექსს, თუ რომ მის საკოორდინაციო აპარატში აგზნებულება იყო მომატებული წინასწარ სათანადო მიმღებელი ველის გაღიზიანებით. აქაც ჩვენ შეუღლებასთან გვაქვს საქმე. ინდიფერენტული გაღიზიანებამ მხოლოდ იმიტომ გამოიწვია ეფექტი, რომ იგი მოხდა სხვა მომქმედი გაღიზიანების შემდეგ. ამის მშვენიერი მაგალითი შეიძლება იყოს მოყვანილი ძაღლებზე შამოძრაველი რეფლექსების ინდივიდური მეთოდით შესწავლიდანაც. თავის თავად ელექტრული ზარი კიდურის მოხვრას არ გამოიწვევს. მაგრამ თუ იგი დავრეკეთ კიდურის მძლავრი ელექტრული გაღიზიანების შემდეგ ან და სუსტი სუმბინიმალური ელექტრული გაღიზიანების დროს, მაშინ იგი გამოიწვევს გაღიზიანებული ფეხის მოხვრას. აქ ჩვენ გვექნება ნამდვილ მამოძრავებელ-ასოციაციური რეფლექსი, ხოლო იგი იქნება გამოწვეული სრულიად თანშობილი გზით. ცხადია, ეს ტერმინი აგრეთვე არ არის მისაღები ინდივიდურად—მოპოვებული რეფლექსებისთვის.

ამიტომ მე ყველაზე უფრო მართებულად მიმაჩნია ინდივიდურად მოპოვებულ რეფლექსებს **ინდივიდურად მოპოვებული** ანუ მოკლედ **ინდივიდური** უწოდოთ. ამით ჩვენ სრულიად ნათლად გამოვხატავთ როგორც მათ წარმოშობას ინდივიდური გამოცდილების ნიადაგზე, ისე მათ გარჩევას შთამომავლობით ანუ გვარის რეფლექსებისგან.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Tolotschinow, Contribution a l'étude de la physiol. et de la psychol. d. glandes salivares. Naturforscherversammlungin Helsing fors. 1902.
2. И. Р. Павлов. 20-летний опыт об'ективного изучения и т. д. Ленинград. 1923.
3. В. Бехтерев, Об'ективиая психология. 1914—1917. СПБ.— Общие основания рефлексологии человека. 1923. Ленинград.
4. J. Beritoff, Brain, 1924, 47, 109 და 359; Jour. f. Psychologie u. Neurologie. 1924, 30, 217; 1924, 31, 46; 1925, 32, 29, 253, 262; Pfl. Ar. 1926, 213, 370.
5. В. Бехтерев, Обозрение психиатрии, неврол. и эксперим. психологии. 1907, 12. 512.

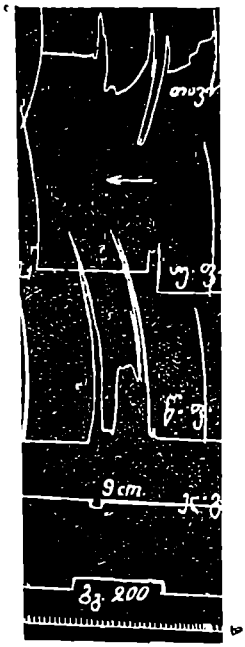
6. И. Павлов, Экспериментальная психология и психопаталогия на животных. Извест. Военно-медиц. Академии. 1903, 7.
J. Watson, Психология как наука о поведении. 1926. Русский перевод под ред. Протопопова.
8. Thorndike. The mental live of the monkeys. Psych. Review, Monogr. Suppl. 1901.
9. Thorndike. Animal intelligence. Psych. Rev. Mon. Suppl. 1898.
10. Kinnaman. Am. J. of Psych. 1902. XIII.
11. Г. Степанов. Русск. физиол. журн. 1921, 3, 114.
12. Н. Подкопаев, Методика изучения условных рефлексов. 1926.
13. E. Claparède, Ueber Tierpsychologie. Leipzig. 1909.

5. ინდივიდური რეფლექსის განვითარება.

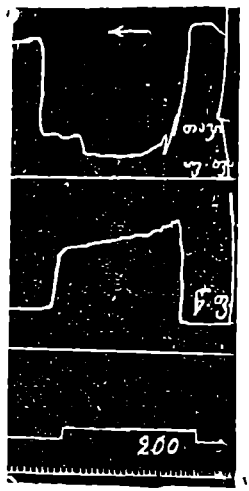
ინდივიდური რეფლექსის განვითარების ძირითადი პირობა. ყოველივე გარეგანი გამაღიზიანებელი ძალა შეიძლება იმისთანა გამაღიზიანებლად გარდიქცეს, რომ ერთი რომელიმე სრულებით განსაზღვრული სეკრეტი ან და მოძრაობა გამოიწვიოს. ამისათვის საჭიროა. რომ ამ გარეგანმა ძალამ რომელიმე სეკრეციის ან მოძრაობის აქტთან ერთად რამდენიმეჯერ იმოქმედოს ერთს და იმავე დროს, ან არა და წინ უძღოდეს, ან კიდე მისდევდეს მას ცოტაოდენი დროს გამოშვებით. სახელდობრ პავლოვის მოწაფეებმა გამოარკვიეს, რომ ინდივიდური გაღიზიანება იძლევა სწორედ ისეთი თვისების ნერწყვს, როგორც ძირითადს, ე. ი. პირის ღრუს გაღიზიანებას შეესაბამება: მაგ., თუ ძირითადი გაღიზიანება უპმელი ნივთიერება იყო, როგორც მარილმჟავის ხსნარის პირში ჩასხმა, მაშინ როგორც ძირითადზე, ისე ინდივიდურ გაღიზიანებაზე თხელი, ორგანიული ნივთიერებით ღარიბი ნერწყვი გამოდიოდა; პირიქით როდესაც ძირითადი გაღიზიანება საპმელი ნივთიერება იყო (პური ან ხორცი), მაშინ ორივე გაღიზიანებაზე სქელი, ფერმენტებით მდიდარი ნერწყვი გამოდიოდა (ვულფსონი [1]), ზალგეიმი [2]), ზელიონი [3]). გარჩევა მხოლოდ რაოდენობის მხრივ არის: ინდივიდური სანერწყვო რეფლექსი მუდამ უფრო სუსტია ძირითადზე. (იხ. სურ. 146).

აგრეთვე მამოძრავებელი ინდივიდური რეფლექსი სწორედ ისეთია, როგორც თანშობილი მამოძრავებელი რეფლექსი, რომლის ნიადაგზე პირველი ვითარდება. მაგალ., თუ რომელიმე ბგერა (ვთქვათ შტერნის ტონვარიატორისა) წამში ორას რხევიანი, შეუუღლდა მარჯვენა წინა ფეხის რეფლექსურ მოხვრას რომელიც გამოწვეულია მისი ელექტრული გაღიზიანებით, მაშინ რამდენიმე შეუღლების შემდგომ იგი გამოიწვევს იმავე ფეხის მოძრაობას და ყველა იმ თანამგზავრ მოძრაობათ, რომელთაც ელექტრული გაღიზიანება იწვევდა: თავის მობრუნებას გაღიზიანებულ მხარეს, საერთო მოუსვენრობას, წკმუნვას, გაღრმავებულ სუნთქვას და სხვა. (პროტოპოპოვი [6]) (სურ. 149). მხოლოდ მრავალი შეუღლების შემდგომ რამდენიმე დღის განმავლობაში ეს ბგერა იწვევს მხოლოდ

ბალიზიანებელი ფეხის მოხერას, ყველა თანამგზავრი მოძრაობა კი ისპობა (ის. სურ. 150) (იზრაელსონი ‘ა. ბეხტერევი ‘ა).



სურათი 149.



სურათი 150.

სურ. 149. ძალლი ...ბოლი. ინდივ... მოძრაობის გამოწვევა და განვითარება ბგერის საპასუხოდ. მარჯვენა ერთი ცდა მარჯვენა წინა ფეხზედ რეფლექსის განვითარების ჟამს (ბგერის საპასუხოდ, რომელსაც შტერნის ტონგარიატორის 200 რხევა ისმევა. ზემო ორდგ დასწერს თავის მოძრაობას (სიორიენტაციო რეაქციას), შუა—მარჯვენა უკანა ფეხისას. ქვემო—მარჯვენა წინა ფეხისას. ბგერის ხანგრძლივობა აღნიშნულია ქვემო სასიგნალო ხაზის ზემოთ აწევით. ზემო სასიგნალო ხაზი მარჯვენა წინა ფეხის ელექტრულ გაღიზიანებას ეკუთვნის. ამ გაღიზიანების მომენტი აღნიშნება ხაზის ქვემოთ დაწევით. იგი სწარმოებს ბგერის ბოლოში. სულ ქვემოთი ხაზი აღნიშნავს დროს წუთობით. სურათი იკითხება მარჯვნიდან მარცხნივ. როგორც ისარი უჩვენებს. ამ ცდის დროს ბგერა იწვევს ფიცხელ რეფლექსს მარჯვენა წინა ფეხზედ და ამავე დროს სხვა და სხვა მოძრაობასაც: ძალლმა უკანა ფეხი წინ გადადგა, თავი მიაბრუნა ხან ერთს ხან მეორე მხარეზე. ამ ცდის დროს ბგერა შეფულებული იყო მარჯვენა წინა ფეხის ელექტრულ გაღიზიანებასთან. მან გამოიწვია ამ ფეხზედ თითქმის ისეთივე ეფექტი, როგორც ბგერამ (ბ ერ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი).

სურ. 150. იგივე ინდივიდური გაღიზიანების საპასუხოდ გამოწვეული მოძრაობა იმავე ძალლზედ, როგორც მე—130 სურათში. ეს ცდა სწარმოებს მაშინ, როდესაც რეფლექსი კარგად განმტკიცდა. ბგერის საპასუხოდ მარჯვენა ფეხი დინჯად მოიხერება და მხოლოდ ბგერის შემდეგ გაიშლება. მარჯვენა უკანა ფეხი სულაც არ მოძრაობს. თავი დინჯად მობრუნდა ერთ მხარეს და ბგერის შემდეგ მაშინვე სწორდება. (ბ ერ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი).

ინდივიდური რეფლექსის განვითარება საინდივიდურო და ძირითადი გაღიზიანების უკუღმა წესით შეუღლებისას. ჩვეულებრივი წესი ინდივიდური რეფლექსის განვითარებისა ასეთია: ჯერ იწყება საინდივიდურო გაღიზიანება, მერე მას მოსდევს ძირითადი. მაგრამ რეფლექსი ვითარდება აგრეთვე უკუღმა წესით შეუღლებისას: ჯერ რომ სწარმოებდეს ძირითადი გაღიზიანება და მერე მას უერთდებოდეს ან მის შემდეგ მოდიოდეს საინდივიდურო. ამ წესით იყო განვითარებული რეფლექსი როგორც ცხოველებზე (ძაღლი, მტრედი) (ბერიტაშვილი [7]), ისე ადამიანზე (შნირმანი ბეხტერევის ლაბორატორიიდან [8]). ხოლო ამ წესით ცხოველებზე რეფლექსის განვითარება მოითხოვს გაცილებით ბევრ შეუღლებას. ამის გარდა საჭიროა, რომ ძირითადი გაღიზიანება არ იყოს მეტად მძლავრი, და მეტადრე რომ საინდივიდურო გაღიზიანება არ მოდიოდეს ძირითადი გაღიზიანების დროს. არამედ ცოტა მის შემდეგ (ბერიტაშვილი [9]). პავლოვის შკოლა აქნობამდის იმ აზრისა იყო, რომ შეუღლების უკუღმა წესით ინდივიდური რეფლექსი არ ვითარდება. საფუძვლად უდევს კრესტოვნიკოვის [10]) დაკვირვება, რომელიც შეეცადა ამ წესით სანერწყვო რეფლექსის განვითარებას, მაგრამ უშედეგოდ. ალბად სათანადო ცდის პირობების უქონლობისა გამო. თუმცა პავლოვის მეორე მოწაფემ პიმენოვმა [11]) ამ წესით სანერწყვო ინდივიდური რეფლექსი განავითარა. მაგრამ რაღაცა მიზეზით პიმენოვის ცდები პავლოვის მიერ უყურადღებოდ რჩებოდა.

მაღალი ხარისხის ინდივიდური რეფლექსები. ინდივიდური რეფლექსების განსავითარებლად შეიძლება ვისარგებლოთ ძირითად გაღიზიანებად აგრეთვე რომელიმე კარგად განმტკიცებული ინდივიდური რეფლექსითაც, სულერთია სანერწყვო იქნება იგი, თუ მამოძრავებელი. პირველად ამ წესით ახალი ინდივიდური რეფლექსის განვითარება პავლოვის ლაბორატორიაში მოახდინეს (კაშერინოვა [2]), ზელიონი [14]). მთავარ პირობას ეკუთვნის ძირითად აღებული ინდივიდური რეფლექსის დიდი სიმკვიდრე და ინტენსივობა (ჩეზოტარიოვა [13]). ბეხტერევის ლაბორატორიაშიც იყო მიღებული ამნაირი რეფლექსი (იზრაელსონი [3]). ის ინდივიდური რეფლექსი, რომელიც სხვა ინდივიდური რეფლექსის საშუალებით ვითარდება, პავლოვის ლაბორატორიაში იწოდება მეორედ (вторичный) რეფლექსად. ზოგად ფიზიოლოგიაში, როგორც ჩვენ უკვე გავეცანით, მეორედ რეფლექსებს უწოდებენ ისეთ რეაქციებს, რომელსაც მეორედი პროპრიოცეპტული გაღიზიანება იძლევა. ამიტომ იმ ინდივიდურ რეფლექსს, რომელიც სხვა ინდივიდური რეფლექსის საშუალებით ვითარდება უმჯობესია ვუწოდოთ როგორც ლენცმა [15]) **მაღალი ხარისხის ინდივიდური რ-ფლექსები.**

ადამიანებზე მუშაობისას უმჯობესია ვისარგებლოთ მაღალი ხარისხის რეფლექსებით ახალი ინდივიდური რეფლექსის განსავითარებლად. სუბიექტს რომ მივცეთ რომელიმე სიგნალი და უბრძანოთ რომელიმე განსაზღვრული მოძრაობა აწარმოოს, შემდეგში სუბიექტი იძლევა ამ მოძრაობას სიგნალზე—უთქმელად. მაგ., ლენცმა განავითარა ასეთი რეფლექსი: სამჯერ ეხებოდა სუბიექტის ხე-

ლის გულს და მერე უბრძანებდა ხელის გადაბრუნებას. საპასუხოდ სუბიექტი გადააბრუნდება ხელს სუპინაციის მდებარეობიდან პრონაციის მდებარეობაში. რამდენიმე შეუღლების შემდეგ სუბიექტი აბრუნებდა ხელს შეხებაზე, გინდაც ბრძანება არ ყოფილიყო. თვითონ ხელის გადაბრუნება ბრძანებაზე მაღალი ხარისხის ინდივიდურ რეფლექსს წარმოადგენს. მაშ., ამ ინდივიდური რეფლექსის საფუძველზედ ავტორმა განავითარა ახალი უფრო მაღალი ხარისხის რეფლექსი. პირველი ასეთი ცდები წარმოებული იყო ბეხტერევის ლაბორატორიაში დობროტვორსკაია-ს [16]) მიერ.

ინდივიდური რეფლექსის განმტკიცება. ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსი პირველ დღეებში არ არის მტკიცე და მუდმივი, ის არ შეიძლება გამოწვეული იქმნეს რამდენჯერმე ზედიზედ, თუ რომ ძირითად გაღიზიანებას არ შეუუღლეთ. ამ რეფლექსის მუდმივობა, სიმტკიცე, ინტენსიერობა და ხანგრძლივობა იზრდება თანდათანობით. მამოძრავებელი რეფლექსი აღწევს იმისთანა მდგომარეობას, რომ შესაძლებელია გამოწვეულ იქმნეს რამდენიმე დღის განმავლობაში ასჯერ, ორასჯერ და მეტჯერ ისე, რომ ძირითად მოძრაობასთან არც ერთხელ არ იყოს შეუღლებული (ბერიტაშვილი [3]). ამასთან რეფლექსი იმდენად მაგრდება, რომ ცდის ჩვეულებრივი მოწყობილების დარღვევა არ იწვევს რეფლექსის მოსპობას. ასე თასმების მოხსნა ან უცხო პირის დასწრება ძაღლის ოთახში თავდაპირველად რეფლექსზედ უარყოფითად მოქმედებს, შემდეგში კი რეფლექსის გამაგრებისას ამას გაელენა არა აქვს. თავდაპირველად რომ რამდენიმე დღე გამოვტოვოთ, ისე რომ რეფლექსი არც ერთხელ არ შეუუღლდეს ძირითადს, რეფლექსი ისპობა საბოლოოდ. შემდეგში კი, როდესაც რეფლექსი საკმარისად განმტკიცდა, შეიძლება რამდენიმე თვე გამოვტოვოთ და რეფლექსი მაინც შეინახება. აქედან ცხადია, რომ **ინდივიდური რეფლექსი პირობადებულია განსაკუთრებული ნერვული კავშირის განვითარებით ინდივიდური და მთავარი გაღიზიანების აგზნების კერათა შორის**. ამ კავშირს პავლოვმა **დროებითი კავშირი** უწოდა, ეინაიდგან მას სრულიად დროებითი ხასიათი აქვს, როგორც ამას შემდეგში დაწვრილებით გაეცნობით [17]).

დროებითი კავშირების მორფოლოგიური საფუძველი. უნდა ეიფიქროთ, რომ განმეორებითი მოქმედება განსაზღვრული ნერვული გზებისა ინდივიდურის და ძირითადი გაღიზიანების კერათა შორის დიდი ტვინის ქერქში იწვევს ამ გზებში აგზნებულების მომატებასთან ერთად წმინდა ანატომიურ ცელილებასაც, როგორც ეს აღნიშნა აგდურმა (1920 [18]) გაწვრთნილ ცხოველთა ნერეულ სისტემაში. სახელდობრ აგდური აძალებდა ცხოველს (თაგვებს), რომ მას რაც შეიძლება მეტ ხანს ყოველდღიურად ემოძრაეა. მერე შეისწავლიდა მათ ნერეულ სისტემას. ამ ცხოველებზე მან აღმოაჩინა კიდურების მგრძნობიარე და მამოძრავებელი ბოკკოების გამრავლება, საერთოდ ნერვული ელემენტების მომატება და ნეიროფიბრილური მასის გაზრდა. შეიძლება ეიფიქროთ, რომ **დროებითი კავშირის განვითარებისას შეფარდებული ნერვული გზები ამგვარადვე ცვალებადობენ: ნერვული ელემენტების და ნეიროფიბრილური მასის გაზრდა-გამრავლების** მხრივ. აგდურის დაკვირვებით მტკიცე-

დება ციგლერის [19]), ფერვორნის [20]) და სხვათა გულვება ნერვული გზების ვარჯიშობის გამო მორფოლოგიური განვითარების შესახებ.

დროებითი კავშირების განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს აგრეთვე ორ მეზობელ დაკავშირებულ ნეირონთა შუა მდებარე არის ეგ. წოდ. სინეპსის ცვლილებას. ამის განმარტებისათვის ჩვენ მოვიყვანთ არიენს კაპერსის მიერ აღმოჩენილ ფაქტებს ნერვული გზების და ბირთვების ფილოგენეტურ განვითარებიდან. სახელდობრ, არიენს კაპერსის[21]) გამოკვლევით ფილოგენეტური ცვლილება მამოძრავებელი და მგრძნობიარე ბირთვების მდებარეობისა თავის ტვინში და მათ შორის შემაერთებელი გზების განვითარება, სწორედ იმავე ფიზიოლოგიური კანონის მიხედვით სწარმოებს, როგორც დროებითი კავშირების განვითარება დიდი ტვინის ქერქში. სახელდ., nn. abducens-facialis-ის ბირთვების და მათ შუა მდებარე ნერვული გზების შესწავლიდან ხერხემლიან ცხოველთა სხვადასხვა საფეხურზე არიენს კაპერსმა (1908) დასკვნა, რომ ცენტრალური გზები მგრძნობიარე და მამოძრავებელ ბირთვებს შორის ვითარდება მამოძრავებელი უჯრედების გადანაცვლებით იმ მიმართულებით, რომლითაც აგზნების იმპულსები მიმდინარეობენ მგრძნობიარე ბირთვებიდან. ეს გადანაცვლება ხშირად ძალიან დიდ მანძილზე სწარმოებს მთელი მოგრძო ტვინის ფარგალში. აქედან გამომდინარეობს, რომ შემაერთებელი ნერვული გზების ფილოგენეტური განვითარება პირობადებულია ერთდროულად აგზნებულ ნერვულ ელემენტთა ურთიერთი მოქმედებით. ამნაირადვე ხსნის ავტორი იმ ნერვული გზების განვითარებას, რომელნიც აერთებენ ქერქსა, თავისა და ზურგის ტვინის სხვადასხვა განყოფილებებს. ასე მაგ., ერთდროული აგზნება დიდი ტვინის ქერქისა და ზურგის ტვინისა იწვევს მათ შორის პირდაპირი შემაერთებელი გზების ე. ი. პირამიდული გზების განვითარებას. იმ ფიზიკო-ქიმიურ ანუ ფიზიოლოგიურ პროცესს, რომელიც ამ მოვლენას საფუძვლად უძევს, ავტორმა **ნეირობიოტაქსისი** უწოდა. მან წამოაყენა შემდეგი ფორმულა, როგორც ნეირობიოტაქსის პირველი კანონი: **თუ რომ ც. ნ. ს.-ის სხვადასხვა ადგილას აღმოცენდება აგზნების პროცესი, მაშინ მთავარი დენდრიტები და აგრეთვე უჯრედების სხეულები განიწყობიან აგზნების მაქსიმალური ინტენსიობით მიმდინარეობის მიმართულებით.**

ამნაირად, არიენს კაპერსის გამოკვლევებიდან პირდაპირ გამომდინარეობს, რომ ნერვული გზების ფილოგენეტურ განვითარებაში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნერვული ელემენტების გაგრძელებას---გაერცელებას აგზნების მიმართულებით ორ აგზნებულ კერათა შორის. სრულიად შესაძლებელია, რომ დროებითი კავშირის განვითარებაში ნერვული ელემენტების სწორედ ამნაირ ცვლილებასაც აქვს ალაგი. თვითეული ნეირონი უკავშირდება მეორეს შეხებით. ეს შეხების არე ორ ნეირონთა შორის წარმოადგენს უკვე თავისთავად უწვრილეს ფენას. ლაზარევის[22]) გამოანგარიშებით ნეირონთა შორის მანძილი მილიმეტრის ერთ მემილიონედს უნდა უდრიდეს. ხოლო ხანგრძლივი და განმეორებითი მოქმედებისას ეს მანძილი კიდევ უფრო მეტად უნდა მცირდებოდეს, როგორც ამას არიენს კაპერსი-ს ნეირობიოტაქსისი მოითხოვს. ამით მჭიდროდება

მათ შორის კავშირი და მასთან ერთად ადვილდება აგზნების გადასვლა ერთი ნეირონიდან მეორეზე, როგორც ამას ლაზარევიც გამოსთქვამს[11]). ამნაირად, **დროებითი კავშირის განვითარებას საფუძვლად უნდა ედვას, როგორც ნერვული ელემენტების გაზრდა — გამრავლება, ისე ორ მოკავშირე ნეირონთა შორის შუამდებარე არის შეკვიწროვება ამ ნერვული ელემენტების გარზდა — გაგრძელებით.**

ნერვული ელემენტების აღნიშნული მორფოლოგიური განვითარება, რამდენადაც იგი დამოკიდებულია მათ გაძლიერებულ მოქმედებაზე, სრულიად შეესაბამება მომქმედი ნერვული ელემენტების ფუნქციონალურ განვითარებას, როგორც ამას უკვე ცნობილი ვერნიკე[23]) აღნიშნავდა. ნეიროფიბრული მასის გაზრდა აღნიშნავს აგზნებადი ნივთიერების მომატებას, ვინაიდან როგორც ჩვენ უკვე ნერვული სისტემის ზოგადი ფიზიოლოგიაში აღვნიშნეთ (იხ. გვ. 138), აგზნება ნერვულ ელემენტში ნეიროფიბრილებით უნდა ვრცელდებოდეს. აგზნებადი ნივთიერების მომატებას კი თანსდევს აგზნებულების მომატება (ბერიტაშვილი[24]). აგზნებადი ნივთიერება უპასუხებს „ან სულ, ან არაფრის“ კანონით. მაშ., რაც უფრო მეტი იქნება ნეიროფიბრილური მასა, ანუ აგზნებადი ნივთიერება, ნერვული ელემენტის თვითეულ წერტილში, მით უფრო ადვილად აიგზნება იგი, მით უფრო ძლიერი იქნება მისი აგზნების პროცესიც და მით უფრო სწრაფად გატარდება ეს უკანასკნელი ერთი ნაწილიდან მეორეზე.

უმრავლესი დროებითი კავშირები ვითარდებიან დიდი ტვინის ქერქში. მათი ხელახალი განვითარება სწარმოებს თითქმის ყოველ ჰასაკში. საიდან ღებულობს სათანადო ნერვულ ელემენტებს ახალი კავშირები? აი, საკითხი, რომელიც აგრეთვე პასუხს მოითხოვს. დიდი ტვინის ქერქში მინკოვსკის[25]) აზრით ექვს უჯრედოვან ფენათა შორის ორი ფენა ებრიონალური ხასიათისაა ასეთია გარეგანი და მეტადრე შინაგანი მარცვლოვანი ფენა. სრულიად შესაძლებელია, რომ ახალი დროებითი კავშირები საჭირო ნერვულ ელემენტებს ამ ებრიონალურ ფენებიდან ღებულობენ, როგორც ამას მინკოვსკიც გამოსთქვამს.

ინდივიდური რეფლექსის გენერალიზაცია და დიფერენციაცია. რეფლექსის განვითარების პირველ დღეებში მისი გამოწვევა შეიძლება არა მარტო ჩვეულებრივი გამაღიზიანებლით, ე. ი. მოყვანილ მაგალითში 200 რხევიანი ბგერით, არამედ ავრეთვე ყველა სხვა მუსიკალური ხმებით და ამავე დროს იმდენად უფრო ძლიერ, რამდენადაც ეს არაჩვეულებრივი ხმა დაახლოვებული იქნება ჩვეულებრივთან ხმის სიმაღლისა და ტემბრის მხრით. იშვიათ შემთხვევაში რეფლექსი გამოიწვევა აგრეთვე სხვადასხვა ხმაურობით და აგრეთვე სრულიად სხვა თვისების გაღიზიანებით, ე. ი. სხვა ორგანოთა გაღიზიანებით (ბურმაკინი[26]). ეს გენერალიზირებული ანუ განზოგადოვებული მდგომარეობა თავიდანვე ერთი ხარისხით არ არის. იგი ვითარდება თანდათანობით. პირველად ეს აღმოაჩინეს იმ ინდივიდური რეფლექსების შესახებ, რომელიც კანის შეხებაზე ვითარდებოდა (შევალიოვი[27]), კუპალოვი[28]). მაგრამ შემდეგში იგივე მოვლენა იყო დაკვირვებული ბგერების საპასუხო რეფლექსში (ბე-

რიტაშვილი[29]). მაგ., როდესაც ძაღლზე („ბობი") ვითარდებოდა რეფლექსი-ტონვარიატორის 200 რხევიან ბგერაზე, პირველ დღეს რეფლექსი იწვევოდა 350 ბგერით, ხოლო 400—450 ბგერა რეფლექსს არ იძლევოდა; მეოთხე დღეს 400—450 ბგერა იძლეოდა, ხოლო 500 არა; მეოთხე დღეს 500—510 იძლეოდა, ხოლო 650—600 არა. ამ შემთხვევაში ამაზე ფართოდ გენერალიზაცია აღარ განვითარდა. შემდეგში გენერალიზაცია პირიქით შემცირდა. სხვა შემთხვევაში სხვა ძაღლზედ შეიძლება გენერალიზაცია უფრო მეტი ხარისხით განვითარებულიყო.

მაგრამ ყოველ შემთხვევაში გენერალიზირებული მდგომარეობა საბოლოო არ არის. ყოველი რეფლექსი დროს განმავლობაში თანდათან გამოდის ამ **გენერალიზირებულ** ანუ განზოგადოებულ მდგომარეობიდან. ჯერ შესწყვეტავენ ხოლმე თავის მოქმედობას ხმაურობანი და მეტად დაშორებული ბგერები და შემდგომ ახლობელი ბგერები. სულ ბოლოს მოქმედობას შესწყვეტს ის ბგერებიც, რომელნიც ჩვეულებრივი ბგერიდან განირჩევიან მხოლოდ ტონის მცირედი ნაწილით: მეოთხედიდან ერთ მერვემდე (**ბელიაკოვი**[30]), **პროტოპოპოვი**[31]). ამისთანა **დიფერენცირებულ** ანუ განთვისებულ მდგომარეობაშ. რეფლექსი იმყოფება გამუდმებით შემდეგში. მხოლოდ განსაკუთრებულ პირობებში იგი ისევ გენერალიზირებული ხდება მოკლე ხნით, მაგ.: a) ძლიერი ელექტრული გაღიზიანების შემდგომ (**ეროფეევა**[30]), **ბერიტაშვილი**[29]), b) რამდენიმე კვირით ან თვით მუშაობის შეწყვეტის გამო, c) ძლიერი არაჩვეულებრივი გაღიზიანების შემდეგ (**ბელიაკოვი**[30]) d), სტრიქნინითა და საერთოდ ისეთი რამით მოწამვლის დროს, როცა ცენტრალური ნერვული სისტემის აგზნებულება ამაღლებულია (**ნიკოფოროსკი**[33]).

პავლოვმა დიდი ტვინის ამ ფუნქციას ანალიზის ფუნქცია უწოდა. ამიტომ ქერქის მიმღებელ ფარგლებს **ანალიზატორი** დაარქვა. მაშ., ქერქის **ანალიზატორის მექანიზმის სიშუალეებით სწარმოებს დაშლა, ანალიზი გარეგან მოვლენისა, რასაც შედეგად ის მოჰყვება, რომ დროებითი კავშირი ყველა აღებულ თვისების გაღიზიანების საპასუხოდ კი არ ვითარდება, არამედ მხოლოდ ერთი განსაზღვრული გაღიზიანების საპასუხოდ.**

ინდივიდური რეფლექსები რთული გაღიზიანების ხ-ასუხოდ. სანერწყვო თუ მამოძრავებელი რეფლექსი შეიძლება განვითარდეს სხვადასხვა სირთულის გაღიზიანებაზე. შეიძლება საინდივიდურო გაღიზიანება შესდგებოდეს ერთი თვისების სხვადასხვა გაღიზიანებისგან, როგორც, მაგ., სხვადასხვა ბგერა, ან და სხვადასხვა თვისების გაღიზიანებისგან, როგორც სინათლით და ბგერით გაღიზიანება. შეიძლება ეს რთული გაღიზიანების შემადგენელი ნაწილები ერთ დროს მოქმედობდენ, მაგრამ შეიძლება აგრეთვე სხვადასხვა დროს ზედიზედ მიყოლებით. ინდივიდური რეფლექსი ყველა ამ შემთხვევაში განვითარდება და მიახწევს უაღრეს დიფერენციაციას, როდესაც მხოლოდ აღებული სირთულის გაღიზიანება გამოიწვევს რეფლექსს. სხვა რთული გაღიზიანება ან და შემადგენელი ნაწილები უმოქმედო იქნებიან (**ბაბკინი**[31]), **პალადინი**[32]), **ფურსიკოვი**[35]) და სხვ. დიდი ტვინის ქერქის ამნაირი მოქმედება ცხადია მისი

სინთეზურ ფუნქციას უნდა გამოხატავდეს. ეს სინთეზური ფუნქცია ადამიანის ქერქს გაცილებით მეტი ხარისხით აქვს ვიდრე ძაღლს. ეს ნათლად სჩანს ივანოვ-სმოლენსკის[36]) ცდებიდან.

პავლოვი დაწვრილებით არაფერს ამბობს დიდი ტვინის ქერქის სინთეზური ფუნქციის შესახებ, თუმცა მას იხსენიებს თავის უკანასკნელი დროის მოხსენებებში[37]). ხოლო ბეხტერევი[38]), პირიქით, თავიდანვე ამ ფუნქციას იხსენიებდა. თვითონ ინდივიდური რეფლექსის განვითარებას მიაწერდა ტვინის ამ ფუნქციას. ინდივიდური რეფლექსი, ამბობს ბეხტერევი, ბოლოს და ბოლოს წარმოადგენს სხვადასხვა გარეგან გაღიზიანებათა სინთეზს ანუ შეკავშირებას. „ერთი სიტყვით, დაასკვნის ბეხტერევი, არა მარტო ანალიზი, სინთეზიც შეადგენს ც. ნ. ს.-ის უმაღლეს ფუნქციათა განუყოფელ საკუთრებასო".

ამნაირად, **დიდი ტვინის ქერქის მიმღებელ ფარგალს აქვს უნარი როგორც გარეგან გაღიზიანებათა ანალიზისა, ისე ამ გაღიზიანებათა სინთეზისაც.** ამიტომ პავლოვის თერმინი—ანალიზატორი, როგორც ქერქის მიმღებელ ფარგალთა სახელწოდება, მისაღები არ უნდა იყოს.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. С. Вульфсон, Работа слюных желез. Дисс. из лаб. Павлова. 1898.
2. А. Зальгейм, Работа слюнных желез до и после перерезки n. glossopharyngei и lingualis. Дисс. из лаб. Павлова 1904.
3. Г. Зеленый, Материалы к вопросу о реакции собаки на звуков. раздражения. Дисс. из лаб. Павлова. 1907.
4. Ж. Израэльсон, О топической диференцировке сочетательно—двигательного рефлекса на кожные и мышечные раздражения... Дисс. из лаб. Бехтерева. 1913.
5. В. Бехтерев. Обозрение психиатрии, неврол. и экс. мед. 1910. стр. 449.
6. В. Протопопов, О сочетательной двигательной реакции на звук. раздр. Дисс. из лаб. Бехтерева 1909.
7. J. Beritoff, Pfl. Arch., 1926. 213. 370.
8. А. Шнирман, Новое в рефлексологии и физиологии нервний системы 1925. 1, 218.
9. J. Beritoff, Überdie individuell-erworbene Tätigkeit des Zentralnervensystems. Jour. f. Psych. u. Neur. 1927. (იბეჭდება).

10. А. Крестовников, Труды общ. русск. врачей в Петербурге. 1913
11. П. Пименов, Особая группа условных рефлексов. Дисс. из лаб. Павлова 1907.
12. Н. Кашеринова, Материалы к изучению усл. слюнных рефлексов на механ. раздражение кожи у собаки. Дисс из лаб. Павлова. 1908.
13. О. Чоботарева, Дальнейшие материалы к физиологии условного торможения. Дисс. из лаб. Павлова 1912.
14. Г. Зеленый, Архив биолог. наук. 1909. 14, 458.
15. А. Ленц, Русск. физиол. журн., 1922, 5, 93.
16. Добровторская, цит. по Бехтереву: Обозр. психиатрии, неврол и экспер. мед., 1907, 12, 512.
17. И. Павлов, Двадцатилетний опыт . стр. 79—72.
18. E. Agduhr, Jour. Psych. u. Neur., 1920, 25, 463.
19. H. Ziegler, Biolog, Centralbl., 1900, 20, 1.
20. M. Verworn, Zeitsch. f. allg. Physiol., 1907, 7. 119.
21. Ariens Kappers, Folia neuro-biol., 1908, 1, 157, 509; 1910, 2, 255; Die vergleich. Anat. d. Nervensystems d. Wierbeltiere u. d. Menschen. 1. Bd., 1920. Haarlem.
22. Р. Лазарев. Ионная теория возбуждения. 1923.
23. Wernike, Grundriss d· Psychiatrie. Leipzig, 1894, ss. 24.
24. J. Beritoff, Ergeb. Physiol., 1924, 23, 33.
25. М. Минковский, Учение И. Павлова об услов. рнфлексах в связи с развитием ц. н. с. и т. д. Архив биол. наук., Юбилейный сбор. посвященный 75 летию И. Павлова. 1925, ss. 261; Zum gegenwärtigen Stand d. Lehre von d. Reflexen. 1925.
26. В. Бурмакин, Процес обобщения усл. звук рефлекса у собаки. Дисс. из лаб. Павлова. 1909.
27. Е. Шевалев, О процессе дифферн. сочетательно-двигательн. рефлекса на тактил. раздражения и т. д., Дисс. из лаб. Бехтерева. 1913.
28· П. Купалов, Арх. биол. наук., Петербург. 1915. 19. 20.
29. J. Beritoff, Brain, 1924, 47. 109.

30. В. Беляков, Мат. к физиол. дифференц. внешних раздражений. Дисс. из лаб. Павлова. 1911.

31. В. Протопопов, О сочет. двигат. реакции на звук. раздражения. Дисс. из. лаб. Бехтерева. 1909.

32. М. Ерофеева, Электрич. раздражение кожи собаки, как услов. возбудитель слюнных желез. Дисс. из лаб. Павлова. 1912.

33. Н. Никифоровский, Фармакалогия усл. реф-ов, как метод их изучения. Дисс. из лаб. Павлова. 1910.

34. Б. Бабкин, Труды общ. Русск. врачей в Петербурге, 1910, 77, 197; 1911, 78, 249; 1913, 80.

35. Д. Фурсиков, доклад на Всероссийском Психоневрологическом с'езде 8-го янв. 1924.

36. А. Иванов-Смоленский, Медико-биологический Журнал. 1925, 3, 84.

37. И. Павлов, Двацатилетний опыт и д. т. 3. издание, 1925, გვ. 360—361.

38. В. Бехтерев, общие основы рефлексологии человека. 2 изд. 1923, გვ. 156—157.

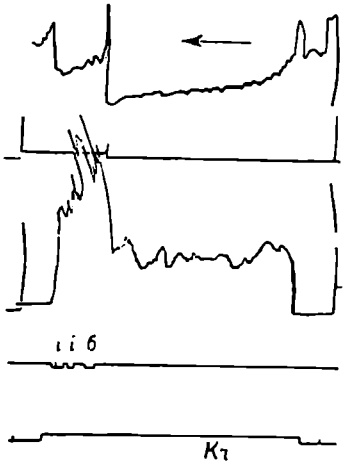
39. А. Палладин, Труды общ. русск. вр. в СПБ. 1906, 73, 393.

6. ინდივიდური რეფლექსების ტიპები.

თანადროული რეფლექსები. ინდივიდური რეფლექსი იწყება მალე ინდივიდური გაღიზიანების დაწყებისას, თუ რომ ძირითადი გაღიზიანება უერთდებოდა მას მალე დაწყების შემდეგ, სულ ერთი-ორი წუთის შემდეგ. პავლოვის შკოლაში ასეთ რეფლექსებს **თანადროული** რეფლექსი ეწოდება. ფარული პერიოდი ინდივიდური სანერწყვო რეაქციისა ასეთ რეფლექსებში უდრის სულ მცირედ რამდენიმე წუთს. ინდივიდური მამოძრავებელი რეფლექსის ფარული პერიოდი კი სულ მცირედ ერთ წუთს არ აღემატება. ვინაიდგან ელექტრული გაღიზიანების მიერ გამოწვეული რეფლექსის ფარული დრო 0,15—0,20 წუთს უდრის. ცხადია ის დრო, რომელიც სჭირდება ინდივიდურ დროებით კავშირებს რეფლექსის გამოსაწვევად უნდა უდრიდეს 0,8 წუთს. ინდივიდური საორიენტაციო რეაქცია—თავის მოძრაობა—მუდამ წინ უსწრობს კიდურთა ინდივიდურ მოძრაობას. უმოკლესი დრო თავის საორიენტაციო რეაქციისა უფრო ნაკლებია, ვიდრე კიდურებისა: იგი უდრის დაახლოვებით 0,55 წუთს. (ბერიტაშვილი [1]).

თანადროული მამოძრავებელი რეფლექსის მიმდინარეობა დამოკიდებულია ძირითადი გაღიზიანების ხმარების წესზედ. თუ რომ უკანასკნელი ერთდროული

და ხანმოკლე იყო თვითეული შეუღლების დროს, და იგი იწვევდა ხანმოკლე ფეხის მოძრაობას, მაშინ კიდურის ინდივიდური მოძრაობაც ერთხელობრივი და ხანმოკლე იქნება (იხ. სურ. 149). თუ რომ ძირითადი გაღიზიანება რამდენჯერმე მეორდება შეუღლების დროს, მაშინ ეითარდება, ხანგრძლივი ინდივიდური რეფლექსი როგორც სურ 149 იძლევა, ან და ხანგრძლივი რითმული რეფლექსი. როგორც სურ. 151 და 152იძლევა (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [2]).

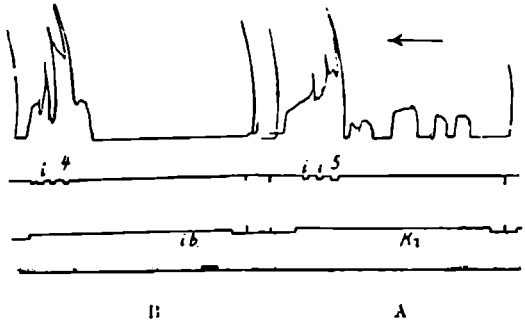


სურ. 151.

სურ. 151 ძაღლი „მეერა". დაგვიანებული რეფლექსის განვითარების მეოთხე დღე. რეფლექსი ეითარდება მარჯვენა წინა ფეხზე ზურგის მექანიკური გაღიზიანებისფეხანეის საპასუხოდ. თანადროული რეფლექსის პერიოდი. ზემო მრუდე თავს ეკუთვნის, შეა—მარცხენა უკანა ფეხს, ქვემო—მარჯვენა წინა ფეხს. მრუდეები იკითხება როგორც ისარი უჩვენებს. რეფლექსური მოძრაობა იწყება 3-4 წუთის შემდეგ ფხანეის დასაწყისიდან (Kr—ქვემო სიგნალი). ელექტრული ძირითადი გაღიზიანება უერთდება 60'' შემდეგ (ზემო სასიგნალო ხაზი, სადაც ციფრი 6 აღნიშნავს გაღიზიანების ძალას სანტიმეტრებით კ. შ. მანძ) დრო წუთობით (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი ს ა).

დ ა გ ვ ი ა ნ ებ უ ლ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ე ბ ი. ინდივიდური რეფლექსები შეიძლება დაიწყოს ინდივიდური გაღიზიანების დასაწყისიდან 30-60 წუთის შემდეგ, და არა მის დაწყებისთანავე. ასეთი რეფლექსი ეითარდება იმ შემთხვევაში, თუ რომ ძირითადი გაღიზიანება უერთდებოდა საინდივიდუროს 30-60'' განვლისას ანდა უფრო გვიან. ასეთ რეფლექსს პ ა ე ლ ო ვ ი ს შკოლა უწოდებს **დაგვიანებულ** რეფლექსს (ვ ა ს ი ლ ი ე ვ ი [3]). აღნიშნულ პირობებში რეფლექსი თავიდანვე არ არის დაგვიანებული. თავდაპირველად ეითარდება თანადროული რეფლექსი, ე. ი. იწყება საინდივიდურო გაღიზიანების დაწყებისთანავე. მხოლოდ შემდეგში მისი ფარული პერიოდი თანდათან გრძელდება რეფლექსი დაგვიანებული გამოდის (იხ. სურ. 151 და 152). ზ ა ვ ა დ ს კ ი მ [4]) შეისწავლა ეს რეფლექსი დაწვრილებით. მისი გამოკვლევით დაგვიანებული რეფლექსი ადვილად სხვადასხვა პირობებში თანადროულად იქცევა. მაგ., ასე მოქმედობს არაჩვეულებრივი გაღიზიანება უმოქმედო ფაზის დროს, ე. ი. რეფლექსის ფარულ პერიოდში. ასევე მოქმედობს სიმშილი. დაგვიანებული თანადროული რეფლექსი გადადიოდა თანადროულში აგრეთვე ცხოველის მოუსვენრობისას ან მძლავრი ელექტრული გაღიზიანების შემდეგ (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [5]). დაგვიანებული რეფლექსის განვითარების საილუსტრაციოდ მომყავს სურ. 151 და 152. დაგვიანებული რეფლექსი ეითარდება ზურგის ფხანეაზე. ძირითადი გაღიზიანება უერთდება 60'' შემ-

დეგ ფხანვის დასაწყისიდან. სურ. 151 იძლევა რეფლექსის განვითარების პირველ საფეხურს, როდესაც იგი თანადროულია. სურ. 152 კიდე იძლევა პირველ ცდაში (A) იმ გარდამავალ მდგომარეობას. როდესაც რეფლექსი თუმცა ძირითადი გაღიზიანების ვადამდე იწყევა, მაგრამ სუსტად, დაგვიანებით და მერყეობით. მეორეში კი (B) ნამდვილ დაგვიანებულ რეფლექსს.



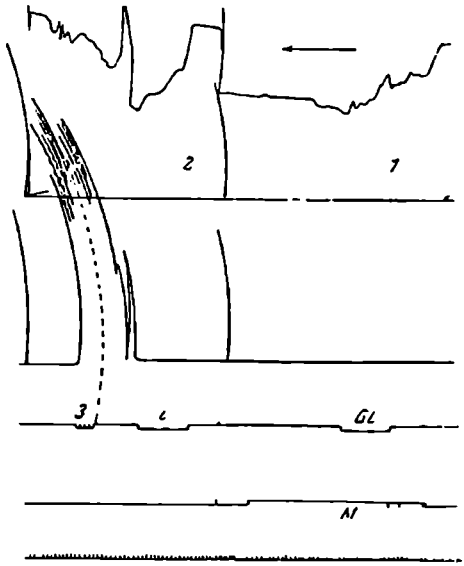
სურ. 152.

სურ. 152. ძაღლი „მერა". იმავე დაგვიანებული რეფლექსის განვითარება. ფხანვაზე. მეშაობის მერვე დღე. მოყვანილია მსოლოდ მარჯვენა წინა ფეხის მოუდე. იკითხება ისრის მიმართულებით. პირველი ცდა (A) იძლევა განვითარების გარდამავალ სტადიას, როდესაც რეფლექსი ძირითადი გაღიზიანების ვადამდე იწყება, ხოლო სუსტად და მერყეობს. მეორე ცდა (B) კი იძლევა ნამდვილ დაგვიანებულ რეფლექსს, რომელიც სწორედ ძირითადი გაღიზიანების ვადაზე იწყება. (ბერიტაშვილისა).

მიმყოლი რეფლექსი. ინდივიდური რეფლექსი შეიძლება დაიწყოს საინდივიდურო გაღიზიანების გათავების შემდეგ. ასე ხდება, თუ რომ სისტემატიურად ძირითადი გაღიზიანება საინდივიდუროს შემდეგ მოდის. მისდამიხედვით თუ როდის ხდებოდა ძირითადი გაღიზიანება. ინდივიდური რეფლექსი შეიძლება დაიწყოს, როგორც მაშინვე გაღიზიანების შეწყვეტისას, ისე ერთი-ორი წამის შემდეგ. (პიმენოვი [1]), გროსმანი [2]), დობროვოლსკი [3]), ბერიტაშვილი [4]). ასეთ რეფლექსს პავლოვის ლაბორატორიაში „კვალის" (следовой) რეფლექსს უწოდებენ. ვინაიდან მისი აზრით ეს რეფლექსი ვითარდება საინდივიდურო გაღიზიანების კვალზე, მის „ნარჩენ აგზნებაზე" (остаточное возбуждение). მაგრამ ბერიტაშვილის მიერ იყო ნაჩვენი, რომ ეს განმარტება სინამდვილეს არ შეესაბამება. ამიტომ უფრო მართებული იქნებოდა, რომ ასეთ რეფლექსს უბრალოდ **მიმყოლი** უწოდოთ, რაც პირდაპირ გამოხატავს მხოლოდ ფაქტიურ მდგომარეობას, რომ რეფლექსი საინდივიდურო გაღიზიანების გათავებას მიჰყვება [5]).

მიმყოლი რეფლექსი თავიდანვე ამ სახით არ ვითარდება. პირველად რეფლექსი თანადროულია, როგორც დაგვიანებული რეფლექსის განვითარებისას, მერე იგი ხან გაღიზიანების დროს იწყება, ხან მის შემდეგ. ბოლოს იგი მხოლოდ გაღიზია-

ნების შემდეგ ხდება (დ ო ბ რ ო ვ ო ლ ს კ ი [9]), ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [8]). თუ რომ ძირითადი გაღიზიანება მოსდევს საინდივიდუროს დიდი ინტერვალით—ერთი-ორი წამით, მაშინ მიმყოლი ინდივიდური რეფლექსი ჯერ იწყება მაშინვე გაღიზიანებისას, ხოლო შემდეგ სულ უფრო და უფრო გვიან. მიმყოლი რეფლექსი, თუ რომ ძირითადი გაღიზიანება საინდივიდუროდან ერთი-ორი წამის შემდეგ მოდის, ძალიან ნელა ვითარდება: თავდაპირველი გენერალიზაცია უფრო ფართოდ სწარმოებს, საბოლოო დიფერენციაციაც კიდე უფრო სუსტია. მხოლოდ ხელშემწყო პირობებში და მასთან შეუპოვარი მუშაობით შეიძლება მიხწეული იყოს დიდი დიფერენციაცია (გ რ ო ს მ ა ნ ი [7]), ფ რ ო ლ ო ვ ი [10]). მაგრამ დიფერენციაცია ძლიერ ადვილად ისპობა. რეფლექსი აგრეთვე ძლიერ ადვილად გადადის თანადროულში (დ ო ბ რ ო ვ ო ლ ს კ ი [9]), გ რ ო ს მ ა ნ ი [7]). მაგ., მამოძრავებელი მიმყოლი რეფლექსი თანადროულად იქცევა, თუ რომ მას წინ ფეხის მძლავრი ელექტრული გაღიზიანება მიუძღვის (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი).

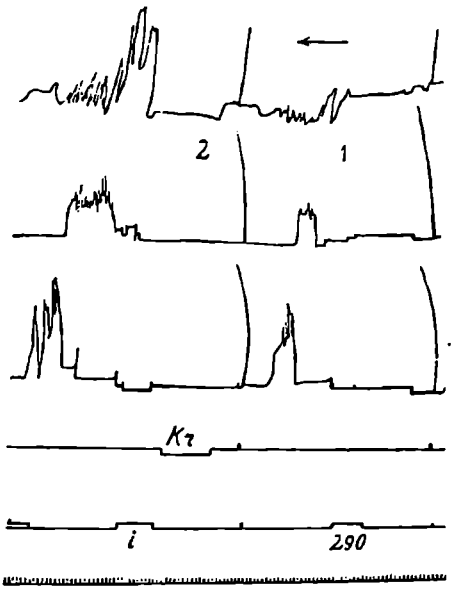


სურ. 153.

მიმყოლი რეფლექსი ნაკლებად მკვიდრია. ისპობა ძალიან მალე ინდივიდური რეფლექსის უძირითადოდ განმეორებისას. საკმარისია სულ რამდენიმე განმეორება, რომ რეფლექსი ჩაქრეს. აგრეთვე ადვილად ისპობა არაჩვეულებრივი გაღიზიანების გაელენით (იხ. სურ. 153). მაგრამ განსაზღვრულ პირობებში, თუ რომ მიმყოლი რეფლექსი ძალიან დიდი ხნით მუშავდებოდა, იგი იმდენად მტკიცდება, რომ მისი თანადროულად გარდაქცევა ადვილი რამ არ არის (ფ რ ო ლ ო ვ ი [10]). რაც უფრო გრძელია ინტერვალი ინდივიდურ და ძირითად გაღიზიანებას შორის, მით უფრო ძნელად ვითარდება რეფლექსი, მით უფრო ნაკლებ მკვიდრია. თუ რომ ინტერვალი ორ წამს ან მეტს უდრის,

სურ. 153. „მურა". მ ი მ ყ ო ლ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ზ ა რ ზ ე დ ა მ ა ს ზ ე ა რ ა ჩ ვ ე უ ლ ე ბ რ ი ვ ი გ ა ღ ი ზ ი ა ნ ებ ი ს მ ო ქ მ ე დ ებ ა. მუშაობის მეექვსე დღე. ზემო მრუდე დასწერს თავის მოძრაობას, შუა—მარცხენა წინა კიდურისას. ქვემოთი კი მარჯვენა წინა კიდურისას. პირველ ცდაში ზარით გაღიზიანება ხდება (ზემო სიგნალი GL) არაჩვეულებრივი გაღიზიანების—მეტრონომის რახუნის (ქვემო სიგნალი M) დროს. რეფლექსი არ იწვევა. მეორე ცდაში ზარი მარტოდ იწვევს მიმყოლ რეფლექსს. იგი იწვევა მაშინვე გაღიზიანების შეწყვეტისას. რეფლექსის დროს სწამრმოებს წინა კიდურის ელექტრული გაღიზიანება. ეს მომენტი ციფრი 3-თ არის აღნიშნული (ბ ე რ ი ტ.-სა).

რეფლექსი შეიძლება სულაც არ განვითარდეს (გ რ ო ს მ ა ნ ი [7]). თუ კიდე ეს ინტერვალი რამდენიმე წუთს უდრის, რეფლექსი ვითარდება და მკვიდრდება. როგორც ჩვეულებრივი თანადროული რეფლექსი (პ ე ტ რ ო ვ ა [11]), ბ ე ლ ი ც ი [12]). ასეთი რეფლექსის ილუსტრაცია მოყვანილია მე-153 სურათზე.



სურ. 154.

სურ. 154. ძაღლი „თეთრა". მ ი მ ყ ო ლ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ო რ ი ზ ე დ ი ზ ე დ მ ო მ დ ე ვ ნ ო ი ნ დ ი ვ ი დ უ რ ი გ ა ღ ი ზ ი ა ნ ე ბ ი ს ს ა პ ა ს უ ხ ო დ. მესამე მუშაობის დღე. პირველი გაღიზიანება—ზურგის ფუანვა არის; მეორე კიდე ტონვარიატორის ბგერა 290 რხევა წუთში. ზემო მრუდე ეკუთვნის თავს, შუა მარცხენა წინა კიდურს, ქვემოთა—მარჯვენა წინა კიდურს. მრუდე უნდა გაიშინჯოს მარჯვნიდან მარცხნივ. როგორც ისარი უჩვენებს. პირველ ცდაში მხოლოდ მეორე გაღიზიანება სწარმოებდა. მეორე ცდაში კი ორივე. ამ ცდაში მიმყოლი რეფლექსი გაცილებით უფრო ხანგრძლივი და ინტენსიურია, ვიდრე პირველ ცდაში. დრო წუთობით. (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი ს ა).

მიმყოლი რეფლექსი შეიძლება განვითარდეს აგრეთვე ორ ან რამდენიმე ზედიზედ მომდევნო გაღიზიანებაზე. (კ უ ნ ს ტ მ ა ნ ი [13]), ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [11]). ამ შემთხვევაშიაც ჯერ თანადროული რეფლექსი ვითარდება, მერე მიმყოლი. ჯერ ეს ცვლილება მეორე საინდივიდურო გაღიზიანებაზე სწარმოებს. და მერე პირველზედ. თავის თავად თვითეული გაღიზიანებაც იწვევს რეფლექსს. თუ რომ ჩვეულებრივად პირველი გაღიზიანება იწვევს თანადროულს, მეორე კიდე მიმყოლს, მაშინ პირველი გაღიზიანება მეორეზე დამოუკიდებლად იძლევა მხოლოდ თანადროულს. მეორე კიდე მხოლოდ მიმყოლს. ცხადია, თვითეული გაღიზიანება დამოუკიდებელ საინდივიდურო სიგნალს წარმოადგენს. თვითეული გაღიზიანება უსათუოდ უკავშირდება ძირითადგაღიზიანებას საკუთარი დროებითი კავშირებით (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [14]). მაგრამ ამავე დროს ცნობილია, რომ აგრეთვე ერთი საინდივიდურო გაღიზიანება მეორეს დროებითი კავშირებით უერთდება. სხვათა შორის, ეს იქიდან სჩანს, რომ როდესაც ორივე გაღიზიანება მოქმედებს, მიმყოლი რეფლექსი უფრო ძლიერია, ვიდრე მარტო მეორე საინდივიდურო გაღიზიანების საპასუხოდ (იხ. სურ. 154).

აქედან ცხადად სჩანს, რომ პირველი გაღიზიანება წარმოადგენს ინდივიდურ სიგნალს მეორე გაღი-

ზიანების მიმართ, რომ იგი ამის გამო ხელს უწყობს მეორე გაღიზიანების ეფექტს (ბერიტაშვილი [11]).

უარყოფითი რეფლექსები. რომელიმე ინდიფერენტული გაღიზიანება რომ შეუერთოთ ინდივიდურ რეფლექსს, ისე, რომ ეს კომბინაცია არ შეუუღლოთ ძირითად გაღიზიანებას, ინდივიდური რეფლექსი ან სულ არ იწვევა, ან და იწვევა სუსტად. ეს არის ჩვეულებრივი მოვლენა არაჩვეულებრივი გაღიზიანების მოქმედებისა. კომბინაცია რომ ზედიზედ რამდენჯერმე განმეორდეს, ეს უარყოფითი მოქმედება ისპობა. რეფლექსი იწვევა არაჩვეულებრივი გაღიზიანების დროსაც. მაგრამ თუ ვინიცობაა კომბინაციის წარმოება კიდევ გაგრძელდა, მაშინ არაჩვეულებრივი გაღიზიანება ხელახლად ხდება უარყოფითი. სოლო ეს უარყოფითი მოქმედება კომბინაციის განმეორებისას უფრო და უფრო მკვიდრდება. ამ მოვლენას პავლოვის ლაბორატორიაში „პირობით შეკავებას" უწოდებენ. ეს სახელწოდება აღნიშნავს პავლოვის თვალთსაზრისს ამ მოვლენაზე, რომ ვითომც აღნიშნული უარყოფითი მოქმედება იყოს ქერქში აღმოცენებული შეკავების შედეგი. მაგრამ როგორც ჩვენ ქვემოთ გაეცნობით ეს ჰიპოთეზა უსაფუძვლოა. როგორც კიდე ზემოთ უკვე აღნიშნეთ (იხ. გვ. 352), ქერქში შეკავება არ სწარმოებს. ამიტომ ამ უარყოფით მოქმედებას უმჯობესია უბრალოდ **უარყოფითი რეფლექსი** უწოდოთ. ამ სახელწოდებას ზოგჯერ პავლოვის ლაბორატორიაშიც ხმარობდენ. (ფოლბორტი [12], ნიკოლაევი [16], ბოლო დროს ფურსიკოვი [18], თვითონ პავლოვიც [17]). ხოლო ეს ავტორები ვანიხილავენ უარყოფით ინდივიდურ გაღიზიანებას, როგორც შეკავების სიგნალს.

ჩვეულებრივად ის გარეგანი აგენტი, რომელზედაც უარყოფითი ინდივიდური რეფლექსი ვითარდება, წინ უსწრობს დიდებით ინდივიდურ რეფლექსს. მაგრამ იგი ვითარდება აგრეთვე მაშინაც, როდესაც ჯერ ინდივიდური რეფლექსი იწვევა და მერე უერთდება გარეგანი აგენტი, ე. ი. უკუქცევითი წესით შეუღლებისას (ფურსიკოვი [18]).

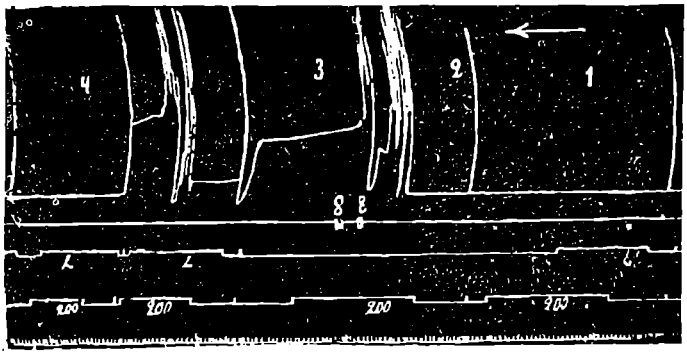
რომ აღნიშნული უარყოფითი მოქმედება მართლაც ნამდვილი ინდივიდური რეფლექსური მოვლენაა, კარგად განვითარებული უარყოფითი დროებითი კავშირებით, ნათლად სჩანს სხვათა შორის შემდეგ ფაქტებიდან:

1. უარყოფითი ინდივიდური გაღიზიანება რომ განმეორდეს ზედიზედ ჩვეულებრივ დადებით ინდივიდურ რეფლექსთან შეუუღლებლად, უარყოფითი რეფლექსი ჩაქრება (ჩებოტარიოვა [19]).

2. უარყოფითი რეფლექსის ჩაქრობა განმეორების გამო არ არის აბსოლუტური. იგი აღსდგება ცოტა ხნის შემდეგ, მაგრამ წილობრივ. მთლიანი აღდგენა მოხდება მხოლოდ დადებით რეფლექსთან რამდენჯერმე შეუღლების შემდეგ (ჩებოტარიოვა [19]).

3. როდესაც უარყოფითი რეფლექსი ვითარდება ერთ რომელიმე გაღიზიანებაზე, უარყოფითი მოქმედების უნარს მიმღებლობს ამავე თვისების სხვა არა ჩვეულებრივი გაღიზიანებაც, ე. ი. ხდება უარყოფითი რეფლექსის გენერალიზაცია (მიშტოვტი [20], კრეშკოვსკი [21]). მხოლოდ შემდეგში ხანგრძლივი მუშაობის შემდეგ ვითარდება უარყოფითი მოქმედების სრული დიფერენციაცია (ნიკოლაევი [16], ლეპორსკი [28]).

დამახასიათებელია, რომ უარყოფითი რეფლექსის საუკეთესოდ განსავითარებლად საჭიროა, რომ უარყოფელი გალიზიანება შედარებით მძლავრი იყოს, რომ მისი ფიზიოლოგიური მოქმედება სჭარბობდეს იმ ინდივიდურ გალიზიანებას, რომელიც დადებითი რეფლექსს იწვევს. როდესაც ინდივიდური რეფლექსი ძლავრი ინდივიდური გამალიზიანებლით უეროდება შედარებით სუსტ გარეშე გალიზიანებას, მაშინ უკანასკნელი დადებით ინდივიდურ გამალიზიანებლად იცვლება (ფურსიკოვი[1]). შემდეგ შემჩნეული იყო, რომ უარყოფითი რეფლექსი არ ვითარდება, თუ რომ გარეშე გალიზიანება 10—60 წამით წინასწრებდა დადებითი ინდივიდურს რეფლექსს. მხოლოდ გარეშე გალიზიანება მაშინ იქცეოდა უარყოფით სიგნალად თუ რომ დადებითი რეფლექსი უშუალოდ გარეშე გალიზიანებას მოსდევდა (ფურსიკოვი[1]).



სურ. 155.

სურ. 155. ძაღლი „ბობი". უარყოფითი რეფლექსი ელექტრული გალიზიანებასთან. დადებითი რეფლექსი იწვევა მარჯვენა წინა კიდურზე ტეტანიზაციორის 200 ოვევიანი ბგერით. თავის თავად იწვევა ამ ბგერის საპასუხოდ მცლავრი რეფლექსი (ცდა 2). პირველ ცდაში ბგერა (ქვემო სიგნალი) სწარმოებს სინათლის დროს (ზედა სიგნალი) და რეფლექსს არ იძლევა. მეორე ცდაში ბგერის მიერ გამოწვეული დადებითი რეფლექსი შეეღლებულია ძირითად გალიზიანებასთან—მარჯვენა კიდურის ელექტრული გალიზიანება (ზედა სიგნალი ციფრით 8). მესამე ცდაში, რომელიც მეორიდან ერთი წამის შემდეგ დაიწყო, ბგერა სწარმოებს სინათლის დროს და იგი იწვევს მძლავრ რეფლექსს. ხოლო მეოთხე ცდაში, რომელიც მეორიდან 4 წამის შემდეგ დაიწყო, სინათლის დროს ბგერა არ იძლევა ეფექტს. მრუდი იკითხება მარჯვნიდან მარცხნივ, როგორც ისარი უჩვენებს. დრო წუთობით (ბერიტ ვილი).

ყოველ შემთხვევაში უარყოფითი რეფლექსი მეტად მერყეევია. როდესაც კი დადებითი რეფლექსი ძლიერდება, უარყოფითი მოქმედება სუსტდება, მაგ., თუ რომ დადებითი რეფლექსი წინასწარ შეეღლებული იყო ძირითად ელექტრულ გალიზიანებასთან (იხ. სურ. 155).

მეორედი პროპრიოცეპტული რეფლექსები. ინდივიდური რეფლექსი ვითარდება არა მარტო გარეგან გალიზიანებაზე არამედ აგრეთვე ში-

ნაგან პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებაზედაც ე. ი. კუნთის, მყესის, სახსრის რეცეპტორების გაღიზიანებაზე. ასეთი ინდივიდური რეფლექსი ყოველთვის ვითარდება გარეგან გაღიზიანებაზე ინდივიდური რეფლექსის განვითარებისას. როდესაც გარეგანი ინდივიდური გაღიზიანება რეფლექსს იძლევა, მაშინ ძირითადი ელექტრული გაღიზიანება სწარმოებს რეფლექსური მოძრაობის დროს. ამ მოძრაობის დროს ხდება მეორედი გაღიზიანება კუნთების, მყესების და სახსრების რეცეპტორებისა. ამის გამო ძირითად გაღიზიანებას უუღლდება აგრეთვე ეს პროპრიოცეპტული გაღიზიანებაც. მაშ., ინდივიდური რეფლექსი უნდა განვითარდეს ამ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებაზედაც (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [2]).

პროპრიოცეპტული რეფლექსის განვითარებას ხელს უწყობს ძირითადი, ე. ი. ელექტრული გაღიზიანების განმეორება შეუღლების დროს. ამ შემთხვევაში ის პროპრიოცეპტული გაღიზიანება, რომელიც ხდება პირველი გაღიზიანების დროს გამოწვეულ მოძრაობაში, უუღლდება განმეორებულ ელექტრულ გაღიზიანებას.

მეორედი პროპრიოცეპტული რეფლექსი გამოჩნდება ინდივიდური რეფლექსის ხანგრძლივ მსვლელობაში, ელექტრული გაღიზიანების მიერ გამოწვეული რეფლექსის ხანგრძლივ შემდეგქმედობაში; მერე რეფლექსური მოძრაობის განმეორებაში გარეგანი გაღიზიანების შემდეგ. რეფლექსი ხანგრძლივდება იმიტომ, რომ პირვანდელ გარეგანი გაღიზიანების მიერ გამოწვეულ მოძრაობას უერთდება პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათა მიერ გამოწვეული მეორედი ინდივიდური რეფლექსი. რეფლექსი მეორდება იმიტომ, რომ ფეხის გაშლის დროს წარმოებული პროპრიოცეპტული გაღიზიანება იწვევდა ფეხის ხელახლად ინდივიდურ მოხერას. ასეთი რეფლექსი იწვევოდა მაშინ, თუ რომ რამდენიმე ცდაში ზედიზედ ელექტრული გაღიზიანება იწარმოებდა მაშინვე ინდივიდური რეფლექსის განელებისას, ე. ი. მოხრილი ფეხის გაშლისას მის დასადგმელად (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [2]).

რ ი თ მ უ ლ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი. როგორც ჩვენ უკვე აღენიშნეთ, თუ რომ ძირითადი გაღიზიანება მეორდება რამდენჯერმე შეუღლების დროს, მაშინ ინდივიდური გაღიზიანება და ხშირად ელექტრულიც იძლევა რითმულ მოძრაობას: კიდური ზედიზედ ხან მოიხვრება, ხან გაიშლება, როგორც მაგალითად სურათი 155 იძლევა. ეს რითმული მოძრაობა თავის ბუნებით წმინდა პროპრიოცეპტულია. თვითეული ფეხის ჩამოშვება დასადგმელად იწვევს პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებას, უკანასკნელი კი მეორედ ინდივიდურ რეფლექსს, მაშ., ფეხის ხელახლად მოხვრას. რეფლექსი მეორდება ამავე გზით ზედიზედ რამდენჯერმე, ვიდრე არ მოხდება ამ პროპრიოცეპტული რეფლექსის ჩაქრობა (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [2]).

რითმული რეფლექსის დამოკიდებულება პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებაზე ამ ბოლო დროს აღნიშნული იყო აგრეთვე ადამიანის მიმართ. ზ ე ლ ი ო ნ ი [23]) შეისწავლიდა ერგოგრაფზე თითის მოძრაობას მეტრონომის ტაქტით 120-ჯერ წამში. მან შეამჩნია უკვე ცნობილი მოვლენა, რომ რახუნის უცბად შეწყვეტისას სუბიექტი იძლევოდა კიდევ რამდენიმე ზედმეტ მოძრაობას (ბ ე ხ ტ ე რ ე ვ ი [22]). ზ ე ლ ი ო ნ ი ფიქრობს, რომ თვითეული ზედმეტი მოძრაობა გამოწვეული იყო ინდივიდური გზით წინასწარი მოძრაობის პროპრიოცეპტული გაღიზიანებით.

„**დროს**“ **რეფლექსი.** ამ სახელით (рефлекс на время) ცნობილია პ ა ვ ლ ო ვ ი ს ლაბორატორიაში შემდეგი რეფლექსური მოვლენა. თუ რომ ძირითადი გაღიზიანება მეორდება ცალკე ან საინდივიდურო გაღიზიანებასთან ერთად ერთი და იმავე ინტერვალით, მაშინ რამდენიმე დღის მუშაობის შემდეგ რეფლექსი (ნერწყვის სეკრეცია) მეორდება თავის თავად იმავე ინტერვალით. ეს ინტერვალი შეიძლება იყოს რამდენიმე წამიდან 30 წამამდე. ამ ინტერვალში ძაღლს შეიძლება ეძინოს. ძილი არ უშლის „დროს“ რეფლექსის გამოწვევევას თავის ვადაზე. პირველად ეს რეფლექსი შეჩნეული იყო ზ ე ლ ი ო ნ ი ს[22] მიერ. ხოლო დაწვრილებით შეისწავლეს თ ე ო კ რ ი ტ ო ვ მ ა[21]), ს ტ უ კ ო ვ მ ა[23]) და დ ე რ ი ა ბ ი ნ მ ა[26]). ასეთი მამოძრავებელი რეფლექსი განვითარებული იყო აგრეთვე ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი ს[27]) მიერ.

„დროს“ რეფლექსი ვითარდება ძირითადი გაღიზიანების განსაზღვრული ინტერვალით განმეორებისას. სხვა დროს ძაღლი განიცდის მხოლოდ ჩვეულებრივი გარემოს გაღვლენას. ამ გარემოს ეკუთვნის ძაღლის ოთახის მოწყობილება, ფეხზე დგომა, თასმებით დაბმა. უეკველია ეს ჩვეულებრივი არით გაღიზიანება ინდივიდურ გაღიზიანების როლს უნდა თამაშობდეს, რომელზედაც დამოკიდებულია „დროს“ რეფლექსი. ეს სხვათა შორის სჩანს იქიდან, რომ თუ „დროს“ რეფლექსი ჯერ ერთ არეში განავითარეს და მერე არე შეუცვალეს, რეფლექსი სრულიად ისპობა. საჭიროა მის განსავითარებლად მუშაობის ახლად დაწყება (დ ე რ ი ა ბ ი ნ ი[26]). „დროს“ რეფლექსი ისე ვითარდება, როგორც დაგვიანებული რეფლექსი. ჯერ რეფლექსი იწყება ინტერვალშიაც, ხოლო შემდეგში თანდათანობით რეფლექსის დაწყება ვადას უახლოვდება. უმოქმედობისას ძაღლი თვლემს, როგორც დაგვიანებული რეფლექსის უმოქმედო ფაზაში. ამიტომ „დროს“ რეფლექსი შეიძლება დაგვიანებული ტიპის რეფლექსი იყოს, სადაც ჩვეულებრივი გარემოს მიერ გაღიზიანება საინდივიდურო გაღიზიანებას წარმოადგენს.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. J. Beritoff, Brain, 1924, 47, 109.
2. J. Beritoff, Brain, 1924, 47, 359.
3. П. Васильев, Труды общ. русск. врачей в Петербурге, 1906. 73, 389.
4. И. Завадский, Мат. к вопросу о торможении и расторможении усл. рефлексов. Дисс. из лаб. Павлова 1908.
5. J. Beritoff, Jour. Psych. Neur., 1925. 32. 262.
6. И. Пименов, Особ. группа усл. рефл. Дисс. из лаб. Павл. 1907.
7. Ф. Гроссман, Мат. к физиол. следовых усл. слюни. рефл- Дисс. из лаб. Павлова. 1909.
8. В. Добровольский, О пищ. след. рефлексах. Дисс. лаб Павлова. 1911.

9. J. Beritoff. Jour Psych. Neur., 1925. 32, 29.
11. И. Фролов, Архив биолог. наук, 1924, 24, 102.
11. М. Петрова, Архив биолог. наук 1914, 20, 1.
12. М, Белиц, Об условных следовых рефлексах. Дисс. из лаб. Павлова. 1917.
13. К. Кунстманн, Известия научного Института в Ленинграде. 1923, 7, 59.
14. J. Beritoff, Jour. Psych. Neur., 1925, 32, 253.
15. Г. Фольборт, Тр. Общ. русск. врач. в Петер., 1910, 80, 245.
16. П. Николаев, К физиол. услов. торможения. Дисс. из лаб. Павлова. 1910.
17. И. Павлов, Двадцатилетний опыт, 3-издание. 1925.
18. Д. Фурсиков, Труды физиолог. лабораторий проф. И. Павлова. 1925, 1, 2.
19. О. Чеботарева, Даль. мат. к физиол. усл. торм. Дисс. из лаб. Павлова. 1912.
20. Г. Миштовт, Выраб. торможение исскуств. усл. рефлекса на слюн. железы. Дисс. из лаб. Павлова. 1907.
21. К. Кржышковский, К физиол. услов. тормоза. Дисс. из лаб. Павлова. 1909.
22. Г. Зеленый, Русск. физиол. журн., 1923, 6, 155.
23. В. Бехтерев, Общ. основ. рефлекс. челов., 2-е изд. გვ. 264.
24. Ю. Феокритова, Время как усл. возбудитель слюн. железы. Дисс. из лаб. Павлоа. 1912.
25. М. Стукова, Даль. мат. к физиол. времени. Дисс. из лаб. Павлова. 1914.
26. В. Дерябин, Дал. мат. к физ. времени, как усл. возбуд. слюч. желез. Дисс. из лаб. Павлова. 1916.
27. J. Beritoff. Üder d. indiv.-erword. Tätigkeit. d. Z. N S. J. Psych. Neur. 1927. (იბეჭდება).
28. Н. Лепорский, Мат. к физиологии условного торможения. 1911. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდგან.
29. Г. Зеленый, Мат. к вопросу о реакции собаки на звук. раздражения. 1907. დის. პავლოვის ლაბ-დან.

7. აგზნების შეუღლებული ირადიაციის კანონი.

აგზნების შეუღლებული ირადიაციის კანონი და მისი ფიზიოლოგიური საფუძველი. ინდივიდური რეფლექსური მოქმედების ანალიზისათვის ჩვენ რასაკვირველია უნდა ვისარგებლოთ უკვე ცნობილი კანონებით ნერვული სისტემის ზოგად ფიზიოლოგიიდან. მაგრამ ეს კანონები

საკმარისი არაა ინდივიდური მოქმედების ახსნა-განმარტებისთვის. ამიტომ ვიდრე ინდივიდური მოქმედების ფიზიოლოგიურ ანალიზს შეუდგებოდეთ, საჭიროა გაეცნოთ ნერვული მოქმედების კიდევ ერთ კანონს, რომელსაც უაღრესი მნიშვნელობა ექნება რთულ ინდივიდურ მოვლენათა ფიზიოლოგიური ბუნების ახსნაში.

ქერქული რეაქციათა შესწავლისას შემდეგი საყურადღებო მოვლენა იქცევს ყურადღებას. მუდამ ახალი გარეგანი გაღიზიანების მიერ გამოწვეული ქერქული რეფლექსი, იქნება იგი ინდივიდური თუ თანშობილი, თავდაპირველად წარმოადგენს ვრცელ და რთულ რეაქციას. გაღიზიანების განმეორებისას რეფლექსური რეაქცია სულ უფრო და უფრო მარტივდება. ასე მაგ., ინდივიდური რეფლექსის განვითარებისას ერთ რომელიმე ფეხზე, ინდივიდური გაღიზიანება თავდაპირველად იძლევა რეფლექსს არა მარტო ამ ფეხზე, არამედ აგრეთვე სხვა ფეხებზედაც და აგრეთვე გაძლიერებულ საორიენტაციო რეაქციას, გაღრმავებულ სუნთქვას და ხმის ამოღებას. შემდეგში რეფლექსის გამაგრებისას ინდივიდური გაღიზიანება იწვევს მხოლოდ ერთი ფეხის აწევას და თაყის მიხვრას ერთ მხარეზე უხმოდ და სუნთქვის გაუძლიერებლად. ასეთივე ცელილებას განიცდის ის რეფლექსური რეაქცია, რომელსაც ელექტრული გაღიზიანება იწვევს, თუ რომ იგი მრავალჯერ მეორდება. როგორც მე-156 სურათიდან სჩანს, ც. ნ. ს.-ის თანშობილი ორგანიზაცია ისეთია, რომ ელექტრული გაღიზიანების საპასუხოდ უნდა იწვეოდეს როგორც ქერქის საშუალებით, ისე უმისოდ ვრცელი ეფექტი სხვადასხვა შამოძრავებელ ორგანოებში. ხოლო თუ ფეხის ერთი რომელიმე ადგილის ელექტრული გაღიზიანება მეორდება, ეფექტი თანდათან მარტივდება და ბოლოს განისაზღვრება მხოლოდ გაღიზიანებული ფეხის მოძრაობით. ამნაირი ფაქტებიდან თავის თავად გამომდინარეობს, რომ **თვითეული ახალი გაღიზიანება თავდაპირველად იწვევს დიდი ტვინის ქერქის საშუალებით ძალიან ვრცელ და რთულ ეფექტს, ჩვეულებრივი და ხშირად განმეორებული გაღიზიანება კი. თუ იგი გარეგან ეფექტს იწვევს, უსათუოდ ერთ ძალიან მარტივ მოძრაობას იძლევა.**

ზემო მოყვანილი ფაქტიური დებულება უფლებას გვაძლევს გამოვიყვანოთ შემდეგი თეორიულად ძალიან მნიშვნელოვანი დასკვნა: მუდამ როდესაც ქერქის რომელიმე აგზნებული კერა არაა შეკავშირებული ერთი რომელიმე სრულიად განსაზღვრული გზით საპასუხო ქერქულ აპარატებთან, მაშინ ამ კერიდან აგზნება ვრცელდება თანაბრად ჰემისფეროთა მთელ ქერქში და მით მოჰყავს მოქმედებაში მრავალი სხვადასხვანაირი შამოძრავებელი და სასეკრეციო საპასუხო ადგილები დიდი ტვინის ქერქში. ხოლო როდესაც აგზნებული კერა მჭიდროდ არის შეკავშირებული რომელიმე საპასუხო ადგილთან, მაშინ აგზნება ასეთ კერიდან უმთავრესად ამ საპასუხო ადგილისკენ წავა, სხვა გზებით კი ან სულ არ გაივლის ან და ძალიან მცირე ინტენსიობით. ასე მაგ., თუ რომ ელექტრული გაღიზიანება მრავალჯერ განმეორების შემდეგ მხოლოდ გაღიზიანებული ფეხის მოძრაობას იწვევს იმით უნდა აიხსნებოდეს, რომ ყველა იმ გზებიდან, რომლითაც პერიფერიული გაღიზიანების მიმღები კერა საპასუხო ადგილებს უერთდე-

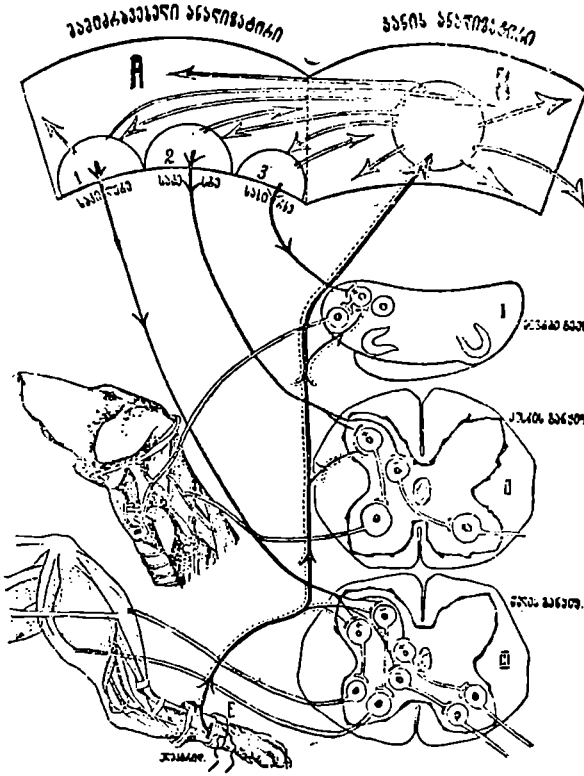
ბა, მხოლოდ განსაზღვრული გზები ითვისებენ აღმატებული ფუნქციონალური მოქმედების უნარს. ეს სწორედ ის გზები უნდა იყვნენ, რომელნიც გაღიზიანებული ფეხის მოხვრის მამოძრავებელ ადგილს უერთდებიან, ვინაიდგან ამ ადგილსა და გაღიზიანების მიმღებ ფარგალს შორის თავიდანვე მჭიდრო კავშირი უნდა ყოფილიყო და ამიტომ ამ კავშირის ნერვულ ელემენტებს უნდა განეცადად უფრო მძლავრი მოქმედება ელექტრული გაღიზიანების გაელენით.

ამნაირი ფაქტიური ანალიზის საშუალებით გამოგვყავს შემდეგი ფიზიოლოგიური კანონი აგზნების ირადიაციის შესახებ: **აგზნება, რომელიც აღმოცენდა დიდი ტვინის რომელიმე კუთხეში, ისწრაფვის გავრცელდეს ამ ქერქში ძალიან მარტივი პრინციპის თანახმად: რამდენადაც ძლიერ გატარდება აგზნება ყველაზედ უფრო მეტი აგზნებულების მქონე გზებით, რომლებიც პირვანდელი აგზნებული კერიდან იწყება, იმდენად სუსტად გატარდება იგი დანარჩენი ნაკლები აგზნებულების მქონე გზებით.** სხვანაირად რომ ესთქვათ, **აღებული გზის ირადირებული აგზნება პირვანდელი კერისაგან დამოკიდებულია არა მარტო მის აგზნებულების ხარისხზე, არამედ სხვა დანარჩენ გზების ამგვარივე თვისებაზე: რაც უფრო მეტი იქნება სხვა გზების აგზნებულება და ამიტომ მათი აგზნებაც. მით უფრო ნაკლები იქნება აღებული გზის საკუთარი აგზნება.** ამ ნერვული მოქმედების პრინციპს ჩვენ ვუწოდეთ **აგზნების შეუღლებული ირადიაციის კანონი.** (ბერიტაშვილი [1]).

შეუღლებული ირადიაციის კანონის ცნებიდან არ გამომდინარეობს ის, რომ ვითომ დიდი ტვინის ქერქში აგზნების ირადიაცია ზოგჯერ შეუღლებულია და ზოგჯერ კი არა. ქერქული ირადიაცია მოზრდილ ცხოველებზე მუდამ შეუღლებულია, რადგან შეუძლებელია წარმოვიდგინოთ, რომ დიდი ტვინის ქერქში ერთი რომელიმე წერტილი სულ თანაბარი აგზნებულების გზებით უკავშირდებოდეს სხვა მრავალ ადგილებს. მხოლოდ ახლად დაბადებულებს შეიძლება ჰქონდეთ დიდი ტვინის ქერქში სრულიად თანაბარი აგზნებულების ნერვული ელემენტები. მაგრამ უკვე პირველი ინდივიდური რეფლექსების განვითარებიდან აგზნების ირადიაცია შეუღლებული უნდა გახდეს.

ცხადია, რომ აგზნების შეუღლებული გავრცელება ერთი ნეირონის ფარგალში შეუძლებელი რამ უნდა იყოს. ეს ეწინააღმდეგებოდა „ან სულ, ან არაფრის კანონს". შეუღლებული ირადიაციის კანონი გამოყვანილია ნეირონთა რთული წნულის დაკვირვებიდან და ამიტომ იგი უნდა გამოხატავდეს ამ ნეირონთა წნულის მოქმედების თავისებურებას. რადგან თვითონ ნეირონში აგზნება აღმოცენდება „ან სულ, ან არაფრის კანონის" მიხედვით, ამიტომ ბუნებრივია ვიფიქროთ, რომ შეუღლებული არადიაციის თავისებურება დამოკიდებულია აგზნების გადასვლაზე ერთი ნეირონიდან მეორეზე ე. ი. მათ შუა მდებარე ფიზიკურ არეზე.

აგზნების შეუღლებული ირადიაციის კანონი ზურგის ტვინის მიმართ. შეუღლებული ირადიაცია არ წარმოადგენს დიდი ტვინის ფუნქციური მოქმედების თავისებურებას. დანარჩენი ც. ნ. ს.-ის განყოფილებაშიაც აგზნების ირადიაცია სწარმოებს სრულიად განსაზღვრული გზებით. სწორეთ ესაა მიზეზი, რომ საპასუხოდ ერთი რომელიმე პერიფერიული გაღიზიანებისა



ნახ. 156. თანშობილი რეფლექსური რკალები ძაღლზედ: კიდურის შოხვრის, ხმის ამოღების და თავის საორიენტაციო მოძრაობის. მოცემულია თვითეულ რეფლექსისთვის როგორც მოკლე რკალი, ისე გრძელი დიდი ტვინის საშუალებით. ზემოაღალი გზა ყველა დასახელებულ რეფლექსებისთვის ერთი და იგივეა. იგი დახატულია სქელი შავი ხაზით შტრიხებიანი ხაზის თანდართვით. იგი იწყება ფეხზე, სადაც ელექტრული გაღიზიანება სწარმოებს (E), და ბოლოვდება დიდი ტვინის ქერქში კანის მიმღებელ ფარგალში (B). მოხვრის რეფლექსის მოკლე რკალი გაიელის ზურგის ტვინით (III); აქ მდებარეობს მისი საკოორდინაციო აპარატი. ამ რეფლექსის გრძელი რკალი შეიცავს აგრეთვე კანიდან გაღიზიანებათა მიმღებელ ფარგალს (B) და მამოძრავებელ ადგილს (I), რომელიც იქვე ქერქში მდებარეობს. საორიენტაციო მოძრაობის მოკლე რკალი გაიელის ზურგის ტვინის კისრის განყოფილებას (II), სადაც სათანადო საკოორდინაციო აპარატია: მისი გრძელი რკალი გაიელის იმავე მიმღებელ ფარგალს ქერქში და სპეციალურ მამოძრავებელ ადგილს კისრის ასამოძრავებლად (2). ხმის რეფლექსის მოკლე რკალი გაიელის მოგრძო ტვინს (I), სადაც მისი საკოორდინაციო აპარატი მდებარეობს. გრძელი გზა კი შეიცავს იმავე მიმღებელ ფარგალს და ხორხის მამოძრავებელ ადგილს დიდი ტვინის ქერქშივე (3). პლიუსი და მინუსი საკოორდინაციო ნეირონებზე აღნიშნავენ კოორდინაციული ინერვაციის ხასიათს: პლიუსი—აგზნებას და მინუსი—შეკავებას. ისრები ქერქში და ყოველანაირ გამტარებელ გზებში უჩვენებენ აგზნების ირრადიაციის მიმართულებას (ბერიტაშვილისა).

იწვევა მხოლოდ განსაზღვრული საკოორდინაციო და მამოძრავებელი ნეირონების ამოქმედება. მხოლოდ ამ შემთხვევაში ეს ირადიაცია დამოკიდებულია თვითონ ტვინის თანშობილ ორგანიზაციაზე. (ბ ერ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [2]).

აგზნება ზურგის ტვინშიაც გატარდება არა მარტო განსაზღვრული ნერვეული გზით, იგი ვრცელდება აგრეთვე სხვა გზებშიაც. ხოლო ამ გზებით იგი ეფექტს არ იწვევს. ამნაირად, ნორმულად თვითეული ზურგის ტვინის ნაწილი უერთდება ზურგის და თავის ტვინის განსაზღვრულ ნაწილს უფრო მჭიდროდ, ვიდრე სხვებს. უეჭველია, ეს თანშობილი კავშირები უნდა ირჩეოდენ ერთმანეთისგან გამტარებლობის მხრივ. ის მთავარი ნერეული გზები, რომლითაც იწვევა გარეგანი ეფექტი აღებული გაღიზიანების საპასუხოდ, უეჭველია უფრო ადვილად გაატარებენ აგზნებას, ვიდრე სხვა გვერდითი გზები. მაგრამ რასაკვირველია, თუ რომ აგზნებულებამ მოიმატა იმ ნერვულ ცენტრებში, რომელთაც ეს გზები უკავშირდება, მაშინ პერიფერიული ეფექტი აგრეთვე ამ გვერდითი გზებითაც გამოიწვევა. ნორმულად აგზნებულების მომატება ამა თუ იმ ცენტრში სწარმოებს სათანადო მიმღებელი ველის პერიფერიული გაღიზიანების გამო. როგორც ჩვენ აღვნიშნეთ ზოგად ფიზიოლოგიაში, თუ რომ სადმე რომელიმე საკოორდინაციო აპარატში აგზნებულებამ მოიმატა, მაშინ მისი ამოქმედება შეიძლება მოხდეს როგორც სათანადო მიმღებელი ველის, ისე სხვა ველის გაღიზიანებით. უკანასკნელ შემთხვევაში ეს მოხდება გვერდითი გზების საშუალებით. ამნაირად, **ნორმულად აგზნება ვრცელდება ზურგის და თავის ტვინში სრულიად განსაზღვრული გზებით ისეთი ინტენსივობით, რომ იგი იწვევს გარეგან ეფექტს. სხვა გზებით კი აგზნება ვრცელდება სუსტად. ამ გზებით იგი იწვევს გარეგან ეფექტს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ რომ რაიმე მიზეზით ამ გზების ცენტრალურ აპარატებში აგზნებულებამ საკმარისად მოიმატა.** მაშ., ზურგის და თავის ტვინში აგზნება ვრცელდება შეუღლებულად, როგორც დიდი ტვინის ქერქში.

მაგრამ ერთი რამ გარჩევა არის: ზურგის ტვინის თანშობილ გზებში აგზნების შეუღლებული ირადიაცია არსებითად არ იცვლება გარეგანი გაღიზიანების გავლენით. დიდი ტვინის ქერქის გზებში კი აგზნების ირადიაცია ადვილად იცვლება პერიფერიული გაღიზიანების მიხედვით. მაგალითად, ინდივიდური გაღიზიანება არ იწვევს ჩვეულებრივ რეფლექსს, თუ რომ იგი მოხდა არაჩვეულებრივი გაღიზიანების დროს. ასეთი რამ მოვლენა ზურგის ტვინის თანშობილ რეფლექსთა მიმართ არ არის ცნობილი. მართალია, ხშირად ვხედებით, რომ აღებული გაღიზიანება არ იწვევს ჩვეულებრივ ეფექტს; პირიქით იგი იძლევა სულ სხვა ეფექტს. მაგრამ ყველა ამ შემთხვევაში აგზნება ჩვეულებრივი გზითაც ვრცელდება უკლებლივ. როგორც ეს უკვე აღვნიშნეთ, ეფექტის ასეთი შექცევა იმიტომ ხდება, რომ ჩვეულებრივი გზით ეფექტი არ იწვევა სათანადო საკოორდინაციო აპარატში აგზნებულების სიმცირის გამო. მაგრამ იგი იწვევა სხვა საკოორდინაციო აპარატებიდან, სადაც აგზნებულება იყო მომატებული იმდენად, რომ სუსტმა ირადიაციულმა აგზნებამ მოიყვანა ისინი მოქმედებაში.

ამნაირად, **მთავარი, ფილოგენეტურად კარგად განვითარებული თანშობილ ნერვული გზები აგზნებულების და გამტარებლობის მხრით იმდენად ირ-**

ჩევიან სხვა გვერდით გზებიდან, რომ სხვადასხვა გარეგან გაღიზიანებათა გავლენით ფილოგენეტურად შემუშავებული აგზნების შეუღლებული ირადიაციის ტიპი არსებითად არ იცვლება.

აგზნების შეუღლებული ირადიაციის ფიზიკო-ქიმიური საფუძველი. შეუღლებული ირადიაციის კანონს ისეთივე ფორმულა აქვს, როგორც ელექტრობის განაწილებას გამტარებელთა სისტემაში. ამ სისტემის ერთ რომელიმე გამტარებელში მით უფრო მეტი ძალით ტარდება ელექტრობა, რაც უფრო ნაკლებია მისი წინააღმდეგობა სისტემაში და რაც უფრო მეტია სხვა დანარჩენ გამტარებელთა. ეს გარემოება მიგვითითებს მასზე, რომ ვეძიოთ შეუღლებული ირადიაციის კანონის საფუძველი მოქმედების ელექტროდენის, ე. ი. იმ ელექტრობის, რომელიც ქერქის თვითეულ ელემენტში აღმოცენდება მისი აგზნების დროს, ქერქის სხვა ნერვული ელემენტებით ვაერცელებაში, როგორც უბრალო გამტერებელთა სისტემაში.

ცენტრალური ნერვული სისტემა შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც ელექტრულ გამტარებელთა რთული ხლართი. თვითეულ ნერვულ ქსოვილში უჯრედები გადაებმიან ნერვული მორჩებით. თვითეული მორჩი შესდგება ღერძიან ცილინდრისგან, რომელიც ნეიროფიბრილებს და ნეიროპლაზმას შეიცავს, და გარსებისგან, რომელთა ელექტროდენის წინააღმდეგობა გაცილებით უფრო დიდია, ვიდრე ღერძიანი ცილინდრისა. ამიტომ შესაძლებელია უკანასკნელი მივიჩნიოთ, როგორც ელექტრობის გამტარებელი, გარსები კიდე როგორც იზოლიატორი. ზოგიერთი ავტორის აზრით აგზნების გავრცელება თვითეულ ნერვულ ელემენტში პირდაპირ პირობადებულია აგზნებული ნაწილის მოქმედების დენის გავლენით მეზობელი უმოქმედო ნაწილზე. ამ ელექტროდენს მოჰყავს მოქმედებაში უმოქმედო აგზნებადი ნივთიერების ნაწილი (Hermann [3], Cremer [4]). ეს ელექტროდენი არ მოქმედებს გარსების საშუალებით მეზობელ ნერვულ ელემენტებზე, ვინაიდგან გარსების დიდი წინააღმდეგობა ამას ხელს უშლის. ამასთან ამ გარსების ნახევარ გამვლელობა ჰქნის მოქმედების დენის გავლენით პოლარიზაციურ დენს, რომელიც თავის მხრივ, როგორც მოწინააღმდეგე მიმართულების, ასუსტებს მთავარი ე. ი. მოქმედების დენის გავლენას მეზობელ ნერვულ ელემენტებზე (გილდემეისტერი [5]).

ეხლა წარმოვიდგინოთ, რომ ნერვული ქსოვილის უჯრედთა რომელიმე ჯგუფში წარმოიშო აგზნება. ეს აგზნება „ან სულ, ან არაფრის" კანონის მიხედვით გავრცდელდება ამ უჯრედთა ყველა მორჩებში ცნობილი სისწრაფით - წუთში 75 100 მეტრი (თბილსისხლიანი ცხოველები!). მოქმედების დენი კი, რომელიც წარმოიშვება თვითოულ აგზნებულ წერტილში, გავრცელდება მთელ ნერვულ ქსოვილში გაცილებით მეტი სისწრაფით, სახელდობრ სინათლის სხივის ცნობილი სისწრაფით. ხოლო ეს ელექტროდენი ერთი რომელიმე წრით (A) მით უფრო მეტი ინტენსივობით გაივლის, რაც უფრო ნაკლები იქნება ამ წრის წინააღმდეგობა, და რაც უფრო მეტი იქნება სხვა წრეთა (B, C, D...) წინააღმდეგობა. მოქმედების ელექტროდენის გავლენით მთელი სისტემა ცხადია უნდა გაწიცდიდეს ისეთ ცვლილებას, როგორათაც საზოგადოთ ელექტრობის გატარე-

ბისას ხდება. სახელდობრ, სინაპსების პლაზმატური აპკები ელექტრობის გაელენით განიცდიან ეგ. წოდ. კატოდურ პოლიარიზაციას: ნახევარ გამჭირვალე აპკების ერთ მხარეზე გროვდებიან უმეტესად ერთვალენტიანი იონები და ამ იონების გაელენით ხდება პროტოპლაზმატური აპკების გაფაშარება (Auflückerung) (ჰობერი[6], ებეკი[4]). ეს კიდე ხელს უნდა უწყობდეს აგზნების გადასელას სინეპსის საშუალებით. რაც უფრო ინტენსიურია მოქმედების ელექტროდენის გავრცელება ამ წრით, მით უფრო მეტად ფაშარავდება ამ წრის სინეპსის პროტოპლაზმატური აპკები, მით უფრო მეტად მზადდება ეს წრე აგზნების გავრცელებისთვის. მაშასადამე, თვითეული ნეირონიდან აგზნება გადავა მეზობელ ნეირონზე მით უფრო მეტი ინტენსიობით, რაც უფრო მეტად წინასწარ მომზადებული იქნება მოქმედების ელექტროდენის გაელენით მათ შორის დებული სინეპსი აგზნების პროცესის გასატარებლად. ამნაირად. **აგზნების შეუღლებული ირადიაციის მთავარ საფუძვლად შესაძლებელია მივიღოთ მოქმედების ელექტროდენის კირჰგოფის ცნობილი კანონით გავრცელება ნეირონთა წრეებში.**

აგზნების შეუღლებული ირადიაციის მორფოლოგიური საფუძველი. მაგრამ არ შეიძლება დაუშვათ, რომ აგზნების შეუღლებული ირადიაცია ყველა პირობებში მხოლოდ მოქმედების ელექტროდენის თავისებურ გავრცელებაზე იყოს დამოკიდებული. ჩვენ ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ დროებითი კავშირების განვითარება პირობადებული უნდა იყოს ერთის მხრივ აგზნებულ კერათა შორის შემაერთებელი ნერვული ელემენტების ნეიროფიბრილური მასის ზრდა-განვითარებით, მეორე მხრივ სინეპსების შეეიწროვებით. ამასთან დაკავშირებით იცვლება მათი ფუნქციონალური მდგომარეობაც, როგორც ჩვენ უკვე აღვნიშნეთ ზემოთ. ნეიროფიბრილური მასის გაზრდა-განვითარება აღნიშნავს აგზნებადი ნივთიერების მომატებას, უკანასკნელი კიდე პირობადებს აგზნების პროცესის გაძლიერებას. ამის გარდა დროებითი კავშირების განვითარებისას უნდა ხდებოდეს სინეპსების პროტოპლაზმატური აპკების გაფაშარება. ებეკის აზრით ასეთ გაფაშარებას უნდა განიცდიდეს ყველა აგზნებული ნაწილები. მომატებული გაფაშარება აგზნების შემდეგ უცბად არ უბრუნდება ნორმას. იგი გრძელდება კიდევ რამდენიმე ხანს აგზნების შემდეგ. ამაზე აფუძნებს ებეკი[7]) აგზნებულების მომატებას აგზნების შემდეგ. შესაძლებელია, გაფაშარების შემდეგმოქმედება მით უფრო ხანგრძლივი და ღრმა იყოს, რაც უფრო მძლავრ მოქმედებას განიცდიდა ხერვული ელემენტი. ყველა ეს პირობები ხელს უნდა უწყობდენ თავის თავად როგორც ელექტროდენის ნაკლები წინააღმდეგობით გავრცელებას, ისე აგზნების საუკეთესოდ გამტარებლობასაც. ამიტომ, **აგზნების გავრცელება თვითეულ აგზნებულ კერიდან უპირატესად უნდა სწარმოებდეს განსაზღვრული ყველაზე უფრო მეტად განვითარებული ნერვული გზებით, ხულ ერთია თანშობილი გზები იქნება იგი თუ დროებითი კავშირები.** ეს მოხდება თავის თავად დამოუკიდებლად მოქმედების ელექტროდენის გავრცელებისა, თუმცა ცხადია, ამ ელექტროდენის გავრცელება ხელს უნდა უწყობდეს აგზნების სწორედ აღნიშნული გზებით გავრცელებას.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. J. Beritoff, Brain, 1924, 47, 109; Jour. Psych. Neur., 1924, 30, 217
1. И. Беритов, Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы. 1926, 2, 31.
3. Hermann, Handbuch d. Physiologie, ტ. II. ნაწ. 1, გვ. 194.
4. M. Cremer, Nagels Handbuch d. Physiologie. 1909, ტ. IV. გვ. 792.
5. M. Gildemeister, Zeitsh. f. Biol. 1925, 83. 145.
6. R. Höber, Klinische Wochensch. 1925. 4 Jahg., № 28. Physikalische Chemie d. Zelle u. Gewebe. 1924.
7. U. Ebbecke, Pfl. Arch., 1922, 195, 555.

8. ინდივიდური რეფლექსების წარმოშობა.

ინდივიდური რეფლექსის განვითარება. ეთქვათ, უნდა შემუშავდეს მარჯვენა წინა ფეხის ინდივიდური მამოძრავებელი რეფლექსი რომელიმე ბგერის საპასუხოდ. ამისათვის საჭიროა, რომ ეს ბგერა შეუუღლდეს ამ ფეხის ელექტრული ძალით გაღიზიანებას. კომბინაციის დროს დიდი ტვინის ქერქში აღმოცენდება სამი აგზნების სათავე: ერთი კეფის წილში, ე. ი. ბგერის მიმღებელ ფარგალში, მეორე შუბლის წილში, ე. ი. აქ მოქცეულ კანის მიმღებელ ფარგალში, რომელიც სხვათა შორის მტკივნეულ გაღიზიანებას მიმღებლობს: და მესამე ქერქის მამოძრავებელ აპარატებში, რომელნიც მოქმედობენ კანის მიმღებელი ფარგლიდან აგზნების ირადიაციის გავლენით და რომელნიც მოძრაობას იწვევენ. ამავე დროს, რასაკვირველია, ამ სამ სათავეში აგზნებულება უაღრესად მატულობს. აგზნება თვითეული სათავიდან მეორე ჰემისფეროზედ ერცელდება, მაგრამ ყველაზედ მეტად მეორე და მესამე აგზნების სათავეზედ იმოქმედებს, რადგანაც იქ აგზნებულება ყველაზე მეტი ღონეა. ეს ურთიერთი მოქმედება შეიძლება პირველ შეუღლებისთანავე იმდენად ძლავრი იყოს, რომ მან ეფექტი მოიცეს. სამაგალითოდ მოვიყვან ერთ ამგვარ მოვლენას. მცირე ინტენსიეობის ელექტრული დენით რომ გაღიზიანდეს რომელიმე ფეხი და ამავე დროს ძლიერი ბგერა ვაწარმოვოთ. ეს ბგერა გააძლიერებს დენისაგან გამოწვეულ ფეხის მოძრაობას. ვინაიდან ყველაზე უფრო მოკლე გზები, რომლებიც ამ სამ სათავეს აერთებს, ყველა სხვა გზებზედ უფრო ძლიერ აიგზნება, ამიტომ დასახელებულ სათავეებთან ერთად ამ გზებშიაც აგზნებულებამ უნდა მოიმატოს ყველაზედ მეტად. ეს უკანასკნელი უნდა აწეულიყო აგრეთვე ყველგან სათავეთა გარშემო და საზოგადოდ ქერქში აგზნების ირადიაციის წყალობით, რასაკვირველია, ქერქის ყოველ ნაწილში მით უფრო ძლიერ, რაც უფრო იგი სათავესთან ახლო იქნებოდა. უეჭველია, აგზნებულება სათავეებში და მათ შორის მოკლე გზებში თვითეული შეუღლების განმეორებასთან სულ უფრო და უფრო უნდა იზრდებოდეს, რადგანაც თვითეული შეუღლება ისეთ დროს ხდება, როცა ჯერ კიდევ გამქრალი არ არის ზედმეტი აგზნებულება წინასწარი შე-

ულების შემდგომ. ამის წყალობით აგზნება ერთი სათავიდან მეორეში მეტ წილად ამ მოკლე გზებით ვრცელდება. უკვე პირველი რამდენიმე შეუღლების შემდგომ. ზეგაელენის სიმძლავრე ერთი სათავისა მეორეზედ იმდენად დიდია, რომ „სამტკიცნეულო“ განყოფილება და მამოძრავებელი აპარატი აგზნებაში მოდის, როდესაც კი ბგერის სათავე ჩვეულებრივი საინდივიდურო გაღიზიანების გამო მოქმედობს (ბერიტაშვილი [1]).

+ წინქცევითი და უკუქცევითი დროებითი კავშირი. ის მოკლე გზები აღმატებული აგზნებულებით, რომელნიც განვითარდენ ზემოაღწერილი ურთიერთი მოქმედების გამო, შეადგენენ დროებით კავშირებს. ამ კავშირებით აგზნება ერცელდება როგორც ინდივიდური გაღიზიანების კერიდან საპასუხო აპარატისკენ, ისე უკუღმა ამ აპარატიდან ინდივიდური გაღიზიანების კერისკენ. მაშ.. **მუდამ, თვითეული ინდივიდური რეფლექსის აღმოცენებისას ვითარდება ორნაირი მიმართულების დროებითი კავშირი: წინქცევითი და უკუქცევითი.** ინდივიდური მოძრაობის გამოწვევა ჩვეულებრივი ბგერის საპასუხოდ. ეს წინქცევითი კავშირის შედეგია. მაგრამ არსებობს აგრეთვე მრავალნაირი ინდივიდური მოვლენები, რომელნიც უკუქცევითის კავშირის მოქმედებაზეა დამოკიდებული, მაგ.: დაგვიანებული რეფლექსის პირველი უმოქმედო ფაზა, მიმყოლი რეფლექსის ის თავისებურება, რომ რეფლექსი ინდივიდური გაღიზიანების დროს კი არ იწვევა, არამედ მის შემდგომ და სხვა. ყველა ამნაირი შემთხვევები, როდესაც ინდივიდური გაღიზიანება რეფლექსს არ იძლევა, იმით აიხსნება, რომ საბოლოო მამოძრავებელ ან სასეკრეციო აპარატში გამოწვეული აგზნების პროცესი უკუიქცევა ინდივიდური გაღიზიანების სათავისკენ უკუქცევითი კავშირით. ამნაირი შედეგი შესაძლებელია მაშინ, როდესაც ეს უკუქცევითი კავშირი კარგადაა განვითარებული. ამ კავშირის განვითარება სხვათა შორის დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად ძლიერია ინდივიდური გაღიზიანების ფიზიოლოგიური მოქმედება: **რაც უფრო მეტი იქნება ინდივიდური გაღიზიანების ფიზიოლოგიური მოქმედება, მით უფრო მაღლა აიწევა ინდივიდური გაღიზიანების მიმღების სათავის აგზნებულება, მით უფრო ძლიერი იქნება საპასუხო აპარატების ამ სათავეზე გავლენა და მით უფრო მტკიცე შეიქნება მათ შორის ამ მიმართულების, ე. ი. უკუქცევითი კავშირი** (ბერიტაშვილი [1]).

ამა თუ იმ კავშირის განვითარების ხარისხი და, მაშასადამე, მისი სიმტკიცე, აგზნებულება და მოქმედება თვითეულ რეფლექსში დამოკიდებულია ამა თუ იმ ურთიერთ მომქმედი სათავის მომზადებაზე დროებითი კავშირის განსავითარებლად. რაც უფრო მეტად იქნება მომზადებული ძირითადი გაღიზიანების მიმღები სათავე, ე. ი. რაც უფრო მეტი იქნება მისი აგზნებულება, მით უფრო ჩქარა და მძლავრად განვითარდება მასთან აღმოცენებული წინქცევითი დროებითი კავშირი; აგრეთვე რაც უფრო მეტი იქნება ამ მხრივ ინდივიდური გაღიზიანების მიმღები სათავე, მით უფრო მძლავრად და სწრაფად განვითარდება ამ სათავესთან უკუქცევითი კავშირი. სწორედ ამიტომ არის, რომ ერთი და იმავე ძირითადი გაღიზიანების საშუალებით პირველი რეფლექსი, ე. ი. პირველი ინდივიდური გაღიზიანების საპასუხო, უფრო ძნელად ვითარდება, ვიდრე მეორე

და მესამე ახალ ინდივიდურ გაღიზიანებაზე. ამის მიზეზი ისაა, რომ დროებითი კავშირის საბოლოო აპარატი ფეხის მამოძრავებელი აპარატი იმდენად მზადდება, რომ მასთან ყოველივე შემდეგი წინქცევითი კავშირი ბევრად უფრო მალე ეითარდება, ვიდრე პირველი რეფლექსის განეითარების დროს. ზოგიერთ შეშთხვევაში ინდივიდური გაღიზიანების სათავის განვითარება განსაკუთრებულ ხელსაყრელ პირობებშია. ასე ხდება ხოლმე, როდესაც ინდივიდური გაღიზიანება ცალკე დიდხანს მოქმედობს, ვიდრე ძირითადი დაიწყებოდეს (დაგვიანებული რეფლექსი). ეს წინასწარი გაღიზიანება იმდენად ამზადებს მის მიმღებელ ქერქის სათავეს, რომ თავიდანვე მძლავრად ეითარდება მასთან აღმოცენებული დროებითი კავშირი, ე. ი. უკუქცევითი. ამის გამო ინდივიდური გაღიზიანების მიერ გამოწვეული აგზნება, რომელიც წინქცევითი კავშირით მამოძრავებელ აპარატისკენ ვრცელდება, უკანასკნელიდან უკუიქცევა ინდივიდურ სათავისკენ და ამიტომ თანახმად შეუღლებული ირადიაციის პრინციპისა იგივე აგზნება პერიფერიულ სამუშაო ორგანოსკენ სუმბინიმალური ინტენსიეობით ვრცელდება. მხოლოდ უკუქცევითი კავშირის დაღლისას წინქცევითს შეუძლიან ცოტა რამ ეფექტი პერიფერიაზედაც გამოიწვიოს (ბ ერ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [2]).

ამნაირად, **დაგვიანებული რეფლექსის უმოქმედო ფაზა დამოკიდებულია უკუქცევითი კავშირების ზედმეტ განვითარებაზე, რაც პირობადებულია ინდივიდური გაღიზიანების ხანგრძლივი მოქმედებით.**

წინქცევითი და უკუქცევითი კავშირების განვითარება სწარმოებს თვითეული ინდივიდური რეფლექსის განვითარებისას. ხოლო მისდა მიხედვით თუ რომელი კავშირი უფრო მეტადაა განვითარებული, გარეგანი ეფექტი გამოხატავს ან წინქცევითი ან უკუქცევითი კავშირის მოქმედებას. მავრამ განსაზღერულ პირობებში შეიძლება ვინახულოთ პერიფერიულ ორგანოებზე ორივე კავშირის მოქმედება. ასე ხდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ორივე გაღიზიანება ინდივიდური და ძირითადი განსაზღერულ გარეგან ეფექტს იწვევს, როგორც მაგ.. პირში შაქრის ჩადება და ელექტრული გაღიზიანება. ძაღლს რომ ჯერ შაქრის ფხვნილი ვაპამოთ და მერე ჭამის დროს ელექტრული გაღიზიანება ვაწარმოვოთ, პირველ დღეებში ძაღლი ჭამას თავს ანებებს ამ გაღიზიანებისას, შემდეგ იგი ჭამას არ ანებებს თავს; და ბოლოს იგი სჭამს მხოლოდ ელექტრულ გაღიზიანებისას: შაქარი პირში უყრია, მაგრამ არა სჭამს, ელოდება ელექტრულ გაღიზიანებას (ს ა ვ ი ჩ ი [3]). რადგან ელექტრული გაღიზიანება იყო მეორე, შაქრის ფხვნილის პირში ჩაყრა კიდე პირველი, ცხადია, რომ ეს ინდივიდური რეფლექსი აღმოცენდა უკუქცევითი კავშირის უაღრესი განვითარების გამო. შაქრის ჩაყრა არ იძლევა ჭამის რეფლექსს, რადგან აგზნება გემოვნების მიმღებელ სათავიდან მიისწრაფვის უმთავრესად მამოძრავებელ და კანის „სამტკივნელო“ განყოფილებისკენ. აქედან უკან მიდის უკუქცევითი კავშირით გემოვნების მიმღებელ სათავისკენ, მერე ისევ მამოძრავებელ და კანის განყოფილებისკენ წინქცევითი კავშირით, აქედან ისევ უკან და ასე შემდეგ. ამის გამო არც მოძრაობა და არც სეკრეცია არ არსებობს. ხოლო როდესაც უერთებთ ელექტრულ გაღიზიანებას. მაშინ უკუქცევითი კავშირის მოქმედება იმდენად ძლიერი გამოდის, რომ იგი ჭამის ეფექტს იწვევს: პირის მოძრაობას და სეკრეციას.

მოვიყვან ერთს საგულისხმო მაგალითსაც. მსუბუქი მექანიკური გაღიზიანება - ფეხის ფხანვა—რომ შეუუღლოთ მცირე პროცენტიან მარილის სიმჟავის პირში ჩასხმას, იგი ბოლოს მოიცემა არამც თუ ნერწყვის ინდივიდურ რეაქციას, არამედ აგრეთვე ისეთ მოძრაობის და ხმის რეაქციას, როგორიც ფეხის მტკივნეულ გაღიზიანებას შეეფერება (პ ე ტ რ ო ვ ა [1]). ეს ფხანვა აქნობამდის არავითარ მოძრაობას ფეხზედ არ იწვევდა. ამიტომ მისი წარმოშობა უკუქცევითი კავშირის მოქმედების შედეგი უნდა იყოს. აგზნება ინდივიდურ სათავიდან ერცელდება ჯერ სასეკრეციო აპარატისკენ და მერე აქედან უკუქცევითი კავშირით უკან ინდივიდურ სათავეში მოდის. აქ არსებული აგზნება ძლიერდება და მით ემსგავსება იმ აგზნებას, რომელსაც კანის მძლავრი მექანიკური გაღიზიანება იწვევს. საგულისხმოა, რომ ეს ძოძრაობა მით უფრო მძლავრი გამოდის, რაც უფრო ნაკლებია ფხანვის მიერ ვამოწვეული სეკრეცია. ცხადია, ასე ხდება იმიტომ, რომ აგზნების გავრცელება სასეკრეციო აპარატიდან შეუღლებული ირადიაციის პრინციპის თანახმად სწარმოებს.

პ ა ვ ლ ო ვ ი ს და ბ ე ხ ტ ე რ ე ვ ი ს წარმოდგენით შესაძლებელია განვითარდეს დროებითი კავშირი მხოლოდ ერთი მიმართულებით: სუსტი გაღიზიანების კერიდან მძლავრი გაღიზიანების კერისკენ, ვითომ მხოლოდ სუსტი გაღიზიანება შეიძლება გახდეს რომელიმე მოქმედების ინდივიდურ სიგნალად. მაშას., პ ა ვ ლ ო ვ ი ს და ბ ე ხ ტ ე რ ე ვ ი ს აზრით, შეუძლებელია, რომ ისეთი მძლავრი გაღიზიანება, როგორც საკმლით პირის ღრუს გაღიზიანება, ან კანის მტკივნეული გაღიზიანება ელექტრული დენით, გახდეს ინდივიდურ სიგნალად შედარებით სუსტი მოქმედებისა, როგორსაც ბგერა იწვევს. მაგრამ როგორც ზემოთ მოყვანილ ფაქტებიდან ნათლად სჩანს, ეს გაბატონებული აზრი რუსეთის რეფლექსოლოგებთა შორის შემცდარად უნდა ჩაითვალოს.

ინ დ ი ვ ი დ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს გ ე ნ ე რ ა ლ ი ზ ა ც ი ი ს წ ა რ მ ო შ ო ბ ა. აღნიშნული იყო, რომ რეფლექსების შემუშავების დროს აგზნებულება მატულობს აგრეთვე მთელს ტვინის ქერქში, მეტადრე აგზნების სათავეთა გარშემო. ამის გამო ამ დროს ყოველივე გაღიზიანება მეტ მოქმედებას უნდა იწვევდეს დიდი ტვინის ქერქში, ვიდრე სხვა დროს. ამ გაღიზიანების მიერ გამოწვეული აგზნება ირადიაციას განიცდის. აგზნებულების მომატება საერთოდ ქერქში ხელს უწყობს ამ ირადიაციას. ირადირებული აგზნება მოქმედებს ყველაზედ უფრო ძლიერ ტვინის იმ კერაზე, სადაც აგზნებულება მომატებულია ყველაზე უფრო მეტად. ასეთია საინდივიდურო და ~~ძირითადი~~ გაღიზიანების მიმღებელი კერები და ~~ის~~ საპასუხო ადგილები, საიდანაც დროებითი კავშირები პერიფერიაზე მოქმედებას იწვევენ. ამიტომ არის, რომ არა ჩვეულებრივი გაღიზიანება იწვევს სწორედ ისეთ ეფექტს, როგორც ჩვეულებრივი ინდივიდური.

გენერალიზირებული მდგომარეობის დროს არა ჩვეულებრივი გაღიზიანება იწვევს მით უფრო მეტ ეფექტს, რაც უფრო ახლოა არაჩვეულებრივი გაღიზიანება ჩვეულებრივთან. იმავე თვისების დაშორებული გაღიზიანება და მეტადრე სხვა თვისების არაჩვეულებრივი გაღიზიანება ეფექტს სულაც არ იძლევა. ეს მოვლენა იმაზე უნდა იყოს დამოკიდებული, რომ მიმღებელი ფარგლის ის ადგილები, რომელნიც მახლობელ გაღიზიანებათ მიმღებლობენ, ერთმანეთთან ახლო მდებარეობენ.

ამას ამტკიცებს დღეს როგორც ბეხტერევის და პაველოვის შკოლები, ისე ცნობილი მონაკოვის შკოლაც. პირველად ეს დამტკიცებული იყო გ. მუნკის[16]) და ლარიონოვის[17]) მიერ (უკანასკნელი ბეხტერევის ლაბორატორიიდან), რომ სმენის ფარგალში ნამდვილი ბგერათა პროექცია არსებობს: იგივე დადგენილი იყო მუნკის და მინკოვსკის მიერ (მონაკოვის ლაბორატორიიდან) სამხედვილო ფარგლის შესახებ, რომ აქ არსებობს ბადური გარსის სრული პროექცია. აგრეთვე კანის მიმღებელ ფარგლისთვის იყო დამტკიცებული მრავალი ცდებით პაველოვის და ბეხტერეევის შკოლებიდან (პაველოვი [18]), შევალიოვი [7]).

ცხადია, ინდივიდური გაღიზიანების მიმღებელი კერის გარშემო აგზნებულება უნდა მატულობდეს ყველაზე უფრო მეტად იმ ნაწილებში, რომლებიც მახლობელ გაღიზიანებათ მიმღებლობენ. ამის გამო მათ მიერ გამოწვეული ეფექტიც ყველაზე ძლავრი უნდა იყოს. ეს ეფექტი იწვევა ამნაირად, არაჩვეულებრივი გაღიზიანებას მოჰყავს აგზნებაში სათანადო მიმღებელი წერტილი. აქედან აგზნება ირადიაციას განიცდის და ამოქმედებს საინდივიდურო გაღიზიანების კერას. ამას მოჰყვება დროებითი კავშირის ამოქმედება და ამის შესაბამი პერიფერიული ინდივიდური ეფექტი. რომ მართლაც ამ შემთხვევაში არაჩვეულებრივი გაღიზიანება იწვევს ინდივიდურ რეფლექსს დროებითი კავშირის საშუალებით, ნათლად ჩანს შემდეგ ფაქტიდან: თუ რომ ინდივიდური გაღიზიანების ზედიზედ განმეორებით ჩავაქრობთ ინდივიდურ რეფლექსს, მაშინ არაჩვეულებრივი გაღიზიანებაც ეფექტს სრულიად არ იძლევა. თუ კიდე ჩავაქვრეთ რეფლექსი არაჩვეულებრივი გაღიზიანების განმეორებით, მაშინ ინდივიდური რეფლექსი ჩვეულებრივ გაღიზიანებაზე მნიშვნელოვნად სუსტდება (ელიასონი [5]), პროტოპოპოვი [6]). შევალიოვი [7]). ეს ფაქტები სრულიად ცხადლივ უჩვენებენ, რომ მახლობელი არაჩვეულებრივი გაღიზიანებანი რეფლექსს დროებითი კავშირებით იწვევენ.

მაგრამ განსაზღვრულ პირობებში ყოველივე გაღიზიანებას შეუძლია გამოიწვიოს პერიფერიული ეფექტი პირდაპირ საპასუხო წერტილებიდან, ე. ი. დამოუკიდებლად დროებითი კავშირებისა. ამის განსამარტებლად შეიძლება მოვიყვანოთ შემდეგი ფაქტი. როდესაც უკვე ერთ რომელიმე ბგერაზე მარჯვენა წინა კიდურის ინდივიდურმა მამოძრავებელმა რეფლექსმა სრული დიფერენციაცია განიცადა, მაშინ რომ გავაღიზიანოთ რომელიმე სხვა კიდური ძლავრი ელექტრული დენით, რომელიც ძლავრ რეაქციას იძლევა, ჩვეულებრივ ბგერაზე რეფლექსი არსებითად შეიცვლება: რამდენიმე წამის განმავლობაში ინდივიდური გაღიზიანება იწვევს მოძრაობას არა მარჯვენა წინა კიდურზე, არამედ იმ კიდურზე, რომელიც წინასწარ ელექტროდენით გაღიზიანდა, რომლის მიმართ ინდივიდური კავშირი არ არსდებოდა. თუ რომ ელექტრული გაღიზიანების მიერ ეფექტი საკმარისად დიდია, მაშინ არა მარტო ინდივიდურ გაღიზიანებას, სხვა არა ინდივიდურ გაღიზიანებასაც შეუძლია ეფექტი გამოიწვიოს გაღიზიანებულ ფეხზე. ესეც რასაკვირველია იწვევა დამოუკიდებლად დროებითი კავშირისგან პირდაპირ ირადიირებული აგზნების იმ კერებზე მოქმედებით, სადაც აგზნებულება იყო მომატებული ელექტრული გაღიზიანების მიერ (ბერიტაშვილი [5]).

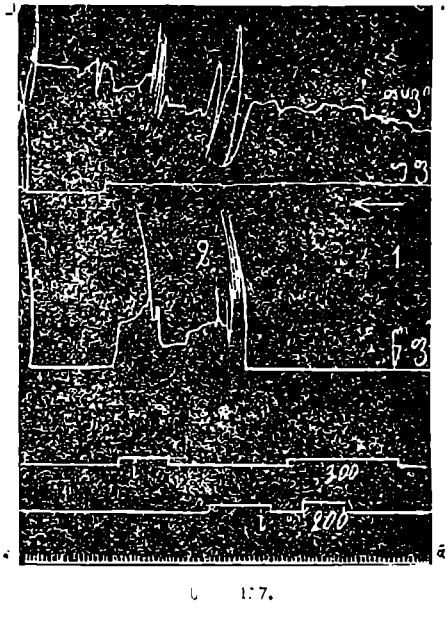
საუცხოო მაგალითს იძლევა აგრეთვე მტრედებზე დაკვირვება. როდესაც მტრედს მარჯვენა ფეხზე აქვს გაკეთებული ელექტროდები (წვრილი მავთული შემოსვეული თითებთან ახლო), მაშინ მძლავრი არაჩვეულებრივი ბგერა ამ კიდურის აწევას და შენძრევას იწვევს. თუ კიდე მარცხენაზე გადავიტანეთ ელექტროდები, მაშინ იგივე არაჩვეულებრივი გაღიზიანება მარცხენაზე გამოიწვევს იმავე რეფლექსურ მოძრაობას (ბერიტაშვილი "). ელექტროდების დადებას ის მნიშვნელობა აქვს, რომ სასუნილი და დაწოლით აღიზიანებს კანს და მით იწვევს აგზნებულების მატებას განსაზღვრულ ცენტრში. ამის გამო ბგერის მიერ გამოწვეული აგზნება საერთო ირადიაციის საშუალებით იძლევა ეფექტს სწორედ ამ ცენტრიდან, სადაც აგზნებულება ნორმალიდ ზევით იყო აწეული.

აშნაირად, ფაქტები ნათლად გვიმტკიცებენ, რომ **რომელიმე კიდურზე ქერქული რეაქცია შეიძლება გამოწვეული იყოს როგორც ჩვეულებრივი, ინდივიდური. ისე არაჩვეულებრივი გაღიზიანების საპასუხოდ დამოუკიდებლად დროებითი კავშირისგან. პირდაპირ აგზნების ირადიაციის საშუალებით საერთოდ დიდი ტვინის ქერქში, თუ რომ ამ კიდურის ქერქულ მამოძრავებელ წერტილში აგზნებულება სათანადოდ იყო მომატებული.** მაშასადამე, **ინდივიდური** რეფლექსის **გენერალიზაცია წარმოსდგება იქიდან, რომ დროებითი კავშირის ელემენტებში, აგრეთვე მათ გარშემო და მთლიანად ქერქშიაც აგზნებულება მატულობს, ამის გამო სხვადასხვა გარეშე გაღიზიანებანი ირიდიაციის გზით მოქმედობენ საბოლოო მამოძრავებელ თუ სასეკრეციო აპარატზედ ან პირდაპირ უშუალოდ, ან და დროებითი კავშირის დასაწყისის, ე. ი. ინდივიდური გაღიზიანების მიმღები სათავის საშუალებით.**

ინდივიდური რეფლექსის დიფერენციაციის წარმოშობა. თუ რომ აღმატებული აგზნებულება ინდივიდური და ძირითადი გაღიზიანების სათავეთა გარშემო გენერალიზაციის მთავარ პირობას წარმოადგენს, მაშინ რეფლექსის დიფერენციაცია უნდა დამოკიდებული იყოს ამ აგზნებულების ნორმამდე შემცირებაზე. რომ ეს ასეა, მთელი რიგი ფაქტებიდან სჩანს. მაგალითად, იქიდან, რომ დიფერენცირებული რეფლექსი დროებით ხელახლად განზოგადოვდება ძლიერი ელექტრული გაღიზიანების შემდგომ, რომელიც, როგორც ცნობილია, მთელ ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში აგზნებულების ზომატებას იწვევს; აგრეთვე იქიდანაც, რომ ეს ხელმეორე გენერალიზაცია საერთოდ ისეთი მოწამელით ხდება, რომელიც ც. ნ. ს.-ის აგზნებულების აწევას გამოიწვევს, მაგ., სტრიქნინით. მაგრამ მცირე სნობით ეს ხელმეორე გენერალიზაცია თვით ინდივიდური რეფლექსის გამოწვევისას ხდება. სამაგალითოდ მოვიყვან ერთ ქარაქტერულ მოვლენას. თავის თავად ბგერა 300-რხევიანი, ეფექტს არ იწვევდა. სოლო ინდივიდური რეფლექსის დროს 200-რხევიანი ბგერის საპასუხოდ იგივე ბგერა მძლავრ ეფექტს იძლევა. (სურ. 157).

აგზნებულების შემცირება ნორმამდე აგზნების სათავეთა გარშემო სწორედ მაშინ უნდა ხდებოდეს, როდესაც ამ სათავეთა შორის მოკლე გზები ვითარდება. შეუღლებული ირადიაციის კანონის თანახმად ეს მოვლენა უნდა სწარმოებდეს ამ გვარად: რაც უფრო მეტია მოკლე გზების განვითარება, იმდენად ნაკლე-

ბი უნდა იყოს ის აგზნება, რომელიც ყველა დანარჩენ გვერდით მდებარე რიფულ გზებზედ იელის. ამ გვერდით მდებარე გზებზედ აგზნების შესუსტება, რასაკვირველია, იწვევს ამ გზების აგზნებულობის შემცირებას. ეს კიდეე თავის მხრივ სპობს არაჩვეულებრივ გაღიზიანებათა მოქმედებას დროებითი კავშირის სათავეზედ, რის გამოც გენერალიზირებული რეფლექსი ალაგს უომოზს დიფერენციერებულს.



ს 1:7.

157 ნ ფ ი ვ ი ფ ი (((

რის უნდა ვითარდებოდეს ისეთივე დროებითი კავშირები, როგორც უარყოფითი რეფლექსის დროს, სახელდობრ, უნდა ხდებოდეს უპუქცევითი კავშირების მძლავრი განვითარება. ამ კავშირების განვითარებისას აგზნება დადებითი რეფლექსის დროებითი კავშირების ელემენტებიდან უნდა გადადიოდეს უპირველესად უპუქცევითი კავშირებით არაჩვეულებრივი დიფერენცირებული გაღიზიანების ქერქისკენ და თანახმად შეუღლებული ირადიაციისა ნაკლები ინტენსივობით უნდა ერცელდებოდეს დროებითი კავშირების საპასუხო საბოლოო ადგილებიდან მამოძრავებელ ორგანოსკენ.

საუკეთესო მაგალითს დიფერენციაციის დროს უპუქცევითი კავშირების განვითარებისას იძლევა პოდკოპაევის[10]) ერთი შრომა. მან განავითარა სანერწყვო რეფლექსი მარჯვენა უკანა კიდურის კანის მექანიკურ გაღიზიანებაზე. გაღიზიანება სწარმოებდა ჩლუნგი წვეტიანი ნემსების კანზე დაწოლით. ეს გაღიზიანება მტკივნეული არაა. იგი დაცვის მოხერის მოძრაობას ან წკმუტუნს არ იწვევს. როდესაც იგი ცდიდა სხვა კიდურებზე კანის გაღიზიანებას იმავე მექანიკური გაღიზიანებით რეფლექსის დიფერენციაციის მისახწევად, მან შეამჩნია რომ გაღიზიანებული კიდური ამ გაღიზიანების საპასუხოდ იძლევა დაცვის რეფლექსს: კიდური იხერება თვითეულ დაწოლისას. თუ რომ გაღიზიანება სწარმოებდა მხრებზე. მაშინ მხრები მოძრაობდა. ამ მოძრაობის დროს ძაღლი არ იძლევოდა ნერწყვის სეკრეციას. ამნაირად, რეფლექსის სახე ისეთი იყო, თითქოს კანი „მტკივნეული" გაღიზიანებით ღიზიანდებოდეს. ეს მოვლენა უეჭველია პირობადებულია ზემო აღნიშნული ხასიათის უპუქცევითი დროებითი კავშირის უპირატესი განვითარებით. დიფერენცირებული გაღიზიანებისას შესაბამებულ ქერქულ კერიდან აგზნება ერცელდება წინქცევითი კავშირებით სანერწყვო რეფლექსში მონაწილე ნერვულ ელემენტებისკენ. ხოლო ამათი აგზნება არ ერცელდებოდა ქერქიდან პერიფერიულ ორგანოში, ვინაიდან იგი ერცელდებოდა უპუქცევითი კავშირებით დიფერენცირებული გაღიზიანების სათავისკენ, როგორც უფრო მეტი აგზნებულების მქონე გზებით, თანახმად აგზნების შეუღლებული ირადიაციისა. აქის გამო სანერწყვო ჯირკველი ნერწყვს არ იძლევოდა. ხოლო დიფერენცირებული გაღიზიანების სათავეში არსებული აგზნება ძლიერდებოდა, იგი ხდება სწორედ ისეთი, როგორიც შეფარდებული კიდურის მტკივნეული გაღიზიანებით იწვევა. ამას კიდე მოსდევდა შესაბამი დაცვის რეფლექსი.

სრული დიფერენციაცია ზოგჯერ შეიძლება მიხწეული იყოს მხოლოდ ინ შემთხვევაში, თუ რომ არაჩვეულებრივი გაღიზიანება მეორდება სისტემატიურად, ვიდრე არ ჩაქრება მის მიერ გამოწვეული რეფლექსი (როზენტალი[11]), სოლომონოვი[12]). ხოლო ზოგჯერ საკმარისია ამისათვის მარტო ინდივიდური გაღიზიანების მრავალჯერ შეუღლება ძირითად გაღიზიანებასთან. რეფლექსის მძლავრად განმტკიცების შემდეგ არაჩვეულებრივი გაღიზიანება, გინდა მახლობელიც, პირველ ხმარებისთანვე დიფერენცირებული, უმოქმედო გამოდის (სნეგირევი[13]), ფრიდმანი[14]). ცხადია, პირველ შემთხვევაში დიფერენციაცია პირობადებულია აგრეთვე უპუქცევითი დროებითი კავშირების განვითარებით, ხოლო მეორე შემთხვევაში იგი დამოკიდებულია მხოლოდ აგზნებულების შემცირებაზე ინდივიდური და ძირითადი გაღიზიანების კერათა გარშემო.

ამნაირად, ინდივიდური რეფლექსის დიფერენციაცია დამოკიდებულია აღმატებული აგზნებულებიხ ნორმამდე შემცირებაზე ურთიერთ მომქმედ სათავეთა გარშემო; ეს ხდება იმიტომ, რომ დროებითი კავშირის განვითარებისას აგზნების ირადიაცია კავშირის გზით ადვილდება და ამავე დროს ძნელდება სხვა უველა დანარჩენ გზებით, ე. ი. საერთოდ ტვინის ქერქში. ამის გა'ო სხვადასხვა გაღიზიანებანი ველარ იწვევენ იმნაირ აგზნებას, რომ ირადიაციის წყალობით სათავენი აამოქმედონ. ამის გარდა მახლობელი გაღიზიანების დიფერენციაცია დამოკიდებულია იმაზედ, რომ ამ გაღიზიანების კერათა და ჩვეულებრივი გაღიზიანების ინდივიდური რეფლექსის ნერვულ ელემენტებს შორის ვითარდება ინდივიდური უკუქცევითი კავშირები უაღრესი ხარისხით, რის გამოც აგზნება დადებითი რეფლექსის ნერვულ ელემენტებიდან ამ უკუქცევითი კავშირებით არა ჩვეულებრივი გაღიზიანების სათავისკენ მიიმართვის (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[16]).

მ ი მ ყ ო ლ ი ინ დ ი ვ ი დ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს წ ა რ მ ო შ ო ბ ა. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მიმყოლი რეფლექსი წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, თუ რომ ძირითადი გაღიზიანება ინდივიდურის შემდეგ სწარმოებს. ჯერ ვითარდება თანადროული რეფლექსი. მერე მხოლოდ თანადროული გადაიქცევა ხოლმე მიმყოლად. ამ მოვლენის ექსპერიმენტული ანალიზის საშუალებით აღმოჩენილი იყო, რომ იმ ხანაში, როდესაც თანადროული მიმყოლში გადადის, ინდივიდური გაღიზიანება იჩენს უარყოფითი მოქმედების უნარს. ეს იქიდან სჩანს, რომ ინდივიდური რეფლექსი არ იწვევა თუ რომ ინდივიდური გაღიზიანება შეეწყვეტეთ და მერე ხელახლად დავიწყეთ მიმყოლი ინდივიდური,რეფლექსის დაწყებამდე. ეს გამოიხატება იმაში, რომ თანადროული რეფლექსი ძლიერდება გაღაზიანების შეწყვეტისას.უარყოფითი მოქმედება იჩენს ხოლმე თავს უკვე თანადროული რეფლექსის პერიოდში. თუ რომ თანადროული ან და მიმყოლი რეფლექსი არის წინქცევითი კავშირის მოქმედების შედეგი, შესაძლებელია მივიღოთ, რომ ინდივიდური გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედება დამოკიდებულია პირიქით უკუქცევითი დროებითი კავშირის განვითარებაზე. მხოლოდ პირველად წინქცევით კავშირების მოქმედება სპარობს უკუქცევითისას. შემდეგში კი პირიქით. ისმება საკითხი თუ რაზეა დამოკიდებული ეს ქარაქტერული მოვლენა.

მიმყოლი რეფლექსის განვითარებისას ქერქში უნდა მიმდინარეობდენ ისეთივე ნერვული პროცესები, როგორც ჩვეულებრივი თანადროული რეფლექსის განვითარების დროს. ხოლო რადგან ძირითადი გაღიზიანება მოქმედობს ინდივიდურის შემდეგ, როდესაც ამ უკანასკნელი გაღიზიანების კერაში აგზნებულება ცოტად თუ ბევრად შემცირებულია, აგრეთვე ვინაიდან ძირითადი გაღიზიანება სწარმოებს ინდივიდურის შემდეგ, ამიტომ ინდივიდური სათავეის მოქმედება ძირითადისაზე უფრო სუსტი უნდა იყოს, ვიდრე თანადროულ გაღიზიანებათა დროს. ორივე ეს გარემოება რასაკვირველია უნდა ასუსტებდეს დროებითი კავშირების განვითარებას. ამაზე მიუთითებს მიმყოლი რეფლექსის ნაკლები სიმკვიდრე, სწრაფი ქრობა, შეუძლებლობა რეფლექსის განვითარებისა, თუ ორივე გაღიზიანებათა შორის ინტერვალი 2—3 წამს აღემატება. რადგან ინდივიდური

კავშირები საკმარისად არ ვითარდებიან, ამიტომ თვითეულ შეუღლებისას აგზნების ირადიაცია საერთოდ ქერქში უფრო ფართოდ სწარმოებს, ვიდრე თანადროული რეფლექსის განვითარებისას. ამიტომ მთელი დიდი ტვინის ქერქის აგზნებულება უფრო მეტად უნდა მატულობდეს მიმყოლი რეფლექსის განვითარებისას, ვიდრე თანადროულის. რომ ეს ასეც არის, სჩანს იქიდან, რომ მიმყოლი რეფლექსი უფრო ფართოდ განიცდის გენერალიზაციას, რომ მისი რამდენადმე დიფერენციაცია დიდ სიძნელეს წარმოადგენს და ხან შეუძლებელიც ხდება.

აი სწორედ ამ აღნიშნულ გარემოებიდან უნდა დავსკვნათ, რომ მიმყოლი რეფლექსის წარმოქმნისას უკუქცევითი დროებითი კავშირების განვითარება უფრო ხელშემწყო პირობებში უნდა იმყოფებოდეს, ვიდრე წინქცევითისა. შედარებით სუსტი ინდივიდური გაღიზიანება მოქმედობს ძირითადი გაღიზიანების სათავეზე როდესაც აქ აგზნებულება უკვე საკმარისად დაცემულია, ვინაიდან წინასწარი ძირითადი გაღიზიანება მრავალი წამით ადრე სწარმოებდა. ძირითადი გაღიზიანება კი მოქმედებს ინდივიდური გაღიზიანების სათავეზე იმ დროს, როდესაც აქ აგზნებულება კიდევ საკმარისად დიდი იქნება, ვინაიდან ძირითადი მისდევს ინდივიდურს სულ ერთი-ორი წამის შემდეგ. გარდა ამისა, როგორც აღვნიშნეთ ზემოდ, ძირითადი გაღიზიანების მიერ გამოწვეული აგზნება უფრო მეტი ინტენსივობით ვრცელდება საერთოდ ქერქში, ვიდრე თანადროული შეუღლების დროს. როგორც ერთი, ისე მეორე გარემოება უნდა ხელს უწყობდეს უკუქცევითი კავშირების, უპირატეს განვითარებას, ვინაიდან ირადიირებული აგზნება ძირითადი გაღიზიანების სათავიდან უფრო მძლავრად იმოქმედებდა ინდივიდური გაღიზიანების სათავეზე, ვიდრე პირიქით. ცხადია, ვიდრე უკუქცევითი კავშირების განვითარება საკმარისად დიდი არაა, ინდივიდურ გაღიზიანებამ უნდა მოიცეს დადებითი თანადროული რეფლექსი წინქცევითი კავშირების საშუალებით. ხოლო როცა კი უკუქცევითი კავშირები საკმარისად განვითარდენ, მაშინ აგზნება წინქცევითი კავშირის საბოლოო აპარატიდან უმთავრესად გავრცელდება უკუქცევითი კავშირებით ინდივიდური გაღიზიანების სათავისკენ. ამას კიდევ მოჰყვება პერიფერიული ეფექტის მოსპობა, თანახმად აგზნების შეუღლებული ირადიაციისა.

დამახასიათებელია, რომ თუ ძარითადი გაღიზიანება ხდებოდა ინდივიდურის შემდეგ ერთგვარი ინტერვალით, მაშინ ინდივიდური რეფლექსიც შეიძლება მოსდევდეს უკანასკნელ გაღიზიანებას იმავე ინტერვალით. ცხადია, ინდივიდური გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედება გრძელდება აგრეთვე მის შემდეგაც. მაშასადამე, ინდივიდური გაღიზიანების შეწყვეტა არ წარმოადგენს მიმყოლი რეფლექსის გამოწვევის სიგნალს. უნდა ვიფიქროთ, რომ გაღიზიანების შემდეგ გრძელდება იგივე მდგომარეობა, რომელიც იყო გაღიზიანების დროს, ე. ი. წინქცევითი დროებითი კავშირებიდან აგზნება გადადის უკუქცევითში, უკანასკნელიდან კიდე წინქცევითში, აქედან ისევ უკუქცევითში და ასე შემდეგ. აგზნების ასეთი სვლა წინქცევითის და უკუქცევითის კავშირების წრეში უნდა რასაკვირველია სწარმოებდეს იმ მომენტამდე, ვიდრე არ მოხდება რომელიმე

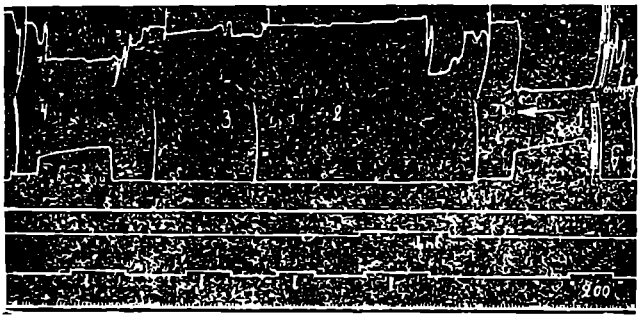
დროებითი კავშირის დაღალვა ჩაქრობა. ვთქვათ დაიღალა უკუქცევითი კავშირი. როგორც კი ეს მოხდება, მაშინვე აგზნება ნაკლები ინტენსიურობით წავა უკუქცევითი დროებითი კავშირით და პირიქით გაძლიერდება მისი საკოორდინაციო აპარატისკენ გავრცელება. რასაკვირველია, შეიძლება მოხდეს ორივე კავშირის დაღალვა ან და მხოლოდ წინქცევითი კავშირისა, ამ შემთხვევაში მიმყოლი რეფლექსი სრულიად არ გამოიწვევა (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [15]).

ამნაირად, **მიმყოლი რეფლექსის წარმოქმნისას უკუქცევითი დროებითი კავშირების განვითარება შედარებით უკეთესს პირობებშია. ამიტომ მათი აგზნებულება იმდენად მაღალია, რომ ინდივიდ. გაღიზიანების დროს და ცოტა მის შემდეგაც წინქცევითი კავშირების აგზნება მიიმართვის უმთავრესად უკუქცევითი კავშირით და არა საკოორდინაციო აპარატისკენ პერიფერიული ეფექტის გამოსაწვევად. რეფლექსი გამოიწვევა მაშინ, როდესაც უკუქცევითი კავშირი დაიღლება და ამიხ გაჩო მოისპობა აგზნების გავრცელება უმთავრესად მის საშუალებით.**

უ ა რ ყ ო ფ ი თ ი ინ დ ი ვ ი დ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს წ ა რ მ ო შ ო ბ ა. როდესაც არაჩვეულებრივი გაღიზიანება განმეორებით ინდივიდურ რეფლექსს უერთდება, ხელთა გვაქვს ყველა საჭირო პირობები ჩვეულებრივი ორმხრივი დროებითი კავშირის განვითარებისათვის. ტვინის ქერქში ინდივიდური გაღიზიანების მიმღებელ სათავეესთან ერთად მოქმედებს არაჩვეულებრივი გაღიზიანების მიმღები სათავეეც. ამ სათავეთა შორის სწარმოებს ურთიერთი ზედმოქმედება თვითეულ შეუღლების დროს. შედეგად ამ ურთიერთობისა შეიძლება იყოს ახალი, ე. ი. მაღალი ხარისხის ინდივიდური რეფლექსის აღმოცენება. არაჩვეულებრივი გაღიზიანებაც დაიწყებს იმ რეფლექსის გამოწვევას, რომელსაც აღებული ინდივიდური გაღიზიანება იწვევდა. მაგრამ ეს მოვლენა მხოლოდ მაშინ შეიძლება მოხდეს, თუ რომ პირველი ინდივიდური რეფლექსი მეტად ძლიერია და ამიტომ მას შეუძლია ძირითადი რეფლექსობა გასწიოს. ხოლო თუ იგი სუსტია, მაშინ მაღალი ხარისხის რეფლექსის აღმოცენების ძირითადი პირობა დარღვეული უნდა იყოს. ეხლა უკუქცევითი დროებითი კავშირები უფრო მეტად უნდა განვითარდენ; ამის წყალობით აგზნება უფრო მეტი სიცხოველით გატარდება ინდივიდური გაღიზიანების მიმღებ სათავიდან და საერთოდ ინდივიდური რეფლექსის ქერქულ ელემენტებიდან არაჩვეულებრივ სათავისკენ და მით ამ კავშირების მოქმედების გარეგანი ეფექტი უნდა ყოფილიყო საწინააღმდეგო იმისა, რაც დადებით ინდივიდურ რეფლექსში სწარმოებდა. მაშასადამე, თუ ერთგვარი გაღიზიანება უკუქცევითი დროებითი კავშირის საშუალებით გამოიწვევს ინდივიდური რეფლექსის უარყოფას, ეს ასე უნდა აიხსნებოდეს: აღებული უარმყოფელი გაღიზიანება გამოიწვევს ორივე მიმართულების დროებით კავშირში აგზნებას და აგზნებულების მომატებას. ეს აგზნება იმდენად მცირეა, რომ იგი გარეგან ეფექტს არ იძლევა იმ ქერქულ ელემენტებიდან, რომელნიც დადებით ინდივიდურ რეფლექსში მონაწილეობენ; ხოლო აგზნებულება იმდენად მაღლა იწევს, რომ ამ

ქერქის ელემენტების აგზნება დადებითი გაღიზიანების საპასუხოდ სრულიად ან და მეტ წილად უკუქცევითი კავშირით უარმყოფელი გაღიზიანების სათავისკენ ისწრაფვის.

ჩვენ აღვნიშნეთ, რომ უარყოფითი რეფლექსის განვითარება მით უფრო მალე სწარმოებს, რაც უფრო ძლიერია უარმყოფელი ინდივიდური გაღიზიანე-


4
3
2
1
6
1
2
3
4
5
6
1
2
3
4
5
6
1
2
3
4
5

ტენსიობით ერცელდება ამ უპუქცეევითი კავშირებით. ვიდრე საკუთარი წინქცეევითი კავშირებით ქერქის საპასუხო ადგილებისკენ (ბერიტაშვილი [15]).

უარყოფითი შემდეგმოქმედება. საგულისხმოა, რომ უპუქცეევითი კავშირის მოქმედება გრძელდება რამდენიმე წამს უარმყოფელი გაღიზიანების შემდეგ, ე. ი. დადებითი ინდივიდური რეფლექსი არ იწვევა არამც თუ უარმყოფელი გაღიზიანების დროს, აგრეთვე რამდენიმე წამის შემდგომ. სამაგალითოდ მიგითითებთ მე-158 სურათზედ. სადაც ინდივიდური გაღიზიანება 200 რხევიანი ბგერა. დადებითს რეფლექსს არ იძლევა ერთი წამის შემდეგაც. ამ სურათიდან სჩანს ერთი შესანიშნავი გარემოებაც. დადებითი ინდივიდური გაღიზიანება უარყოფითი გაღიზიანების დროს და ცოტა მის შემდეგ ხელს უწყობს ცხოველის მოსვენებას, მის დაძინებას. ცხადია, მამოძრავებელი აპარატებიდან აკრძალვა გადადის უარმყოფელი გაღიზიანების მიმღებ სათავეში, რომელიც თავის ადგილად მოძრაობას არ იწვევს და მით ფიზიოლობას არ დაიცავს.

თუ რად ხდება ასეთი ხანგრძლივი უარყოფითი შემდეგმოქმედება, ამის გარკვევა საძნელო არ არის. უპუქცეევითი კავშირის აგზნებულება იმდენად მაღალია, ერთის მხრით უარმყოფელი გაღიზიანების მიერ, მეორე მხრით შეუღლების დროს დადებითი გაღიზიანების მიერ, რომ კარგი ხანი უნდა გავიდეს, ვიდრე იგი ნორმას დაუბრუნდება. ამიტომ ვიდრე ზედმეტი აგზნებულება არსებობს უარყოფით კავშირებში, დადებითი რეფლექსის გამოწვევა შეუძლებელი ხდება (ბერიტაშვილი [15]).

ლიტერატურა.

1. J. Beritoff, Brain, 1924, 47, 109.
2. J. Beritoff, Jour. Psych. Neur., 1925; 32, 29, 1926; 32, 262.
3. А. Савич, Даль. мат. к вопр. о влиянии пищев. реф. друг на друга. 1913. დის. პავლოვის ლაბ.
4. М. Петрова, К учению об иррадиации возбуждения и тормоз. процессов. 1914. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდან.
5. М. Эльяссон, Изсл. слух. способности собаки в нормаль. и т. д. 1908. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდან.
6. В. Протопопов, О сочет. двигат. реакции на звук. раздражения. 1909. დის. ბეხტერევის ლაბორ.
7. Е. Шевалев, О процессе диферен. сочетательно—двигатель. рефлекса на кожные и мышечные раздражения и. т. д. 1913. დის. ბეხტერევის ლაბარ.
8. J. Beritoff, Jour. Psych. Neur., 1924, 30, 217.
9. J. Beritoff, Pfl. Ar., 1926, 213, 370.
10. Н. Подкопаев, Труды физиолог. лабор. ак. И. Павлова. 1926. 1, 187.

11. И. Розенталь, Арх. биолог. наук, 1924, 23, 247.
12. О Соломонов, О тепловых условных и снотворных рефлексах с кожи собаки. 1910. დის. პავლოვის ლაბორატ.
13. Ю. Снегирев, Клиническия монографии. 1911. Январь.
14. С. Фридман, Даль. мат. к физиол. диференцирования внешн. раздражений. 1912. დის. პავლოვის ლაბორ.
15. J. Beritoff, Ueber d. individuell-erworbene Tätigkeit d. Z. N. S. Jour. Psych. Neur., 1927. (იბეჭდება).
16. H. Munk, Monatsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 19 Mai. 1881.
17. В. Ларионов, О корковых центрах слуха. 1898. დის. ბეხტერევის ლაბ-დან.
18. И. Павлов, 20-летний опыт, 1923, გვ. 223.

9. პავლოვის მოძღვრება ინდივიდური რეფლექსების წარმოშობის შესახებ.

ინდივიდური რეფლექსის განვითარება პავლოვის თვალსაზრისით. პავლოვი გამოსთქვავს: „თუ ჯერ ახალი ინდიფერენტული გაღიზიანება (უნდა ვიგულისხმოთ „აგზნება“ ი. ბ.) მიაღწევს დიდ ჰემისფეროთ და მერე ამის შემდეგ ც. ნ. ს.-ში აღმოცენდება ძლიერი აგზნების კერა, მაშინ წინასწარ წარმოებული ინდიფერენტული გაღიზიანება იწყებს კონცეტრაციას, ე. ი. მოკრეფას ამ კერის გარშემო, ერთგვარად მისკენ გაიკვლევს გზას, აქედგან შეფარდებულ მომუშაავე ორგანოსკენ, და მით იქცევა ამ ორგანოს ამგზნებლად“ [1]). ეს ციტატა გვეუბნება, რომ დროებითი კავშირის განვითარების ძირითადი პირობა იმაში მდგომარეობს, რომ ის ქერქის ნაწილი, რომელიც უაღრესადაა აგზნებული, მიიტაცებს თავისკენ არსებულ აგზნებებს ყველა ქერქის ნაწილებიდანო.

განვიხილოთ ეს დებულება ც. ნ. ს.-ის ზოგადი ფიზიოლოგიის თვალთსაზრისით. აგზნება როდესაც აღმოცენდება ქერქის ერთ რომელიმე ნაწილში, იგი მაშინვე უნდა ვრცელებოდეს დიდ ჰემისფეროთა მთელ ქერქში. რაც უფრო ძლერი იქნება აგზნებული სათავის მოქმედება, მით უფრო ძლიერი უნდა იყოს აქედან ირადიირებული აგზნება. ეხლა ვიკითხოთ, არსებობს თუ არ ისეთი ფიზიოლოგიური ფაქტი, რომელიც პირიქით უნდა უჩვენებდეს იმაზე, რომ თვითონ აგზნებული სათავე თავისი ძლიერი აგზნების გამო მიიტაცებს სუსტ აგზნებებს სხვა დანარჩენ ნაწილებიდან? ამნაირი რამ ფიზიოლოგიაში სრულიად არ არის ცნობილი. ჩვენი დროის ფიზიოლოგიურ გამოკვლევებიდან ცხადად სჩანს, რომ ც. ნ. ს.-ის თვითეული განყოფილება შეიძლება ისე შეიცვალოს ფუნქციურად, რომ იგი ძლიერ ადვილად აიგზნობს სხვა ნაწილიდან ირადიირებული აგზნების მიერ. მაგრამ ყველა ამ შემთხვევაში ლაპარაკია აგზნებული მდგომარეობის მიმტაცებელ ძალაზე კი არა, არამედ **მომატებული აგზნებულობის** არსებობაზე ც. ნ. ს.-ის აღებულ განყოფილებაში.

რეფლექსის გენერალიზაცია პაელოვის მიერ ახლა ახსნილი. ინდივიდური გაღიზიანებით გამოწვეული აგზნება ერცელდება მარტო თავის ანალიზატორში კი არა, არამედ გადადის ამ ფარგლიდან სხვა ანალიზატორებშიც. ამიტომ, როდესაც ძირითადი სანერწყვო რეფლექსის მიერ ც. ნ. ს.-ში ძლიერი აგზნების სათავე აღმოცენდება, იგი მაშინვე მიიტაცებს აგზნებას როგორც ინდივიდური გაღიზიანების სათავიდან, აგრეთვე ყოველ აგზნებას ქერქის ყველა ნაწილებიდან. ამის გამო გარდა იმ კავშირისა, რომელიც „საკმლის“ ცენტრსა (ამ სახელს პავლოვი უწოდებს ნერწყვის სეკრეციის და პირის ღრუს მამოძრავებულ ცენტრებს ტვინის სხვადასხვა განყოფილებებში) და ინდივიდური გაღიზიანების სათავეს შორის სწარმოებს, უნდა აგრეთვე წარმოიშოს კავშირი ამ ცენტრსა და ყველა აგზნებულ ნაწილთა შორის. ამნაირად, გენერალიზაციის ფაქტი აიხსნება იმით, რომ ვითომდა მთელ ქერქს და „საკმლის“ ცენტრს შორის დროებითი კავშირი ვითარდებოდეს [2]).

განვიხილოთ ესეც კრიტიკის თვალით. აგზნების ირადიაცია ზოგად ფიზიოლოგიაში ცნობილია, როგორც აქტიური პროცესი, როგორც აგზნების გავრცელება მისი პირვანდელ სათავიდან. ირადიაცია შეიძლება სწარმოებდეს იმ ხანს, ვიდრე პირვანდელი სათავე აგზნებას განიცდის. ეს აგზნება კი მისდევს გაღიზიანებას: იგი ისპობა მალე გაღიზიანების შეწყვეტის შემდგომ, ამიტომ მალე გაღიზიანების გათავებისას უნდა ისპობოდეს აგრეთვე აგზნების ირადიაცია დიდ ჰემისფეროთა ფარგალში. ამასთან ც. ნ. ს.-ში აგზნების ირადიაცია სწარმოებს ძლირ სწრაფად, როგორც საერთოდ აგზნების გავრცელებას შეეფერება. წუთის სულ მცირე ნაწილში იგი გაივლის მთელ ც. ნ. ს.-ას. გაღიზიანების შეწყვეტისას მოქმედების ხანგრძლივობა თვითეულ აგზნებულ წერტილში სრულიად დამოკიდებულია უკანასკნელის ფუნქციურ მდგომარეობაზე: ერთს ალაგას იგი შეიძლება დაყოვნდეს ცოტა დიდხანს, მეორეში ცოტა ნაკლებ ხანს, შიუხედავად იმისა თუ იგი რანაირად არის გამოწვეული: პირვანდელი გაღიზიანების მიერ, თუ მეორენდოლად აგზნების ირადიაციის გამო (ბერიტაშვილი [3]).

ამ დებულებიდან თუ გამოვალთ, ცხადია, პავლოვის მიერ ინდივიდური რეფლექსის გენერალიზაციის ახსნა არ უნდა იყოს სწორი. გენერალიზაცია რომ მართლაც ინდივიდური აგზნების ირადიაციის წყალობით ხდებოდეს, მაშინ იგი სრულიად არ უნდა წარმოშობილიყო იმ შემთხვევაში, როდესაც ინდივიდური გაღიზიანება სწყდება ძირითადი გაღიზიანების დაწყებამდე რამდენიმე წამით ადრე, ე. ი. მიმყოლი რეფლექსის განვითარებისას. შეუძლებელია, რომ რომელიმე ინდივიდური გაღიზიანების შემდეგმოქმედება რამდენიმე წამს გრძელდებოდეს. მაგალითად, ბგერის მოქმედება, როგორც სუბიექტიური, ისე ობიექტიური თითქმის იმავე წუთში ისპობა, რა დროსაც ბგერა ისპობა. მიუხედავად ამისა აღნიშნულ პირობებში ინდივიდური რეფლექსი უფრო მეტს გენერალიზაციას განიცდის, ვიდრე თანადროული რეფლექსის განვითარებისას.

ინდივიდური რეფლექსის დიფერენციაციის ახახსნელად პავლოვმა ორი დაშვება მოიხმარა: პირველი, აგზნებას აქვს ერთგვარი „კონცენტრაციის უნარი: განსაზღვრული რუით იაროს, შეგროვდეს ტვინის განსაზღვრულ ხაზებში და წერტილებშიო“; მეორე, აგზნებული სათავის გარეშემო

დიდ ჰემისფეროებში მუდამ შეკავების პროცესი ვითარდებაო. ეს შეკავება იქიდან დასკვნეს, რომ თუ ჯერ ისეთი უმოქმედო გაღიზიანება იხმარეს, რომელიც წინეთ გენერალიზაციის დროს რეფლექსს იწვევდა, და შემდეგ 10 წამის და მეტის განმავლობაშიაც ინდივიდური გაღიზიანება აწარმოვეს, უკანასკნელის საპასუხო რეფლექსი ან სრულიად არ გამოჩნდება, ან არა და ძლიერ სუსტად. „უნდა დრო მივცეთ, ამბობს პავლოვი, რომ ნერვულ სისტემაში გათავდეს ეს შეკავების პროცესი, რომ ამის შემდეგ მომქმედმა გაღიზიანებამ ძალა იქონიოსო“ [4]).

როგორც ზოგად ფიზიოლოგიიდან ვიცით: შეკავების პროცესი აგზნების მზგავსად გაღიზიანების მიერ იწვევა და დიდი სისწრაფით ც. ნ. ს.-ში ვრცელდება. იგი აღმოცენდება და გატარდება სწორედ ისეთივე სისწრაფით, როგორც აგზნება. რეფლექსის დიფერენციაციის დროს შეკავების სათავე არ სჩანს. იგი არ არსებობს. არის მხოლოდ აგზნების სათავე. მაშასადამე, შეკავება აღმოცენდება აგზნების სათავის გარშემო! ეს ხდება ერთგვარი კონტრასტების კანონის თანახმადო, ამბობდენ ძველად პავლოვის მიმდევრები (პავლოვი, ეროფიევა [5]). ეხლა კიდე ასე გამოსთქვამენ, ეს ხდება სუქცესიური ინდუქციის კანონის ძალითო. ისარგებლეს შერინგტონის ტერმინით იმ ჰიპოთეზის გამოსახატავად, რომ ვითომ ინდივიდური გაღიზიანების კერა ჰქმნიდეს თავის გარეშემო ინდუქციის ძალით შეკავების პროცესს (ფურსიკოვი [6]). შერინგტონი სულ სხვა აზრით ხმარობდა ამ ტერმინს: მისი აზრით შეკავება აღმოცენდება აგზნების მაგიერ იმავე ნერვულ ელემენტში, სადაც აგზნება არსებობდა. მაგრამ კონტრასტების ან სუქცესიური ინდუქციის კანონს ან მსგავს რამეს ზოგად ფიზიოლოგიაში ფაქტიურად არ სცნობენ. მაგ. ერთი რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატის მოქმედება არ შეაკავებს მოქმედების აღძვრას მეორე რეფლექსის საკოორდინაციო აპარატში.

მაგრამ, თუნდაც რომ კონტრასტების ან სუქცესიური ინდუქციის კანონი მართლაც არსებობდეს, მაშინაც განხილული მოვლენის ახსნა დამაკმაყოფილებელი არ იქნებოდა. თუ შეკავება აქტიური პროცესია, იგი მხოლოდ მაშინ აღიძვრებოდა აგზნების სათავის გარშემო, თუ ეს სათავე გაღიზიანების გავლენით აქტიურ მდგომარეობაში იმყოფება, და არა განუწყვეტლივ მთელი საათობით და ხან დღეობითაც და თვეობითაც, რადგან დიფერენცირებული მდგომარეობა მარტო ინდივიდური გაღიზიანების დროს კი არაა, არამედ იგი მთელი თვეობითაც გრძელდება გაღიზიანების შემდეგ. მე მგონია, სრულიად ნათელია, რომ შეკავება არ უნდა იყოს დიფერენცირებულ გაღიზიანებათა უმოქმედობის მიზეზი.

ამ კრიტიკული განხილვის მთავარი მიზანი ის იყო, რომ ჯერ ერთი გამეცნო მკითხველისათვის ცნობილი მეცნიერის თვალთსაზრისი, რომელსაც მიუძღვის ასეთი დიდი ღვაწლი ინდივიდურ რეფლექსთა გამოკვლევაში; და მერე მეჩვენებინა ნიმუში იმისა თუ როგორ შეიძლება ყოველგვარ განყენებულ მოსაზრებას ან სხვადასხვა უსაფუძლო ჰიპოთეზებს ფსიქონერვულ პროცესთა შესახებ კრიტიკა გაუკეთოთ ზოგადი ფიზიოლოგიის ცნობილ კანონშეწონილებათა თანახმად.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. И. Павлов, 20-летний опыт, 1923, გვ. 72.
2, И. Павлов, 20-летиий опыт. გვ. 114.
3. И. Беритов, Русск физиол. журн., 1917, 1, 6.
4. И. Павлов, 20-летний опыт, გვ. 113—122.
5. М. Ерефеева, Электр. раздражение кожи собаки, как услов. возбудитель работы слюн. желез. 1912. დის. პავლოვის ლაბორ.
6. Д. Фурсиков, Архив биолог. наук, 1923, 23, 2, 195.

10. ინდივიდური რეფლექსური რკალის ძირითადი ანატომიური ელემენტები.

ამავალი ნაწილი. რეფლექსური რკალის პერიფერიული აგზნების გამტარებელი ნაწილი სწორედ ისეთივეა, როგორც თანშობილი რეფლექსის. ეს სხვათა შორის იქიდან სჩანს, რომ იგივე გაღიზიანება, რომელიც თანშობილ საორიენტაციო რეაქციას იწვევს, შეიძლება ინდივიდური რეფლექსის გამომწეველად გარდიქცეს. ეს ამავალი ნაწილი იწყება პერიფერიაზე და თავდება დიდი ტვინის ქერქის ერთ რომელიმე მიმღებელ ფარგალში. ეს ნაწილი მგრძნობიარე ორგანოდან დაწყებული დიდ ტვინამდე რამდენიმე ნეირონისაგან შესდგება, ე. ი. ამავალი გზა ჩვეულებრივ რამდენიმეჯერ სწყდება, ვიდრე იგი ქერქს მიაღწევდეს (სურ. 138, 140, 141, 142).

ქერქული ნაწილები. ის მიმღებელი ფარგალი, სადაც ამავალი ნაწილი თავდება, წარმოადგენს დროებითი კავშირის ერთ-ერთ სათავეს. ეს საინდივიდურო გაღიზიანების მიმღები სათავე უკავშირდება, ჯერ ერთი, ძირითადი გაღიზიანების მიმღებ ფარგალს, ესთქვათ, კანისას, როდესაც ფეხი ელექტრული დენით ღიზიანდება; მერე, იგი უკავშირდება აგრეთვე ქერქის ყველა იმ მამოძრავებელ ნაწილებს, საიდანაც უკანასკნელი გაღიზიანება ეფექტს იძლევა: ფეხის მამოძრავებელ აპარატს, ხმის რეაქციისას, საორიენტაციო რეაქციისას და სხვ. (სურ. 159). როდესაც ძირითადი გაღიზიანება საკმლის მიღებაა, მაშინ საინდივიდურო სათავე უკავშირდება გემოვნების მიმღებ ფარგალს და ყველა იმ სასეკრეციო და მამოძრავებელ აპარატებს, რომელნიც გემოვნების მიმღები ფარგლით აიგზნებიან: ნერწყვისას, ღეკვისას, ულაპვისას და სხვას.

პროპრიოცეპტული რეფლექსის მონაწილეობა. ინდივიდური რეფლექსის განვითარების პირობა ისეთია, რომ აღნიშნული ელემენტებით არ განისაზღვრება ქერქის მონაწილეობა. როგორც ვიცით, თვითეული მოძრაობა კიდურის ან სხვა რომელიმე ნაწილის გამოიწვევს ხოლმე ეგ. წოდ. მეორედ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათ სახსრებში, კუნთებში, მყესებში. ყველა ეს გაღიზიანებანი მოქმედობენ ქერქზედ და აწარმოვებენ პროპროცეპტული მიმღები ფარგლის განსაზღვრულ ნაწილებში როგორც აგზნებას, ისე აგზნებულების მომატებას. ამის გამო ინდივიდური გაღიზიანება შეუუღლდება არა მარტო ელექტრულ

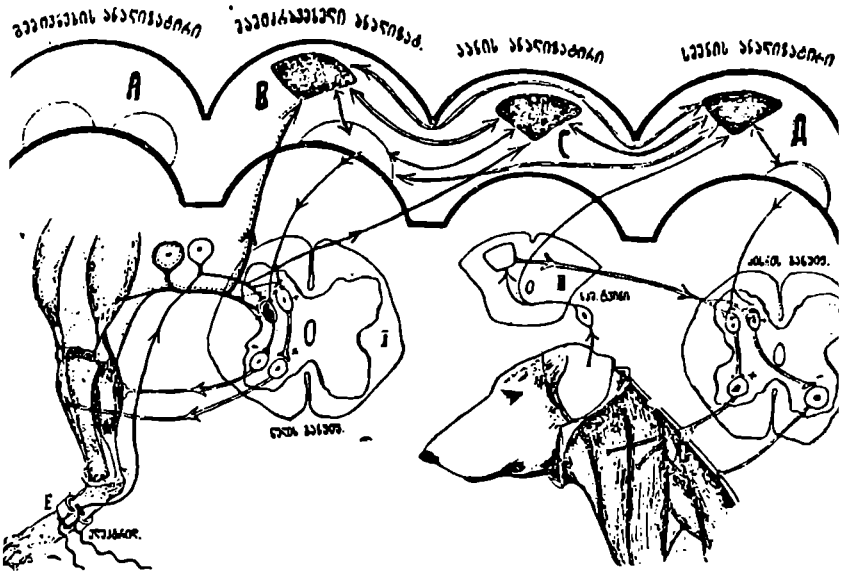
გაღიზიანებას, არამედ მრავალ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებასაც. ამისდა მიხედვით **დროებითი კავშირები აღმოცენდება აგრეთვე ერთის მხრივ, ინდივიდური და ძირითად გაღიზიანების სათავეთა და, მეორე მხრივ, ამ მეორედ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათა სათავეებს შორის** (ბერიტაშვილი[1]).

ამნაირად, **ინდივიდური მამოძრავებელი რეფლექსის განვითარებისას შემდეგი ქერქის ელემენტები მონაწილეობენ: 1) პირვანდელი ინდივიდური გაღიზიანების მიმღები ფარგალი, 2) ძირითადი გაღიზიანების მიმღები ფარგალი, 3) მეორედი პროპრიოცეპტული გაღიზიანების მიმღები ფარგალი და 4) მამოძრავებელი ან სასეკრეციო აპარატები.** მათ შორის აღმოცენებული ინდივიდური გზები სხვადასხვა სირთულისაა, რადგან თვითეულ სათავიდან მეორეზედ აგზნება შეიძლება გავრცელდეს პირდაპირ უშუალოდ, და აგრეთვე ამა თუ იმ სათავის ან სათავეების საშუალებით (იხ. სურ. 159). (ბერიტაშვილი[1]).

ჩვენ აქ გვაინტერესებს ის გზები, რომლებიც პირვანდელი გაღიზიანების მიმღებ სათავესა და მამოძრავებელ ან და სასეკრეციო აპარატებს შორის აღმოცენდება. ამათ შორის მუდამ არის ერთი მარტივი და პირდაპირი გზა, რომელიც უშუალოდ აკავშირებს ელემენტებს—**ერთკავშირიანი გზა**; არის აგრეთვე სხვა და სხვა სირთულისაც: **ორკავშირიანი**, როდესაც ან მხოლოდ ძირითადი გაღიზიანების მიმღები ფარგლის ჩამატებით სწარმოებს ან კიდე მეორედ გაღიზიანებათა ფარგლის; **სამკავშირიანი**, რომელშიაც ორივე ეს ფარგლები მონაწილეობენ (იხ. სურ. 159).

ამასთან ერთად შეიძლებ არსებობდეს სხვა უფრო რთული გზებიც. მაგ. ცხოველი რომ ხედავდეს თავის საკუთარ მოძრაობას, მაშინ რთული გზების განვითარებაში მიიღებდა მონაწილეობას აგრეთვე მხედველობის მიმღები ფარგალი. თუ კიდე ინდივიდური გაღიზიანება რთული ხასიათისაა, მაშინ თვითეული მისი შემადგენელი ნაწილი დიდი ტეინის ქერქში წარმოშობდა საკუთარ აგზნების კერას და ამიტომ მონაწილეობასაც მიიღებდა რთული გზების წარმოშობაში.

აღნიშნულ გზებიდან ყველაზე უფრო მომქმედი და მკვიდრია მოკლე და მარტივი ერთკავშირიანი გზა, რადგან იგი ეითარდება ყველაზე უფრო მეტად. ეს გამომდინარეობს შეუღლებული ირადიაციის კანონიდან: აღებული კერა მოქმედობს მეორე კერაზე მოკლე და მარტივი გზით უფრო მძლავრად, ვიდრე გრძელი და რთული გზებით. ეს გარემოება თავის მხრით ხელს უწყობს მარტივი გზების საუკეთესო განვითარებას. ამას შედეგად მოსდევს ის, რომ შეუღლებული ირადიაციის კანონის თანახმად აგზნება ამ გზით უფრო მძლავრი ინტენსივობით მიმდინარეობს, ვიდრე სხვა დანარჩენი რთული გზებით. ეს გარემოება კიდევ უფრო ხელს უწყობს მოკლე გზების უპირატეს განვითარებას და ამავე დროს ყველა გრძელი გზების დახშობას. მაშას., შეიძლება ითქვას, რომ ინდივიდური რეფლექსის გამაგრებასთან ერთად მთელი მოქმედება მოკლე გზებით სწარმოებს. გრძელი გზები მონაწილეობენ რეფლექსის წარმოებაში მხოლოდ რეფლექსის განვითარების დასაწყისში, როდესაც მოკლე გზები ჯერ კიდევ არაა საკმარისად განვითარებული. მაგრამ გზების მოქმედება შემდეგშიაც შეიძლება ეინახულოთ,



სურ. 159.

სურ. 159. ინდივიდური და თანშობილი მოხვრის რეფლექსის და საორიენტაციო რეაქციის რეფლექსური რკალები. A—გემოვნების მიმღები ფარგალი, B—მამოძრავებელი მიმღები ფარგალი, C—კანის მიმღები ფარგალი, D—სმენის მიმღები ფარგალი, E—ყლექტროდები და კანის ის ნაწილი, რომელიც ღიზიანდება და საიდანაც იწყება ზემავალი გზა კანის მიმღებ ფარგლისკენ. აქეე კუნთების რეცეპტორებიდან იწყება მეორე ზემავალი გზა მამოძრავებელ მიმღებ ფარგლისკენ (განუწყვეტელი და შტრიხებიანი ხაზი ერთად); I—ზურგის ტვინი მოხვრის საკოორდინაციო აპარატით. II—შუა ტვინი, რომლითაც გაიელის სასმენი ამავალი გზა სმენის მიმღებ ფარგლისკენ და კისრის მოძრაობის საკოორდინაციო აპარატისკენ. III—ზურგის ტვინის კისრის განყოფილება კისრის მოძრაობის საკოორდინაციო აპარატით. ისრები ყველგან უჩვენებენ აგზნების მსვლელობას რეფლექსურ გზებში; პლიუსი და მინუსი საკოორდინაციო ნეირონებთან აღნიშნავენ აგზნების და შეკავების ინერვაციას. შავად გამოყვანილი მიმღები ფარგლის ნაწილები გამოხატავენ გალიზიანების მიმღებელ კერებს, შემოხაზული კი მამოძრავებელ ადგილებს. ორხაზიანი გზები ამათ შორის წარმოადგენენ დროებით კავშირებს. ინდივიდური მოხვრის რეფლექსური რკალი იწყება ყურში, გაივლის შუა ტვინს (II), მერე მიმღებ ფარგლებს D. C და B, უკანასკნელიდან კი საჯასუხო ადგილის საშუალებით მიდის ზურგის ტვინში მოხვრის საკოორდინაციო აპარატისკენ (I). რეფლექსური რკალი მეორედი პროპრიოცეპტული მოხვრის რეფლექსისა იწყება ფეხის კუნთებში, გაივლის მიმღებ ფარგლებს B და C და შემდეგ B-ში მდებარე მამოძრავებელი წერტილით გადადის იმავე საკოორდინაციო აპარატში. საორიენტაციო რეფლექსის რკალი იწყება ყურში, აქედან შედის შუა ტვინში და მერე გადადის ერთის მხრით პირდაპირ კისრის მოძრაობის საკოორდინაციო აპარატში (მოკლე რკალი), მეორე მხრით კი გაივლის სმენის მიმღებ ფარგალს D და მერე აქედან იმავე საკოორდინაციო აპარატს უბრუნდება (გრძელი რკალი) (ბერიტაშვილი).

თუ რომ რამე მიზეზით აგზნებულებამ მოიმატა დიდი ტვინის ქერქში, როგორც ეს, მაგ., მძლავრი ელექტრული გაღიზიანების შემდეგ ხდება. გრძელი გზების მოქმედება გამოიხატება იმაში, რომ მამოძრავებელი რეაქცია ინდივიდური გაღიზიანების საპასუხოდ ძალიან რთულდება და აღტყინებულად მიმდინარეობს: კიდურების თავის და ტანის მოუსვენარი მოძრაობა, მძლავრი წკმუტუნი, გაძლიერებული სუნთქვა, რაც უჩვენებს კანის მიმღები ფარგლის „მტკივნეულობის" განყოფილების მონაწილეობას. მხოლოდ მოკლე გზების მოქმედებისას მამოძრავებელი რეაქცია განისაზღვრება მარტო იმ ფეხის მოძრაობით, რომელიც ღიზიანდება და კიდევ ცოტაოდენად თავის საორიენტაციო მოძრაობით. ამნაირად, **ინდივიდური რეფლექსის გამაგრებისას მოკლე ერთკავშირიანი გზა ყველაზედ უფრო განვითარებულია და აგზნებულებაც აქ უფრო მეტია, ვიდრე გრძელ რთულკავშირიან გზებში, ამიტომაც რეფლექსი უმთავრესად მოკლე გზით სწარმოებს** (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [1]).

საგულისხმოა, რომ ადამიანზე რომ განვავითაროთ მამოძრავებელი დაცვის რეფლექსი იმავე წესით, როგორც ძაღლზე, რეფლექსის განვითარების პირველ ხანაში სუბიექტი არა მარტო აწარმოებს რთულ მოძრაობას ინდივიდური გაღიზიანების საპასუხოდ, არამედ ტკივილებსაც გრძნობს, როგორც ელექტრული გაღიზიანებისას. ხოლო შემდეგში ინდივიდური რეფლექსის გამტკიცებისას ტკივილების შეგრძნება ისპობა ინდივიდური გაღიზიანებისდროს (ბ ე ხ ტ ე რ ე ე ვ [2]): ამნაირად ადამიანზე საუკეთესოდ მტკიცდება ის, რომ კანის მიმღები ფარგალი და გრძელი გზა მხოლოდ პირველ ხანებში მოქმედებს.

ჩ ა მ ა ვ ა ლ ი ნ ა წ ი ლ ი. ქერქის საბოლოოო ნაწილებიდან ე. ი. მამოძრავებელ ან და სასეკრეციო აპარატებიდან აგზნება ქერქის ქვეშ მდებარე ც. ნ. ს.-ის განყოფილებებში გადადის. ეს გზები ინდივიდურად მოპოვებული არაა, იგინი წარმოადგენენ ცენტრიდან მომავალ თანშობილ გზებს, რომლითაც ყველა თანშობილი ქერქის რეაქციები სრულდება, ანუ იმავე გზებს, რომლითაც აგზნება თავისა და ზურგის ტვინის საკოორდინაციო აპარატებისკენ გატარდება დიდი ტვინის მამოძრავებელ ნაწილთა პირდაპირი გაღიზიანებისას. მაშასადამე ჯერ ერთი, **არავითარი დროებითი კავშირი ქერქსა და მის ქვეშ მდებარე განყოფილებებს შორის არ არსებობს**; და მეორე, **ინდივიდური რეფლექსის კოორდინაცია უნდა სწარმოებდეს იმავე საკოორდინაციო აპარატებში, საიდანაც შესაფერი თანშობილი რეფლექსები გამოიწვევა.**

ამნაირად, ინდივიდური რეფლექსის რკალი შედარებით თანშობილი ქერქული რეაქციის რკალთან არ წარმოადგენს მეტად დიდს სირთულეს. მთავარი გარჩევა ისაა, რომ ინდივიდური რეფლექსი დამოკიდებულია განსაზღვრული დროებითი კავშირის აღმოცენებაზე ქერქის განსაზღვრულ მიმღებელ ზედაპირსა და განსაზღვრულ მამოძრავებელ და სასეკრეციო აპარატებს შორის; თანშობილ ქერქულ რეაქციებში კი ეს მამოძრავებელი—სასეკრეციო აპარატები მოქმედობენ ერთ რომელიმე ქერქულ სათავიდან აგზნების საერთო ირადიაციის წყალობით.

ინ დ ივ ი დ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ ი რ კ ა ლ ი ქ ერ ქ ის გ ა რ ე შ ე. უმაღლეს ხერხემლიან ცხოველებზე, როგორც ადამიანზე, მაიმუნზე და კატა-ძაღლ-

ზე უეჭველია ინდივიდური რეფლექსები ვითარდებიან ქერქის საშუალებით, მაგრამ რაც შეეხება დაბალ ხერხემლიან ცხოველებს, თევზებიდან ფრინველამდე, ინდივიდური რეფლექსების განვითარება არ უნდა იყოს პირობადებული დიდი ტვინის ქერქით. იმავე ინდივიდური რეფლექსების მეთოდის შემწეობით დამტკიცებული იყო მტრედებზე, რომ დროებითი კავშირები ვითარდებიან ამ ცხოველებზე აგრეთვე დიდი ტვინის მოშორებისას (ბერიტაშვილი[10]). უდიდტვინო მტრედებზე ადვილად ვითარდება როგორც კვების ისე დაცვის ინდივიდური რეფლექსები მრავალნაირი დროებითი კავშირებით შეხების, მხედველობის და სმენის რეცეპტორების გაღიზიანების საპასუხოდ. თვით ინდივიდური რეფლექსი მდგომარეობდა კენკვაში, ყლაპვაში, აგრესიულ რეაქციაში, როგორც ფრთის და ნისკარტის დარტყმა, ხმის რეაქციაში (გრუტუნი), და თავ დაცვის რეაქციაში, როგორც გალიიდან გასავლის ძებნა, ფეხების დარტყმა, კედლებზე შეხტომა და სხვა. ამნაირად, შეიძლება დამტკიცებულად ჩაითვალოს, რომ მტრედებზე სამხედველო ბორცვები და corpus striatum-ის ნაწილები: meso -და ectostriatum იმავე როლს ასრულებენ, როგორც დიდი ტვინის ქერქი უმაღლეს ხერხემლიან ცხრველებზე. ცხადია, **დროებითი კავშირები მტრედებზე დასახელებული ქერქს ქვეშა ნივთიერებაშიც უნდა ვითარდებოდეს; მაშ., აქვე უნდა სწარმოებდეს ინდივიდურ გაღიზიანებათა მიმღებლობა და საპასუხო მოძრაობაც აქედან უნდა იწყვეოდეს.**

ინდივიდური რეფლექსური რკალი პაველოვისა და ბეხტერევის თვალსაზრისით. თავდაპირველად პავლოვი გამოსთქვამდა იმ აზრს, რომ დიდი ტვინის ქერქი მხოლოდ ანალიზატორია, ე. ი. მიმღებელ ფარგალთა შეერთებულებას წარმოადგენს. რომ დროებითი კავშირები ვითარდებიან პირდაპირ ამ ანალიზატორებსა და ქერქს გარეშე მდებარე მამოძრაველელ და სასეკრეციო აპარატებს შორის [1]). ამ წარმოდგენას თავიდანვე ბეხტერევი არ იზიარებდა. მისი აზრით ანალიზატორების გარდა ინდივიდურ რეფლექსებში მონაწილეობენ აგრეთვე დიდი ტვინის ქერქის, განსაზღვრული საპასუხო ადგილები როგორც მამოძრაველელ და სასეკრეციო [2]). ბეხტერევი ეთანხმებოდა პავლოვს მხოლოდ ამ ინდივიდური რეფლექსების შესახებ, რომელნიც გემოვნების და ყნოსვის გაღიზიანების საპასუხოდ იწვეოდა.

აღსანიშნავია, რომ უფრო ადრე, ვიდრე განმტკიცდებოდა პავლოვის აზრი, ბაბკინმა, მისმა მოწაფემ, დაასკვნა (1904), რომ დროებითი კავშირი სანერწყვო რეფლექსებში უნდა ვითარდებოდეს მხოლოდ ქერქის ფარგალში გემოვნების ანალიზატორის საშუალებით [3]). მაგრამ შემდეგში ბაბკინმა თავი დაანება ამ აზრს. მას იგი არ იმეორებს, მაგ., თავის „გარეგან სეკრეციის“ წიგნში [3]).

მაგრამ ამ ბოლო დროს პავლოვის ლაბორატორიაში თითქოს ყველამ შეიცვალა თავდაპირველი აზრი. როგორც პეტროვა[5]) (1914) და დერიაბინის[7]) (1916) დისერტაციებიდან სჩანს, მათი აზრით დროებითი კავშირი უნდა ხორციელდებოდეს სანერწყვო რეფლექსებში აუცილებლად გემოვნების ანალიზატორის საშუალებით ანუ, როგორც ისინი გამოსთქვამენ, პირის ანალიზატორის ქერქულ დაბოლოვების საშუალებით. როგორც ეტყობა ბეხტერევიც [8]) ბოლო დროს დაადგა იმ აზრს (1917), რომ ყოველივე დროებითი კავშირი ქერქის ფარგალში მიმღებელ ფარგალთა შორის უნდა ვითარდებოდეს,

ზენიშნულ ავტორების ესა თუ ის თვალთსაზრისი გამომდინარეობს უმთავრესად იმ ცდებიდან, რომელნიც გაკეთებული იყო რეფლექსური რკალის რომელიმე ნაწილის ექსტირპაციის შემდეგ.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. J. Beritoff, Jour. f. Psych. u. Neurol. 1924. 30. 217; Brain, 1924, 47, 198.
2. И Павлов, Тр. Общ. Русс. Врачей в СПБ. 1910, 192.— 1912. 80. 28.
3. В. Бехтерев, Обозр. психиатрии, неврологии и экспер. психологии. 1907. 17. 512.
4. Б. Бабкин, Опыт системат. изучения сложно нервных явлений у собаки. 1904. დის. პავლოვის ლაბ-დან.
5. Б. Бабкин, Внешняя секреция. 1914. СПБ.
6. М. Петрова, К уч. об иррадиации возбуждения и торм. процессов. 1914. დის. პავლოვის ლაბ-დან
7. В. Дерябин, К физиол. времени, как услов. возбуждения слюн. желез. 1916 დის. პავლოვის ლაბ-დან.
8. В. Бехтерев, Природа. 1917. № 11-12. გვ. 1101.
9. В. Бехтерев, Общие основы рефлексологии человека. Москва-Петроград. 1923.
10. J. Beritoff, Pfl. Arch., 1926, 213, 370.

II. ინდივიდური რეფლექსის ვაქრობა და აღდგენა.

ინდივიდური რეფლექსის დასუსტება უმოქმედობის გამო. რეფლექსის ინტენსივობა დამოკიდებულია მრავალ პირობებზე. სხვათა შორის იგი ძლიერ კლებულობს, თუ რომ რეფლექსი რამდენიმე ხნის განმავლობაში არ იმუშავებს, არ გამეორდა. ამით იგი ქარაქტერულად ირჩევა თანშობილ რეფლექსისაგან, რომლის ინტენსივობა და სიმტკიცე არაა დამოკიდებული იმაზე, თუ რამდენ ხანს იყო იგი უმოქმედოდ. ეს საგულისხმო მოვლენა იქიდან წარმოსდგება, რომ დროებითი კავშირის არსებობა და სიმტკიცე სრულიად განისაზღვრება მისი აღმოცენების ძირითადი პირობების მუდმივი განმეორებით. თუ რამე მიზეზით ეს პირობები არ მეორდება, ე. ი. არ მოხდება ერთგვარი ურთიერთობა ინდივიდური და ძირითადი გაღიზიანების სათავეთა შორის, დროებითი კავშირი სუსტდება და ბოლოს სრულიად ისპობა.

ინდივიდური რეფლექსის დასუსტება, როდესაც იგი არ მეორდება, დამოკიდებული უნდა იყოს უექველია დროებითი კავშირების უკუღმა განვითარებაზე. როგორც ჩვენ აღნიშნეთ ზემოთ, დროებითი კავშირები ირჩევიან განსაზღვრული ნერეული ელემენტების მძლავრი მორფოლოგიური განვითარებით, როგორც ნეიროფიბრილური მასის გარზდა და სინეპსების შეეიწროვება, და აგრეთვე ერთგვარი ფიზიკო-ქიმიური ცელილებით, როგორც პროტოპლაზმატური აპკების გაფაშარება. ამის გამო არის, რომ აგზნების პროცესი დროებით კავშირებში უფრო ინტენსიურია, უფრო ადვილად ერცელდება და გადადის ერთი ნეირონიდან მე-

ორეზე. დროებითი კავშირების აღნიშნული განვითარება არის შედეგი ინდივიდური და ძირითადი გაღიზიანების განმეორებითი შეუღლების. ხოლო როდესაც ეს შეუღლება არ ხდება და საზოგადოდ რეფლექსი არ იწვევა და ამიტომ დროებითი კავშირები დიდის ხნით უმოქმედოდ არიან, მაშინ ისინი უნდა განიცდიდენ უკულმა განვითარებას, როგორც საზოგადოდ ცნობილია ყოველივე ცოცხალი ელემენტისთვის; სახელდობრ, დროებით კავშირების ნეიროფიბრილური მასა უნდა შემცირდეს, სინეპსები გაგანიერდეს, პროტოპლაზმატური აპკები კიდე გამაგრდეს. ამას მოჰყვება აგზნების დასუსტება და შემდეგ მისი გავრცელების და გადასვლის გაძნელება ერთი ნეირონიდან მეორეზე. ამნაირად, **ინდივიდური რეფლექსის დასუსტება უმოქმედობის გამო პირობადებული უნდა იყოს დროებითი კავშირების მორფოლოგიური და ფიზიკო-ქიმიური უკულმა განვითარებით** (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[3]).

ინ დ ი ვ ი დ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს გ ა ქ რ ო ბ ა. რეფლექსი შეიძლება დროებით დავაკნინოთ და მთლადაც მოვსპოთ, ე. ი. ჩავაქროთ, როგორც პ ა ვ ლ ო ვ ი ს ლაბორატორიაში უწოდეს ამ მოვლენას, თუ რომ იგი ზედიზედ გამოწვეული იქნება ძირითადი გაღიზიანებასთან შეუუღლებლად (ბ ა ბ კ ი ნ ი[1]), პ ე რ ე ლ ც ვ ა ი გ ი[2]). ამისათვის კი რაც უფრო მტკიცეა რეფლექსი, იმდენად მეტჯერ უნდა იყოს მისი გამეორება, და რაც უფრო სწრაფად იქნება ზედიზედ განმეორებული, იმდენად ჩქარა მოისპობა და განმეორებაც უფრო ნაკლებად დასჭირდება. ახალგაზრდა რეფლექსის გაქრობა შეიძლება რამდენიმე განმეორებისას მოხდეს. ძველი და მტკიცე რეფლექსი კი ამისათვის საჭიროებს მრავალ განმეორებას რამდენიმე დღის განმავლობაში. როდესაც ინდივიდური რეფლექსი ჰქრება, იგი შემდეგ ცელილებას განიცდის: თვითეული განმეორებისას მისი ინტენსიობა და ხანგრძლივობა კლებულობს, მისი ფარული პერიოდი კი პირიქით მატულობს. (იხ. სურ. 160).

რეფლექსის გაქრობა შეიძლება გამოვიწვიოთ აგრეთვე ინდივიდური გაღიზიანების ხანგრძლივი წარმოებით. ხანგრძლივი გაღიზიანების დროს იგი თანდათან სუსტდება, კლონურ ხასიათს ღებულობს და ბოლოს სულ რამდენიმე წამის განმავლობაში სრულიად ისპობა (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[3]).

ორიეე ზემო მოყვანილ შემთხვევაში რეფლექსის გაქრობა საბოლოო არაა. ცოტაოდენი დასვენებისას, მაგ., უკანასკნელ შემთხვევაში საკმარისია 20—30 წუთი დავასვენოთ, რომ რეფლექსი ხელახლად გამოვიწვიოთ. როდესაც ღიზიანდება მოკლე ხნობით, მაგრამ ჩქარა ზედიზედ ერთი რომელიმე განსაზღვრული ინტერვალით, მაშინ დაღალვის შემდეგ საკმარისია ეს ინტერვალი ერთი-ორად გავადიდოთ, რომ რეფლექსი ხელახლად გამოჩნდეს (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[3]).

ინ დ ი ვ ი დ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს გ ა ქ რ ო ბ ი ს წ ა რ მ ო შ ო ბ ა. ინდივიდური რეფლექსის გაქრობა ორნაირი თვისებისაა. თუ რომ რეფლექსი ერთხელ ჩააქრეს ზედიზედ განმეორებით, იგი აღსდგება თავის-თავად თითქმის მთლიანად დასვენების შემდეგ. ამ შემთხვევაში ინდივიდური რეფლექსის ჩაქრობა სწორედ ისეთივე მოვლენა უნდა იყოს, როგორც ჩვეულებრივი თანშობილი რეფლექსის დაღალვა. საკითხავია მხოლოდ, თუ რა იღლება, რეფლექსური რეა-

ლის რომელი ელემენტი. ეს ერთხელობრივი ჩაქრობა მოითხოვს მით უფრო მეტ განმეორებას. რაც უფრო განმტკიცებულია რეფლექსი, რაც უფრო ხშირად იყო იგი შეუღლებული ძირითად გიღიზიანებასთან. როდესაც რეფლექსი ახალგაზრდაა. მაშინ საკმარისია სულ რამდენიმე განმეორებაც რეფლექსის ჩაქრობისთვის. ამის

სურ. 160.

სურ. 160. ინდივიდუური რეფლექსის გაქრობა ზედ განმეორებისას. ორბელი. ბოროკვენა წინა ფეხი. ფეხიდან ელექტრული ანალიზატორებიდან ეძღვნებოდა სულ ათ წუთს. ბოლოდ ... 200 ... ...

ლექსის მიმართ. ეს სხვათა შორის იქიდანაც სჩანს, რომ ერთი ძირითადი გაღიზიანების ნიადაგზე, მაგ., ერთი და იმავე საჭმლის მიცემით, ან და ერთი კიდურის ელექტრული გაღიზიანების საშუალებით, ორი რეფლექსი რომ იყოს განვითარებული, ერთი რეფლექსის ერთხელობრივი ჩაქრობა არ იწვევს მეორე რეფლექსის ჩაქრობას (ზ ე ლ ი ო ნ ი), ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი) (იხ. სურ. 160). რადგან როგორც მამოძრავებელი ქერქული ნაწილი. ისე საკორდინაციო აპარატი ორივე რეფლექსში ერთი და იგივე არის, ცხადია, ამ ელემენტების დაღალვა პირველი რეფლექსის გაქრობისას მეორე რეფლექსს ძნიშვნელოვნად დაასუსტებდა. თუ რომ ეს არ მოხდა, ეს იმას აღნიშნავს, რომ რეფლექსის ჩაქრობა იმ ქერქულ ელემენტებზე იყო დამოკიდებული, რომელიც საერთო არ იყო, ე. ი. დროებით კავშირებზე.

შეიძლებოდა გვეფიქრა, რომ ინდივიდური რეფლექსის ჩაქრობისას აღნიშნულ შემთხვევაში იღლება დროებითი კავშირები კი არა. არამედ ინდივიდური გაღიზიანების მიმღები ფარგალი. მაგრამ პირდაპირი ცდით იყო დამტკიცებული. რომ ეს მიმღები ფარგალი რეფლექსის ჩაქრობაში როლს არ უნდა თამაშობდეს. სახელდობრ, დამტკიცებული იყო. რომ ქერქის მიმღები ფარგალი ისეთი ხანგრძლივი მოქმედებისას, როგორც რეფლექსის ჩაქრობის დროს არის. სრულიადაც არ უნდა იღლებოდეს. როგორც ჩვენ უკვე აღენიშნეთ. არა ჩვეულებრივი გაღიზიანება. მაგ., ბგერა ინდივიდურ რეფლექსზე უარყოფითად მოქმედებს. ბგერა რომ გავაგრძელოთ 15- 30 წამი და ისე გაეშინჯოთ მისი მოქმედება ინდივიდურ რეფლექსზე. მაშინაც იგი იჩენს ხოლმე თავის უარყოფით მოქმედებას. ცხადია. ბგერის მიმღები ფარგალი. რომ ასე ადვილად იღლებოდეს, როგორც 15 30 წამით მოქმედებისას. მაშინ მისი უარყოფითი მოქმედება ამ ხნის განმავლობაში შესუსტდებოდა. ინდივიდური რეფლექსის ჩაქრობისას მიმღები ფარგლის მოქმედება გაცილებით ნაკლებია. მაგ., კარგად განვითარებული მამოძრავებელი რეფლექსი რომ ერთხელობრივად ჩავაქროთ ინდივიდური გაღიზიანების განმეორებით ისე, რომ თითოჯერ გაღიზიანება გრძელდებოდეს 10″ და ერთი გაღიზიანება მეორეს მისდევს 20 30″ ინტერვალით, რეფლექსი ჩაქრება მე-20 25 განმეორებისას. ამ შემთხვევაში მიმღები ფარგლის მოქმედების საერთო ხანგრძლივობა სულ მცირეა 3 -4 წამი. ცხადია, ასეთი მოქმედებისას მიმღები ფარგალი არ უნდა დაღლილიყო (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი). აშნაირად, მტკიცდება, **რომ ერთხელობრივი ჩაქრობა ინდივიდური რეფლექსისა დამოკიდებულია დროებითი კავშირების დაღალვაზე.**

სოლო თუ ინდივიდური რეფლექსი ჩაქრობილ იქმნა ზედ-ზედ რამდენჯერმე და მასთან ისე, რომ ძირითად გაღიზიანებას არც ერთხელ არ შეუუღლეთ, მაშინ რეფლექსის ჩაქრობა არსებითად ირჩევა თანშობილი რეფლექსის დაღალვისგან. სახელდობრ, ამ წესით ჩაქრობილი ინდივიდური რეფლექსი დასვენების შემდეგ არ აღსდგება მთლიანად. იგი საბოლოოდ დასუსტდება. ამ შემთხვევაშიც პირდაპირ შეიძლება დამტკიცდეს, რომ რეფლექსის რკალიდან არც საპასუხო მამოძრავებელი ნაწილების, არც საკორდინაციო აპარატის დაღალვა ამის მიზეზი არ უნდა იყოს. ვინაიდან ერთი რეფლექსის ასეთი ჩაქრობის შემდეგ რომ ვშინჯოთ სხვა იმგვარიეე რეფლექსი, რომელიც იმავე ძირითადი გაღიზი-

ანების საშუალებით განვითარდა, იგი შეიძლება ჩვეულებრივი ინტენსიობით იქმნეს გამოწვეული. აგრეთვე ნათლად სჩანს, რომ ინდივიდური გაღიზიანების მიმღები ფარგალი არ უნდა განიცდიდეს დაღალვას, ვინაიდან ამ შემთხვევაშიაც მას არ უხდება 15—60'-ზე დიდხანს მოქმედება. მერე თვითეულჯერ მიმღები ფარგალი მოქმედობს 10—20'' და მერე ისვენებს. ამნაირად, შეიძლება დავსკვნათ, **რომ ინდივიდური რეფლექსის საბოლოო დასუსტება განმეორებით ჩაქრობის გამო პირობადებულია დროებითი კავშირების ერთგვარი საბოლოო ცვლილებით.** ეხლა ვიკითხოთ, თუ რაში მდგომარეობს ეს ცვლილება.

ინდივიდური რეფლექსის ჩაქრობისას დიდი ტვინის ქერქში უნდა სწარმოებდეს ისეთივე პროცესები, როგორიც უარყოფითი რეფლექსის განვითარების დროს არის. ჯერ სწარმოებს ინდივიდური გაღიზიანება, მერე მას მოსდევს დროებითი კავშირების და საპასუხო მამოძრავებელი ანუ სასეკრეციო ნაწილის ამოქმედება. თავდაპირველად ამ კავშირებიდან წინქცევითი კავშირები უაღრესად იყო განვითარებული, ვინაიდან ინდივიდური გაღიზიანება სისტემატიურად უერთდებოდა ძირითად გაღიზიანებას. როგორც ჩვენ უკვე აღვნიშნეთ წინქცევით კავშირის განვითარების სისწრაფე და დადებითი რეფლექსის სიმტკიცის ხარისხი დამოკიდებულია სწორედ ძირითად გაღიზიანებაზე, მის მიერ საპასუხო ნაწილში წარმოქმნილ აგზნებაზე და აგზნებულებაზე. ხოლო თუ ინდივიდური რეფლექსი ძირითადს არ უერთდება, ეს წინქცევითი კავშირის განვითარების ხელშემწყო პირობა ისპობა. მაშ., ინდივიდური რეფლექსის სისტემატიურად ჩაქრობისას შეყენებულია წინქცევითი კავშირების განვითარება. უკუქცევითი კავშირები კი, რომელიც, როგორც ჩვენ აღვნიშნეთ, აგრეთვე ყოველი ინდივიდური რეფლექსის განვითარებისას წარმოიქმნება, პირიქით განაგრძობენ თავიანთ განვითარებას. როგორც აგრეთვე ნაჩვენები იყო, უკუქცევითი კავშირის განვითარება დამოკიდებულია ინდივიდური გაღიზიანების სიძლიერეზე და მისი მოქმედების ხანგრძლივობაზე. ეს პირობა რეფლექსის ჩაქრობისას არ ისპობა, და ამიტომაც უკუქცევითი კავშირები უნდა განაგრძობდენ განვითარებას. შემდეგ, როგორც ჩვენ აღვნიშნეთ უარყოფითი რეფლექსის განვითარების შესახებ, უარყოფითი რეფლექსის განვითარებას, ე. ი. მის უკუქცევითი კავშირების განვითარებას ხელს უწყობს დადებითი ინდივიდური რეფლექსი დასუსტება. ცხადია, ეს გარემოებაც ხელს უნდა უწყობდეს იმავე რეფლექსის უკუქცევითი კავშირის განვითარებას. ყველა ამ გარემოებათა გამო ჩაქრობილი ინდივიდური რეფლექსის უკუქცევითი კავშირები იმდენად ვითარდებიან, რომ წინქცევითი კავშირის საბოლოო საპასუხო ნაწილიდან აგზნება სამუშაო ორგანოში კი არ გადადის, არამედ შეუღლებული ირადიაციის კანონის მიხედვით ვრცელდება უკუქცევითი კავშირებით ინდივიდური გაღიზიანების სათავისკენ. ცხადია, დასვენების შემდეგაც აგზნება წინქცევითი კავშირიდან ასეთ ირადიაციას უნდა განიცდიდეს, ვინაიდან უკუქცევითი კავშირი საბოლოოდ წინქცევითზე უფრო განვითარებული რჩება.

ამნაირად, **ინდივიდური რეფლექსის საბოლოო დასუსტება, როდესაც მას განმეორებით აკრობენ, პირობადებული უნდა იყოს სხვათა შორის უკუქცევითი კავშირების წინქცევითზე უაღრესად განვითარებით.**

საპასუხო ქერქული ნაწილების როლი ინდივიდური რეფლექსის გაქრობაში. მაგრამ ინდივიდური რეფლექსის გაქრობაში კავშირის საბოლოო სათავეები, ე. ი. ზამოძრავებელი და სასეკრეციო აპარატები. შეიძლება აგრეთვე მონაწილეობდენ. ორ ერთგვარ ინდივიდურ რეფლექსთან რომ გვქონდეს საქმე, ე. ი. ორ იმნაირ რეფლექსთან, რომლებიც ერთი და იგივე ძირითადი გაღიზიანების საფუძველზედ განეითარდა, მაშინ გამოჩნდება, რომ ერთი რეფლექსის ჩაქრობა ასუსტებს მეორე რეფლექსს (ბაბკინი [1]). მაგრამ ეს გავლენა წარმავალია. იგი მხოლოდ მაშინ სჩანს თუ მეორე რეფლექსი სწრაფად პირველის გაქრობის შემდეგ გამოიწვევა რამდენიმე წუთის განმავლობით (ბერიტაშვილი [2]).

რადგან ერთგვარ რეფლექსებს საერთო მხოლოდ საბოლოო სათავეები და ჩამავალი ნაწილი აქვს, დროებითი კავშირი კი მათ სხვადასხვა უნდა ჰქონდეთ. ამიტომ ზემო აღნიშნულ შემთხვევაში ერთის რეფლექსის გაქრობის ზეგავლენა მეორეზე უნდა სწარმოებდეს ან იმ ჩამავალ ნაწილში, ან კიდე საბოლოო სათავეებში, ე. ი. ქერქის ზამოძრავებელ და სასეკრეციო აპარატებში. მაგრამ ინდივიდური რეფლექსის აბსოლუტური გაქრობისასაც კი თანშობილი რეფლექსი ძირითადი გაღიზიანების საპასუხოდ უცვლელად იწვევა (ბერიტაშვილი [3]). **მაშასადამე, მთელი ჩამავალი ნაწილი ე. ი. ქერქს ქვეშ მდებარე რეფლექსური რკალის ელემენტები საკორტიკალურ აპარატით დაღლვას არ უნდა განიცდიდეს.** აქედან ცხადია, რომ **ინდივიდური რეფლექსის გაქრობისას ქერქის ზამოძრავებელი ან სასეკრეციო აპარატი, ე. ი. საბოლოო ქერქის ელემენტებიც, დაღლილობას განიცდის, ხოლო ეს დაღლილობა მუდამ წარმავალია და რეფლექსის საბოლოო გაქრობაზე გავლენას არ ახდენს.**

გამქრალი ინდივიდური რეფლექსის აღდგენა. გამქრალი ინდივიდური რეფლექსი თავისთავად აღდგება დასვენების შემდეგ. რაც უფრო მცირე ინტერვალით მეორდება ინდივიდური რეფლექსი გაქრობისას, მით უფრო ნაკლები დასვენების დროა საჭირო რეფლექსის აღსადგენად. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ეს გაქრობა არსებითად არ ირჩევა თანშობილი რეფლექსის დაღალვიდან. ინდივილური რეფლექსის ერთხელობრივი ჩაქრობისას იღლება დროებითი წანქცევითი კავშირები. დასვენებისას დაღალა გაიელის და რეფლექსი ხელახლად შეიძლება იყოს გამოწვეული.

ხოლო, თუ რეფლექსი იყო ჩაქრობილი ზედიზედ რამდენჯერმე, მაშინ იგი თავის თავად არ აღსდგება მთლიანად. დასვენების შემდეგ რეფლექსის ინტენსიობა მაინც უფრო ნაკლებია, ვიდრე გაქრობამდე იყო. პავლოვის მოწაფეთა გამოკვლევის თანახმად რეფლექსის აღდგენა უფრო მეტი ინტენსიობით სწარმოებს, თუ ცალკე ძირითადი გაღიზიანება ეაწარმოვეთ (ბაბკინი [1]), ზავადსკი [6]). მაგრამ ამ შემთხვევაშიაც რეფლექსის განახლება სრული არაა, და მასთან ეს განახლება დიდხანს არ სძლებს. იგი რამდენამე წამის განმავლობაში თითქმის უკვალოდ ისპობა, ე. ი. რეფლექსი ისევ დაღლილ მდგომარეობაში გადადის. ეს დროებითი განახლება იმით აიხსნება, რომ ძირითადი გაღიზიანება ძლიერ მაღლა სწევს ქერქის საბოლოო ელემენტების აგზნებულებას, ამიტომ

ვიდრე ეს მომეტებული აგზნებულება არსებობს, წინქცევითი დროებითი კავშირებით მოსულ აგზნებას შეუძლია ეს ელემენტები იმდენად აამოქმედოს, რომ მიუხედავად აგზნების გავრცელებისა უკუქცევითი კავშირებით, მაინც გავრცელდეს პერიფერიულ ორგანოსკენ.მაგრამ რაკი დროს განმავლობით აგზნებულება ნორმას დაუბრუნდება, რასაკვირველია, მოისპობა ამ დადებითი რეფლექსის გამოწვევის შეძლებაც.

ნამდვილად და მთლიანად გამქრალი რეფლექსი მაშინ გაცხოველდება, თუ ინდივიდური გაღიზიანება ძირითადს შეუუღლეს, როგორც ეს რეფლექსის განვითარებისას ხდებოდა. თავის თავად ცხადია, რომ თუ ინდივიდური რეფლექსის საბოლოო ჩაქრობა დამოკიდებულია უკუქცევითი დროებითი კავშირის უპირატეს განვითარებაზე, ამ გარემოების მოსასპობად საჭიროა იმ ძირითადი პირობის აღდგენა, რომელიც ინდივიდური რეფლექსის განვითარების დროს პირობადებდა წინქცევითი კავშირის უპირატეს განვითარებას. რეფლექსის აღდგენა ძირითადი გაღიზიანების შეუღლებისას ძლიერ სწრაფად სწარმოებს. ამისათვის რამდენიმე შეუღლებაც საკმარისია. ამის გამო რეფლექსს გენერალიზაცია არ ემართება, როგორც ეს რეფლექსის ახლად განვითარების დროს ხდება. ხოლო ეს აღდგენა ამ რამდენიმე შეუღლების შემდეგ სრული არაა. რეფლექსი რომ ხელახლად განმტკიცდეს ისე, როგორც ჩაქრობამდის იყო, საჭირო ეჭნება, რომ იგი სისტემატიურად შეუუღლდეს რამდენიმე დღის განმავლობაში ძირითად გაღიზიანებას. მაშ., წინქცევითი კავშირები რომ ხელახლად უკუქცევითზე უფრო შეტად განვითარდეს საჭიროა სისტემატიური მუშაობა, როგორც უკუქცევით კავშირების უპირატეს განსავითარებლად საჭირო იყო ხანგრძლიები მოქმედება ძირითადი გიღიზიანების უმონაწილოდ.

ამნაირად, გამქრალი რეფლექსის საბოლოო აღსადგენად აუცილებლად საჭიროა, რომ მოხდეს სისტემატიური შეუღლება ძირითად გაღიზიანებასთან, ე. ი. რომ ხელახლად განხორციელდეს რეფლექსის განვითარების მთავარი პირობა, რომელზედაც არის დამოკიდებული წინქცევითი კავშირების უპირატესი განვითარება.

თავდაპირველად პავლოვის და მის მოწაფეთა აზრი ინდივიდური რეფლექსის ჩაქრობის და აღდგენის შესახებ სრულიად შეესაბამებოდა იმ დროინდელ ც. ნ. ს.-ის ზოგად ფიზიოლოგიას. მაგ., ბაბკინს (1904) რეფლექსის ერთხელობრივი ჩაქრობის მიზეზად გამოჰყავდა ქერქული ცენტრის დაღალვა, ხოლო დროებითი კავშირის კი არა, როგორც ეს ჩვენ ვეცნით, არამედ ინდივიდური გაღიზიანების მიმღები ფარგლისა. მაგრამ მას მოჰყავდა ისეთი ფაქტებიც, რომელიც მისი აზრით უჩვენებდა აგრეთვე გემოვნების ცენტრის დაღალვაზე. სწორედ ამ დროს პავლოვიც მიაწერდა რეფლექსის ჩაქრობას დაღლილობას (истощение). პერელცვაიგმა (1907) განავითარა ბაბკინის აზრი. იგი მიაწერდა ინდივიდური რეფლექსის გაქრობას ჯერ ერთი ინდივიდური კავშირის მოშლილობას და მერე გემოვნების მიმღები ფარგლის ანუ პავლოვის ტერმინით „პირის ანალიზატორის“ აგზნებულების დაცემას. რაც შეეხება ჩაქრობილი რეფლექსის აღდგენის ბუნებას, ამის შესახებ პირველად ასეთი წმიდა ფიზიოლოგიური აზრი არსებობდა: სახლდობრ, პავლოვი მიაწერდა რეფლექსის აღდგენას სანერწყვო ჯირკვლების ცენტრების აგზნებულების მომატებას ძირითადი გაღიზიანების მიერ [1]. იგივე ახსნა წამოყენებული იყო ბაბკინის მიერ 1904 წელს: „ახალი პერიფერიული გაღიზიანების წყალობით ცენტრთა სისტემა თითქოს იტვირთება და ხელახლად იძენს მოქმედების უნარსო“ [1]). ამასთან ავტორს ჰქონდა მეედეელობაში არა მარტო სანერწყვო ცენტრი, არა-

შედ უმთავრესად გემოვნების მიმღები ფარგალი. მაგრამ ამ წმიდა ფიზიოლოგიერმა მოსაზრებებმა არ განიცადეს შემდეგი განვითარება. მათ მაგიერ წამოყენებული იყო ახალი მოძღვრების მიხედვით გაქრობის და აღდგენის ასახსნელად შეკავების და შეკავებისგან განთავისუფლების ჰიპოთეზა, რომელსაც პირველად ზავადსკის (1908) დისერტაციაში [6]) ეხვდებით. ამ ჰიპოთეზით გაქრობა არის შედეგი თავისებური შეკავების განყოთარებისა ინდივიდური გაღიზიანების მიმღებ ფარგალში. იმ ქერქულ ელემენტში, რაზედაც ინდივიდური გაღიზიანება მოქმედობს. თუ რომ ეს გაღიზიანება ძირითადს არ უერთდება, შეკავების პროცესი ვითარდება. ამის გამო ინდივიდური გაღიზიანება აგზნების მაგიერ შეკავებას იწვევსო. რასაკვირველია, რაც შეეხება ჩაქრობილი რეფლექსის აღდგენას ძირითადი გაღიზიანების შეუღლებისას, ამას მიაწერენ ამ შეკავების მოსპობას (ბილინა [8]) და სხვები). მეტია იმის თქმა, რომ ეს ახალი ჰიპოთეტური ახსნა ინდივიდური რეფლექსის ჩაქრობა-აღდგენისა სრულიად უსაფუძვლო და გაენენებულ მოსაზრებას წარმოადგენს. პავლოვს და მის მოწაფეთ ბევრი დასამტკიცებელი საბუთი მოყავთ, მაგრამ თვითეული მათგანის გაკრიტიკება საძნელო არაა. ამასთანავე უკვე ვნახეთ, რომ რეფლექსის გაქრობასთან და აღდგენასთან შეკავებულ მთავარ მოვლენას შეიძლება მიეცეს ნამდვილი შეცნიერული განმარტება ზოგადი ფიზიოლოგიის თვალსაზრისით.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Б. Бабкин, Опыт системат. изучения сложно нервных явлений у собаки. 1904. დის. პაველოვის ლაბ-ან.
2. И. Перельцвайг. Мат. к ученню об услов. рефлексах. 1907. დის. პავლოვის ლაბ-ან..
3. J, Beritoff, Ueber d. individuell-erworbene Tätigkeit d. Z. N. S, Jour. Psych. Neur. 1927. (იბეჭდება).
4. Г. Зеленый, Мат. к вопр. реакции собаки на звуков. раздражения. 1907. დისს. პავლოვის ლაბ-დან.
5. J. Beritoff, Jour. Psych. Neur., 1924. 30, 217.
6. И. Завадский. Мат. к вопросу о торможении и растормо-жении услов. рефлексов. 1908. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდან
7. И. Павлов, Двадцатилетний опыт. 1 изд. გვ. 35.
8. П. Былина, Простое торможение усл. рефлексов. 1910. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდან.

12. ინდივიდური რეფლექსის ცვალებადობა გარეშე გაღიზიანებათა გავლენით.

ინდივიდური რეფლექსის ცვალებადობა არჩეულებრივი გაღიზიანების გავლენით. ინდივიდური რეფლექსის მუდმივობა ძლიერ საეგებიოა. ის ადვილად იცვლება და ხან ისპობა კიდეც, თუ რომ იმ პირობებში, რომელშიაც იგი განვითარდა, რამე არაჩვეულებრივი ცვლილება მოხდა, რაზედაც ცხოველი საორიენტაციო რეაქციით გასცემს პასუხს. ყოველივე არაჩვეულებრივი ხმა, სინათლე თუ მოძრაობა ცხოველზედ იმნაირად მოქმედობს, რომ სწორედ ამ დროს და ცოტა ხნის შემდგომ ჩვეულებრივი ინდივი-

დური გამაღიზიანებელი აღარ იძლევა შესაფერ რეაქციას. მაგრამ თვითეული არაჩვეულებრივი გაღიზიანება რამდენჯერ განმეორების შემდგომ ჰკარგავს საორიენტაციო რეაქციის გამოწვევის უნარს. ამავე დროს ის აღარ ახდენს გაღლენას ინდივიდურ რეფლექსზედ (ر ه ز ه ვ ა [1]).

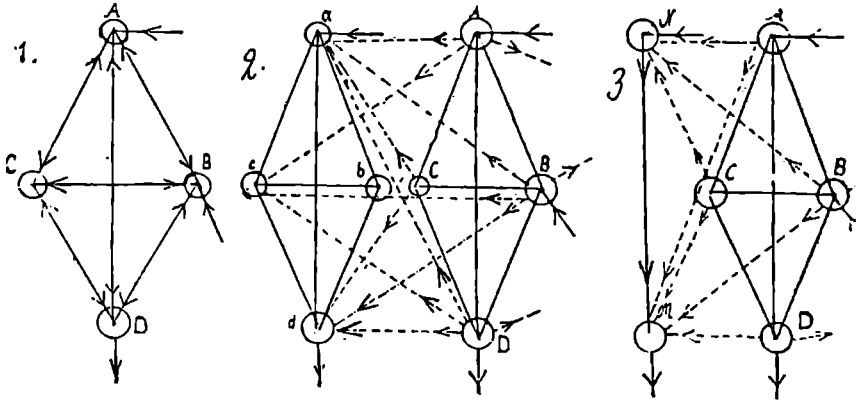
აღნიშნულ ცვლილებას საფუძვლად შემდეგი გარემოება უძევს: არაჩვეულებრივი გაღიზიანება გამოიწვევს აგზნებას, რომელიც ჯერ თავის მიმღებ ფარგალში ვრცელდება. ამას შედეგად შესაფერისი საორიენტაციო რეფლექსი მოჰყვება. მერე, გამოვა რა ეს აგზნება ამ ფარგლის საზღვრებიდან, გაივლის დიდ ჰემისფეროთა მთელ ქერქს: ამ გავრცელების შედეგია სხვათა შორის საერთო მოძრაობა, ან ლოკომოცია, რომელიც გამოიწვევა ხოლმე, მაგ., ძლიერი და მოულოდნელი გაღიზიანებისგან. აგზნების გაერცელებას თანსდევს აგზნებულების მომატება მთელ ქერქში. რასაკვირველია, ქერქის აგზნებულება მატულობს აგრეთვე დროებითი კავშირების სათავეთა გარშემო. ამის გამო, ინდივიდური გაღიზიანების მიერ გამოწვეული აგზნება ინდივიდური გზების ყველა სათავეებიდან მეტის მეტად იფანტება საერთოდ ქერქის ფარგალში. ამიტომ თანახმად აგზნების შეუღლებული ირადიაციის კანონისა ეს აგზნება საბოლოო აპარატს მიაღწევს იმდენად მცირე ინტენსივობით, რომ უკანასკნელი გარეგან ეფექტს ან სულ არ იწვევს ან კიდე ძლიერ მცირედ. (იხ. ამ მოვლენის დიაგრამა მოყვანილია მე-161—3 სურათზე, სადაც A აღნიშნავს ინდივიდური გაღიზიანების სათავეს, N-კიდე არაჩვეულებრივს. A-ს მიერ გამოწვეული აგზნება დროებითი გზების ყველა ელემენტებიდან მიილტვის N მიერ აგზნებულ ელემენტებისაკენ და საერთოდ ქერქში).

ამნაირად, **არაჩვეულებრივი გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედება ინდივიდურ რეფლექსზე იქიდან წარმოსდგება, რომ საორიენტაციო აპარატიდან აგზნების ირადიაციის გამო მთელი ქერქი აღმატებულ აგზნებულებაში მოდის და ამიტომ დროებითი კავშირების აგზნება საბოლოო ქერქის აპარატს ვერ აღწევს, იგი ქერქშივე იფანტება** (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [2])

არაჩვეულებრივი გაღიზიანების განმეორებისას მისი უარყოფითი მოქმედების მოსპობა შემდეგზეა დამოკიდებული. როგორც ზევით იყო მოხსენებული, ეს უარყოფითი მოქმედება სწარმოებს მაშინ, თუ არაჩვეულებრივი გაღიზიანება საორიენტაციო რეაქციას გამოიწვევს. საორიენტაციო რეაქცია წარმოადგენს, როგორც ვიცით, ერთგვარი მამოძრავებელი აპარატების მოქმედების შედეგს; ეს აპარატები აიგზნება არაჩვეულებრივი გაღიზიანების მიმღებ სათავიდან აგზნების საზოგადო ირადიაციის წყალობით. ამიტომ საორიენტაციო რეაქციის მოსპობა იმის მაჩვენებელი უნდა იყოს, რომ აღნიშნული საზოგადო ირადიაცია ან ისპობა ან მეტად სუსტდება და ამიტომ ქერქის აგზნებულებაც იმდენად აღარ უნდა მატულობდეს. აქედან ცხადია, რომ **რაკი არაჩვეულებრივი გაღიზიანების მიერ ქერქის აგზნებულება აღარ მატულობს, უნდა მოსპობილიყო მასსზედამოკიდებული ინდივიდური რეფლექსის ცვლილებაც** (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [2]).

დ ი ფ ე რ ე ნ ც ი რ ებ უ ლ ი გ ა ღ ი ზ ი ა ნ ებ ი ს უ ა რ ყ ო ფ ი თ ი მ ო ქ მ ე დ ე ბ ა. არაჩვეულებრივ გაღიზიანებათაგან გამოირჩევა ერთი ჯგუფი, რომელიც

ვით ხასიათდება, რომ იგი ხშირი განმეორების გამო არ ჰკარგავს უარყოფითი მოქმედების უნარს. იგი მძლავრად მოქმედობს ინდივიდურ რეფლექსზედ, თუმცა საორიენტაციო რეაქცია შეიძლება სულაც არ მოიცეს. ამ ჯგუფს ეკუთვნის ეგრეთ წოდ. **დიფერენცირებული** გაღიზიანებანი, რომელნიც თვისებით ახლო არიან ინდივიდურ გაღიზიანებასთან და გენერალიზაციის დროს რეფლექსს იძლეოდენ. სამაგალითოდ მიგითითებთ მე-157 სურათზედ, სადაც დიფერენცირებული გაღიზიანების—300-რხევ. ბგერის დროს ინდივიდური გაღიზიანება—200-რხევიანი ბგერა სწარმოებს. როგორც სურათიდან სჩანს, თვითონ არაჩვეულებრივი დიფერენცირებული გაღიზიანება არავითარ ეფექტს არ იძლევა, საორიენტაციოსაც კი, მაგრამ იგი სრულიად უარყოფს ინდივიდურ რეფლექსს (ელიასონი [3], ბელიაკოვი [4] და სხვ.).



სურათი 161.

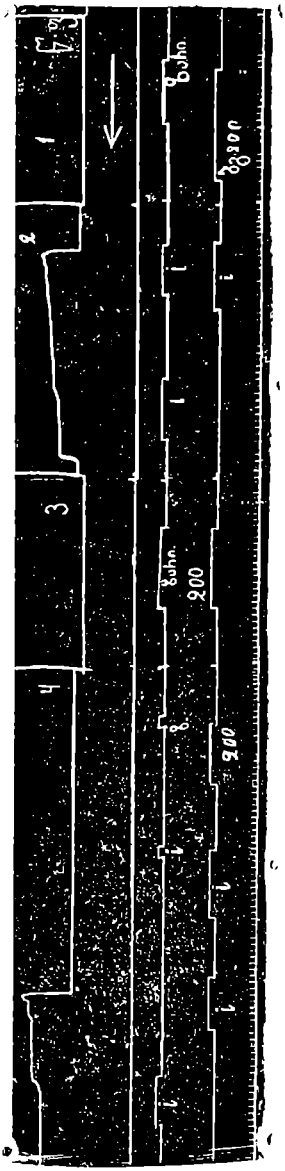
სურ. 161. ინდივიდურ რეფლექსში მონაწილე ქერქის ელემენტების, მათი შეკავშირების და ურთიერთობის დიაგრამები. პირველი დიაგრამა გამოხატავს ყველა ამას ერთი ინდივიდური რეფლექსის მიმართ. მეორე—ერთი ინდივიდური რეფლექსის ცვალებადობას მეორე ინდივიდური რეფლექსის გავლენით, მესამე კიდე—ერთი რეფლექსის ცვლილებას არაჩვეულებრივი გაღიზიანების მიერ. ყველგან A და a გამოხატავს ინდივიდური გაღიზიანების მიმღებ სათავეებს; B და b—ძირითადი გაღიზიანების მიმღებ სათავეებს; C და c მეორედ გაღიზიანების მიმღებ სათავეებს; D და d—მამოძრავებელ აპარატებს; N—არაჩვეულებრივი გაღიზიანების მიმღებ სათავეს და M—საორიენტაციო რეაქციის მამოძრავებელ აპარატს. ისარი ყველგან აგზნების მიმართულებას უჩვენებს (ბერიტაშვილისა).

დიფერენცირებული გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედების წარმოშობა. როგორც უკვე ზემოთ აღვნიშნეთ, მახლობელი გაღიზიანების დიფერენციაციის დროს ეითარდება უკუქცევითი კავშირები ინდივიდური გაღიზიანების მიმღებ სათავეიდან დიფერენცირებული გაღიზიანების სათავისკენ. ცხადია, ასეთი გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედება დამოკიდებული უნდა იყოს უპირველეს ყოელისა უკუქცევითი კავშირის მოქმედებაზე. მაგრამ უ-

ქველია დიფერენცირებული გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედება აგრეთვე უნ-და გამომდინარეობდეს შემდეგ გარემოებიდან. დიფერენცირებული გაღიზიანების მიმღები სათავე მდებარეობს ძლიერ ახლო ინდივიდურ გაღიზიანების მიმღებ სათავესთან, ე. ი. დროებითი კავშირის დასაწყისთან: საკმარისია სულ მცირე რამ აგზნების ირადიაცია პირველ სათავიდან, რომ დროებითი კავშირის დასაწყისის გარშემო აგზნებულებამ იმატოს და მით გამოიწვიოს ამ დასაწყისიდან აგზნების გაფანტვა საერთოდ ქერქში. ეს კიდე, რასაკვირველია, თანახმად შეუღლებული ირადიაციის კანონისა იმდენად დაასუსტებს აგზნების მიმდინარეობას დროებითი კავშირებით, რომ იგი ჩვეულებრივ ეფექტს არ გამოიწვევს. ამით აიხსნება ის მოვლენა, რომ უარყოფითი მოქმედება მახლობელ დიფერენცირებულ გაღიზიანებათაგან უფრო ძლიერია, ვიდრე დაშორებულთაგან (ელ ი ა ს ო ნ ი [9]), კ რ ა ს ნ ო გ ო რ ს კ ი [5]). ამითვე აიხსნება ის ქარაქტერული მოვლენა, რომ დიფერენცირებული გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედება მეტად სუსტია და შეიძლება სულაც არ სწარმოებს, თუ რომ იგი ინდივიდური რეფლექსის დროს ვაწარმოვეთ: ე. ი. როდესაც დროებითი კავშირი უკვე მოქმედებაშია, და მით დროებითი კავშირის აგზნებულება იმდენად დიდია, რომ მის ელემენტებიდან აგზნების საერთოდ ქერქში გაფანტვა საძნელო რამ უნდა იყოს (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [3]) (სურ. 162). საგულისხმოა, რომ დიფერენცირებული გაღიზიანება თავის უარყოფითს მოქმედებას იჩენს იმ შემთხვევაშიაც კი, თუ რომ მისი დაწყება მხოლოდ ერთი წუთით ან და ნაკლები ხნით წინ უძღვის ინდივიდურ გაღიზიანებას და თავდება მაშინვე ინდივიდური გაღიზიანების დაწყებისას. მის შემდეგ შეიძლება ინდივიდური გაღიზიანება დიდხანს გაგრძელდეს, ხან მთელი წამიც ისე, რომ ჩვეულებრივი ეფექტი არ გამოიწვიოს. მოვიყვან სანიმუშოთ მე-162 სურათს, სადაც სხვადასხვა ამნაირი ცდებია ნაჩვენი. აქედან ცხადია, რომ დიფერენცირებული გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედებისათვის საკმარისია მხოლოდ, რომ იგი დაიწყოს ინდივიდურ გაღიზიანებაზე ადრე და მით უკანასკნელს თავიდანვე დაუხვდეს დროებითი კავშირის გარშემო აღმატებული აგზნებულება. ის საგულისხმო მოვლენა, რომ დიფერენცირებული გაღიზიანების შეწყვეტისას ინდივიდური გაღიზიანება კიდევ დიდხანს და ხან სულაც არ იწვევს რეფლექსს, იქიდან წარმოსდგება, რომ ეს აღმატებული აგზნებულება ინდივიდური სათავის გარშემო შემდეგაც თავისთავად დაიცვის ამ სათავიდან აგზნების ირადიაციის გამო.

ამნაირად, **დიფერენცირებული გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედება დამოკიდებულია ჯერ ერთი ინდივიდური უკუქცევითი კავშირების განვითარებაზე ინდივიდური გაღიზიანების სათავიდან დიფერენცირებული გაღიზიანების სათავისკენ, შემდეგ იმაზე, რომ უკანასკნელი გაღიზიანება აგზნებულებას ასწევს ინდივიდური გაღიზიანების მიმღებ სათავის გარშემო და მით ხელს უწყობს ამ სათავიდან აგზნების ირადიაციას საერთოდ ქერქში.**

ინდივიდური რეფლექსის ცვალებადობა გარეშე ინდივიდური გაღიზიანების გავლენით. როცა განვითარებულია რამდენიმე **სხვადასხვა გვარის ინდივიდური რეფლექსი**, ე. ი. როცა ორი-სამი სხვადასხვანაირი გაღიზიანება სულ



სურათი 162.

სურათი 162. ძალიან ... ... არაჩვეულებრივი დიფერენციერებული გალიზიანების და ინდივიდუური რეფლექსის ურთიერთ მოქმედება. მრუდე ეკუთვნის მარჯვენა წინა ფეხს და იღებება მარჯვნიდან მარცხნივ. ინდივიდუური გალიზიანება –200-ოხვეიანი ბგერა (ქვემო სასიგნალო ხაზი). არაჩვეულებრივი გალიზიანება ელექტრული ზარი (შუა სასიგნალო ხაზი). პირველ ცდაში ინდივიდუური გალიზიანება იწყება ზარის დაწყების შემდეგ და იგი ეფექტს არ იძლევა. მეორე ცდაში ჯერ იწყება ინდივიდუური, რომელიც ეფექტს იძლევა, მერე ზარი; ზარი რეფლექსსად არ მოქმედობს ინდივიდუური გალიზიანების დროს, ოღონ მის შემდეგ განმეორებითი ზარი ცოტაოდენ ამცირებს რეფლექსის შემდეგმოქმედებას. მესამე ცდაში ზარი და ინდივიდუური გალიზიანება ერთად იწყება და ერთათვე თავდება. ამ ცდაში რეფლექსი სულ არ იყო. მეოთხე ცდაში ჯერ ორი ასეთი შეუღლება იყო: ზარი სულ წუთნახევარი, ინდივიდუური გალიზიანება ერთი წუთით ზართან ერთად დ ... ბის შემდეგ კიდე 10 წუთი. ამნაირ შეუღლებისას ინ-დივიდუურმა გალიზიანებამ ეფექტი არ მოიცა. მერმე ... იყო ნაცადი რეფლექსის შემდეგმოქმედების დროს: ამან ცოლოდ შემცირა არსებული ეფექტი. დრო-წუთობით. (ბ ე ქ ტ ე რ ე ვ ი ლ ი).

სხვა და სხვა ფეხსედ იწვევს რეფლექსებს, მაშინ **ორი ინდივიდუური გალიზიანების კომბინაციის დროს შეიძლება სწარმოებდეს მხოლოდ ან ერთი რეფლექსი ერთ ერთი გალიზიანების საპასუხოდ, ან მხოლოდ მეორე; ამავე დროს რეფლექსი ხშირად ან დაკნინებულია, ან კიდე მეტი.** მე-161 სურ. მოყვანილია სამაგალითო დიაგრამა ამ ორი გალიზიანების ურთიერთობის გამოსახატავად. a-ს საშუალებით გამოწვეული რეფლექსი ხელს უშლის A-ს მიერ წარმოებულ რეფლექსს. ზოგჯერ შემთხვევა არის, რომ ერთ და იმავე დროს ორივე რეფლექსი ისპობა ან ორივე ერთად სწარმოებს. ერთი სიტყვით შესაძლებელია ყოველნაირი შემთხვევა, ოღონ აღვიარებული შემთხვევა შეიძლება წინ და წინვე აღვნიშნოთ ამა და იმ რეფლექსის მდგომარეობის მიხედვით: მაგ., იმ შემთხვევაში, თუ ... ორივე რეფლექსი ერთნაირად დიდი სიძლიერის იქნება, ორივე ერთნაირად დაკნინდება:

სუსტი რეფლექსების კომბინაციის დროს კი ერთი მათგანი გაძლიერდება და ამავე დროს მეორე რეფლექსი სრულებით მოისპობა (იხ. სურ. 163 (ბ ე რ ი ტ ა-შ ვ ი ლ ი [2]).

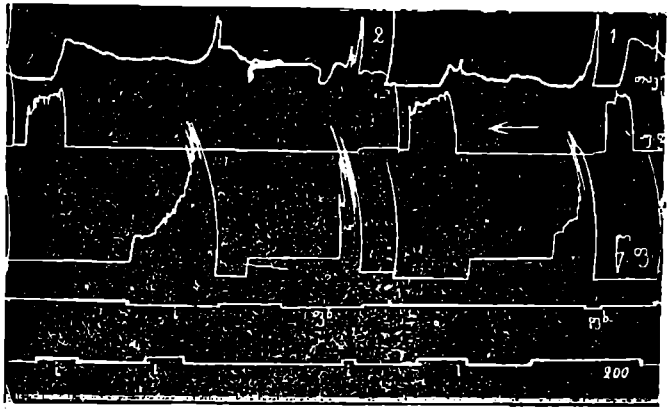
ერთი რეფლექსის ეს რთული ცვალებადობა მეორის გაელენით დამოკიდებულია რეფლექსის რკალების ქერქულ ელემენტების და აგრეთვე მთელი ქერქის აგზნების და აგზნებულების ხარისხზე. ერთი გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედება მეორის ინდივიდურ რეფლექსზე ასე უნდა აიხსნას. რაც უფრო ძლიერ იქნება აგზნებული აღებული რეფლექსური რკალის ქერქული ელემენტები, ამით უფრო ისინი დიდს გაელენას მოახდენენ ჰემისფეროთა ქერქზე საერთო ირადიაციის საშუალებით; ამის თანახმად მით უფრო მეტად გაიფანტება აგზნება მეორე გაღიზიანების რეფლექსური რკალის ელემენტებიდან საზოგადოდ ქერქში და მაშას., მით უფრო ნაკლები იქნება მისი საკუთარი გარეგანი ეფექტი (სურ. 163). მეორე შემთხვევა, როდესაც ერთი რეფლექსი ხელს უწყობს მეორეს, დამოკიდებულია იმაზე, რომ ერთი რეფლექსური რკალის ქერქულ ელემენტებიდან აგზნება, ვრცელდება რა საერთოდ ქერქში, ყველაზე მეტს მოქმედებას მეორე რეფლექსური რკალის აგზნებულ ელემენტებში გამოიწვევს, სადაც აგზნებულებაც მეტად აღმატებულია (სურ. 164). რასაკვირველია, იმ შემთხვევაში, როდესაც ორივე რეფლექსი ერთგვარი დიდი ინტენსიობის არის და, მაშასადამე, თვითეულის გაელენაც მეორეზედ ერთი ოდენობისაა, ამას უნდა ორივე რეფლექსის დაკნინება მოჰყვეს, ვინაიდგან ქერქის აგზნებულებაც ერთგვარად უნდა მატულობდეს ორივე რეფლექსური რკალის ელემენტთა გარეშემო (სურ. 163) ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [1]).

როდესაც **ერთგვარ ინდივიდურ რეფლექსებთან** გვაქვს საქმე ე. ი. იმნაირ რეფლექსებთან, რომლებიც სხვადასხვა გაღიზიანებით გამოიწვევა ერთსდა იმავე ფეხზე, მაშინ ამ გაღიზიანებათა კომბინაციის დროს რეფლექსი მეტ წილად ჩვეულებრივი ოდენობისა გამოდის. ხოლო განსაზღვრულ პირობებში ისეც ხდება, რომ რეფლექსი ხან ძლიერდება, ხან კიდევ სუსტდება და ისპობა. მაგ., თუ რომ რეფლექსი ერთ და იმავე გაღიზიანების განმეორებით დავღალეთ, და შემდგომ იგი მეორე გაღეზიანებასთან შევაუღლეთ, მაშინ შეიძლება დავინახოთ მეორე გაღიზიანების რეფლექსის დასუსტება ან კიდევ მოსპობა. თუ რომ ამავე გზით მეორე გაღიზიანების რეფლექსი ცალ-ცალკე დავღალეთ მოსპობამდის, მაშინ კომბინაციის დროს შეიძლება კიდევ აღმოჩნდეს მნიშვნელოვანი რეფლექსი. (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი).

ის მოვლენა, რომ ერთი ინდივიდური რეფლექსი არ მოქმედობს უარყოფითად მეორე იმგვარივე რეფლექსზე შემდეგზეა დამოკიდებული: ორივე გაღიზიანების წარმოებისას თუმცა რეფლექსის რკალებიდან აგზნება მნიშვნელოვანი ინტენსიობით იფანტება საერთოდ ქერქში, მაგრამ მაინც საბოლოო აპარატი არ ჰკარგავს მოქმედების უნარს: იგი მიიღებს ორივე რკალიდან საგზნებო იმპულსებს ცოტაოდნავ მაინც და ამიტომ იმის მოქმედება სავსებით არ ისპობა.

დაღლილი რეფლექსი რომ უარყოფითად მოქმედობს იმგვარივე დაუღლელ რეფლექსზედ, ეს უკვე იყო გამორკვეული, როდესაც რეფლექსის გაქრობა შეეის-

წავლეთ. იყო ნაჩვენები, რომ ეს დამოკიდებულია დროებითი კავშირის საბოლოო ელემენტის მამოძრაველელი აპარატის დაღალვაზე.



ნახ. 163. [illegible] ... ერთი რეფლექსი [illegible] 200-ჯერ [illegible] ბევრის საპასუხოდ (ქვემო სასიგნალო ხაზის; მეორე კიდე მარჯვენა წინა ფეხზედ ზუსტი [illegible] ნიკური კალიბრაციის (ფანარის) [illegible] ... ავს, შეა [illegible] ... პირველ ცდაში [illegible] ... ბექანიკურ [illegible] ... მარჯვენა წინა ფეხზედ [illegible] ... ოფლექსის დროის [illegible] ... ოდ ბოხდა; ხოლო [illegible] ... ლექსი კი [illegible] ... [illegible]

როდესაც ორივე რეფლექსი დასუსტებულია, მაშინ შეიძლება, რომ ერთი მიორეზედ დადებითად მოქმედებდეს. რადგან აგზნების ირადიაცია რეფლექსების რკალიდან მცირეა, მისდა შესაფერად აგზნებულების მატებაც ნაკლებია. ამიტომ შესაძლებელია ორივე რკალით აგზნებამ უნაკლოდ მიახწიოს საერთო საბოლოო აპარატს - მამოძრაველელს და მით აქ უფრო მეტი მოქმედება გამოიწვიოს. ეიდრე ეს მარტო ერთი რეფლექსის გამოწვევისას ხდება (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[2]).

ამნაირად, **ერთი ინდივიდური რეფლექსის უარყოფითი თუ დადებითი მოქმედება მეორეზედ იმავე პრინციპების თანახმად სწარმოებს. რომლებიც უძევს საფუძვლად საერთოდ ქერქის მოქმედებას.**

ინდივიდური რეფლექსის ცვალებადობა პავლოვის და ბეხტერევის თვალსაზრისით. პავლოვის [illegible]

რეფლექსსე მოქმედების ასსნელად დღეს არსებობს ასეთი ჰიპოთეტური შეხედულობა. ყოველივე უარყოფითი მოქმედება ამ შეხედულობით სწარმოებს შეკავების გამო. ხოლო ორნაირი შეკავების სცნობენ: გარეგანს და შინაგანს. გარეგან შეკავებას მიაწერენ არარეფლექსური გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედებას. ამ შეკავების ფორმულა პავლოვის სიტყვებით ასეთია: „თუ რომ ცალკეულ რომელიმე ს

შეკავების სტატიურ არადიაციას კიდე ჰხედავენ რეფლექსის დიფერენციაციის დროს; ვითომ რომელიმე არაჩვეულებრივი გაღიზიანების დიფერენციაციის დროს წარმოიშვება ამ გაღიზიანების გარშემო „შემაკავებელი ველი", რომლის გამო ყოველივე მახლობელი არაჩვეულებრივი გაღიზიანებაც დიფერენციაციას განიცდის, ე. ი. შეკავებას იწვევსო (ფ ურ ს ი კ ო ვ ი [17]). „დანაშაულიან შეკავებას კიდევ მიაკუთნებენ ეგრ. წოდ. გაქრობის შეკავების, „პირობით შეკავებას" და სხვას, როდესაც შეკავება ეითომდა დროს განმაელობაში სწრაფად გაივლის.

შეკავების ბუნება პ ა ვ ლ ო ვ ი ს და მის მოწაფეთ რასაკვირველია ძალიან ბუნდოვანად აქვს წარმოდგენილი. კ ა ვ ლ ო ვ ი ს აზრით შეკავება (შინაგანი) ძალიან უახლოვდება დაღალვას (истощение), ხოლო ეს დაღალვა არ განისაზღვრება მარტო იმ უჯრედებით, სადაც იგი პირველად ვითარდება. აქედან მოკანცვის პროცესი შეიძლება გადავიდეს სხვა უჯრედებში, რომელნიც მუშაობას არ განიცდიდნენ (შეკავების ირადიაცია [11]).

მაგრამ შეიძლება რომ ეს შეკავების ირადიაცია და კონცენტრაცია არ ხდებოდეს, რომ მისი მოქმედება იყოს ადგილობრივი. ამისათვის საჭიროა, რომ განვითარდეს რამდენიმე მძლავრი თანადროული რეფლექსი. ვითომ მძლავრი აგზნების კერების „რსებობა ეწინააღმდეგებოდეს შეკავების ირადიაციასო (პ ე ტ რ ო ვ ა [12]), პ ა ვ ლ ო ვ ი [10]).

ინდივიდურ მოვლენათა ახსნა-განმარტებისათვის დღეს უკვე არ ეკმაყოფილდებიან წარმოდგენებით. ბოლო დროის პ ა ვ ლ ო ვ ი ს მოწაფენი და თვით პ ა ვ ლ ო ვ ი ც იძლევიან კიდევ ერთ ჰიპოთეზას: როდესაც აგზნება აღმოცენდება სადმე ცენტრში, მაშინვე იგი იძლევა შეკავებას სხვა მის გარეშემო მდებარე ცენტრებშიო, პირიქით, როდესაც სადმე ცენტრში წარმოიშვება შეკავება (შინაგანი), იგი იძლევა გარემო ცენტრებში აგზნებასო. ამას მოკლედ უწოდებენ დადებით და უარყოფით სუკცესიურ ინდუქციას. მაგ., ფ ურ ს ი კ ო ვ ს ჰგონია, რომ სანერწყვო რეფლექსის დასუსტება მალე თავდაცვის რეფლექსის შემდეგ (ფეხის ელექტრული გაღიზიანება) გამოჰხატავს უარყოფით სუკცესიურ ინდუქციას. ის მოელენა კიდე, რომ ხშირად დიფერენცირებული გაღიზიანების შემდეგ პირობითი რეფლექსი ჯერ ძლიერდება, მერე მხოლოდ სუსტდება, ფ ურ ს ი კ ო ვ ი ს აზრით გამოჰხატავს დადებით სიუკცესიურ ინდუქციას დიფერენცირებული შეკავების მხრიდან [11]).

ჩვენ უკვე ავღნიშნეთ, რომ ეს ტერმინი მათ „იხმარეს შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს მიბაძვით. ხოლო აზრი სხვანაირი მისცეს. შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ამით აღნიშნავდა იმ ჰიპოთეტურ წარმოდგენას, რომ ვითომდა შეკავების მაგიერ ერთდაიმავე ნერვულ ელემენტში ვითარდებოდეს აგზნების პროცესი, როგორც შეკავების უკუგდება. პ ა ვ ლ ო ვ ი ს შკოლა კი სუკცესიურ ინდუქციას უწოდებს იმ ჰიპოთეტურ წარმოდგენას, რომ ვითომდა, როდესაც ერთ ნერვულ ელემენტში შეკავება სწარმოებს, მაშინ სხვა ელემენტებიდან უკუიგდება აგზნების პროცესიო.

ბ ე ხ ტ ე რ ე ვ ი თითქმის მთლიანად იზიარებს პ ა ვ ლ ო ვ ი ს წარმოდგენას გარეკანი დ შინაგანი შეკავების შესახებ. მის ირადიაცია-კონცენტრაციას, სუკცესიურ ინდუქციას და თვით იმ შეხედულობასაც, ვითომც შინაგანი შეკავება დაღალვას წარმოადგენდეს [13]).

როგორც ჰხედავთ, რთულ ინდივიდურ მოვლენათა ახსნა-განმარტებისათვის პ ა ვ ლ ო ვ ი ს შკოლამ შექმნა მრავალსართულიანი ჰიპოთეზები. რას.კვირველია ამ ჰიპოთეზების შემქმნელთ მოჰყავთ მრავალი მაგალითები მათ დასასაბუთებლად. ჩვენ არ გამოუდგებით კრიტიკას და იმის გამოაშკარავებას, თუ რამდენად თვითეული მათგანი არ შეესაბამება ერთის მხრით თვითონ ინდივიდური რეფლექსების ფაქტიურ მასალას, და მეორე მხრივ ც. ნ. ს.-ის ზოგად ფიზიოლოგიას. მე დარწმუნებული ვარ, რომ მკითხველისთვის ისედაც ძნელი არ იქნება ყველა ამ ჰიპოთეზების უსაფუძვლობის გამოაშკარავება, ოე რომ იგი მათი გარჩევის დროს ც. ნ. ს.-ის ზოგადი ფიზიოლოგიის თვალსაზრისზე იდგომებ.

პ რ ა ქ ტ ი კ უ ლ ი.

ინდივიდური რეფლექსების შესასწავლად ძირითადი მეთოდიკა ჩვენ უკვე ავწერეთ ზემოთ. აქ ჩვენ მოვიყვანთ მხოლოდ რამდენიმე ცდას რაც შეიძლება უბრალო მეთოდით, რომ შესაძლებელი იყოს ამ რეფლექსების და მათი ცვალობადობის ჩვენება რთული სპეციალური წყობილების მოუხმარებლად.

კ ვ ე ბ ი ს ი ნ დ ი ვ ი დ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს გ ა ნ ვ ი თ ა რ ე ბ ა მ ტ რ ე დ ე ბ ზ ე. მტრედი ზის გალიაში. გალია გადაფარებულია მატერიით. ზემოდან მატერიას აქვს ნახვრეტი გალიის გასანათებლად. კვების ინდივიდური რეფლექსი ვითარდება საკენკის მიცემის ნიადაგზე. საკენკს — ფეტვი, ხორბალი—აძლევენ ჯამით. ამ ჯამს სამ ან ოთხ მხრიდან ძაფი აქვს მობმული. ამ ძაფების და მერე გალიის სახურავში დატანებული ჭაღის საშუალებით ჯამი შეიძლება ხან აიწიოს სახურავამდის, ე. ი. მოშორდეს მტრედს, ხან ჩამოეშოს ძირს, რომ მტრედმა იჭიდაპ საკენკი მიიღოს. ინდივიდურ გამაღიზიანებლად შეიძლება ეიხმაროთ სალამურის ბგერა ან მეტრონომის რახუნი, ან ელექტრული ზარი, შეიძლება აგრეთვე ელექტრული ლამფის ანთება, რომელიც გალიის სახურავზე იქნება გაკეთებული. რამდენიმე დღის განმ-ელობაში მტრედს შეაჩვევენ ამ ცდის მოწყობილობას, ჯამის აწევ-დაწევას ისე, რომ იგი იღებდეს საკენკს მაშინვე ჯამის ჩამოშვებისას. რასაკვირველია მტრედი უნდა მშიერი იყოს, რომ მისი მოძრაობა საკენკისკენ და კენკვა საკმარისად ფიცხელი და რეგულიარული იყოს. ამის შემდეგ შეიძლება უკვე ინდივიდური რეფლექსის განვითარებას შეუდგეთ რომელიმე სიგნალზე. მაგრამ ვიდრე ამ სიგნალზე რეფლექსის განვითარება დაიწყებოდეს საჭიროა, რომ ჩაქრობილი იყოს ამ სიგნალზე საორიენტაციო მოძრაობა. ამისათვის მას გაიმეორებენ წინა დღეს და იმავე დღეს რამდენჯერმე საორიენტაციო მოძრაობის ჩაქრობამდის. საინდივიდურო გალიზიანება იწყება 5—10 წუთით ადრე. მერე მას უერთდება ჯამის ჩამოშვება. მტრედი იწყებს კენკვას. საინდივიდურო გალიზიანება გრძელდება კენკის დროსაც. კენკა გრძელდება 20—30 წუთის განმავლობაში და ამის შემდეგ კენკვა სწყდება. ჯამი ზევით აიწევა. ამასთან ერთად საინდივიდურო გალიზიანებაც სწყდება.

კვების ინდივიდური რეფლექსი ვითარდება პირველ დღესვე უკვე რამდენიმე შეუღლების შემდეგ. სულ 4—7 კომბინაციის შემდეგ მტრედი იძლევა მარტო საინდივიდურო სიგნალზე გაძლიერებულ საორიენტაციო მოძრაობას, ადგილის გადანაცვლებას იმ ადგილისკენ, სადაც ჩვეულებრივ ჯამი ჩამოეშვება ხოლმე, შემდეგ ყლაპვის მოძრაობას, თუმცა საკენკს არ ყლაპავს. ეს ინდივიდური მოძრაობა მეორე-მესამე დღეს უფრო და უფრო ძლიერდება.

გ ა ქ რ ო ბ ი ს ც დ ა. როდესაც რეფლექსი საკმარისად განმტკიცდება, შეიძლება გამოიცადოს მისი გაქრობა. საკმარისია ინდივიდური გალიზიანება განმეორდეს რამდენჯერმე უძირითადოდ ერთი-ორი წამის ინტერვალით, რომ რეფლექსი ჩაქრეს. როდესაც რეფლექსი ჩაქრება, ინტერვალი რომ გაგრძელდეს ერთი-ორად ან ოთხ მეტ ხანს, რეფლექსი ხელახლად გამოიწვევა. რამდენიმე ჩაქრობის შემდეგ რეფლექსი საბოლოოდ სუსტდება. დასვენება არ აღადგენს ბოლომდის. სრული აღდგენისთვის ინდივიდური გალიზიანება უნდა შეუერთდეს კვებას—ჯამიდან საკენკის მიღებას.

ა რ ა ჩ ვ ე უ ლ ებ რ ი ვ ი გ ა ლ ი ზ ი ა ნ ებ ი ს გ ა ვ ლ ე ნ ი ს ც დ ა. ჯერ უნდა დაიწყოს არაჩვეულებრივი გალიზიანება. მერე უერთდება მას ინდივიდური. უკანასკნელი არ გამოიწვევს კვების მოძრაობას. შეიძლება ამ ცდის წესრიგი შეიცვალოს ამნაირად: ჯერ იწყება საინდივიდურო გალიზიანება, როდესაც დაიწყება კვების რეფლექსი, მაშინ რომ ვაჭარმოვოთ არაჩვეულებრივი გალიზიანება, კვების რეფლექსი შესწყდება. თუ რომ არაჩვეულებრივი გალიზიანება ჯერ განმეორებულია მრავალჯერ, რომ იგი აღარ იწვევდეს საორიენტაციო რეფლექსს და მერე ისე შეუღლეთ ინდივიდურ გალიზიანებას, უკანასკნელი მოიცემა რეფლექსს.

რ ე ფ ლ ე ქ ს ი ს დ ი ფ ე რ ე ნ ც ი ა ც ი ა. თუ რომ რეფლექსი განვითარდა მუსიკალურ ბგერაზე, მეტრონომის რახუნი რეფლექსს არ მოიცემა, აგრეთვე ელექტრული ლამფის ანთება. ხოლო იმავე ინსტრუმენტის სხვა მუსიკალური ბგერა ეფექტს მოგვცემს. რომ მტრედებზე მიეახწიოთ სრული დიფერენციაცია, ისე რომ ერთი ან რამდენიმე ტონით განსხვავებული ბგერა კვების რეფლექსს არ იძლეოდეს, საპირო იქნება რამდენიმე კვირით მუშაობა.

დ ი ფ ე რ ე ნ ც ი რ ებ უ ლ ი გ ა ლ ი ზ ი ა ნ ებ ი ს უ ა რ ყ ო ფ ი თ ი მ ო ქ მ ე დ ებ ა. თუ რომ უკვე დიფერენცირებულ მუსიკალურ ბგერას შეუღლებთ ინდივიდურ გალიზიანებას, უკანასკნელი აგრეთვე არ მოიცემა კვების რეფლექსს.

არაჩვეულებრივი და დიფერენციერებული გაღიზიანების უარყოფითი შემდეგმოქმედება. ჯერ ერთი ან მეორე გაღიზიანება დაიწყება და მერე უერთდება ინდივიდური გაღიზიანება; რამდენიმე წუთის შემდეგ გარეშე გაღიზიანება ისპობა, რჩება მხოლოდ ინდივიდური, რომელიც გრძელდება 10—30 წუთი. ინდივიდური რეფლექსი არ გამოიწვევა როგორც გარეშე გაღიზიანების დროს, ისე მის შეწყვეტის შემდეგ, თუმცა ინდივიდური გაღიზიანება მარტოდ გრძელდება. მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ რომ რეფლექსი ძალიან განმტკიცებულია, იგი შეიძლება დაიწყოს მალე გარეშე გაღიზიანების შეწყვეტისას.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. А. Разова, О взаимоотношениях различных видов внешнего торможения услов. рефлексов. 1914. დის. პავლოვის ლაბ-დან.
2. J. Beritoff, Ueber p. individuell-erworbene Tätigkeit d. ZNS. Jour. Psych. Neur. 1927 (იბეჭდება); Jour. Psych. Neur. 1924, 30, 217.
3. М. Эльяссон, Ислед. слуховой способностя собаки в нормаль. условиях и при частичном двухстор. удалении корк. центра слуха. 1908. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდან.
4. В. Беляков, Матераилы к физиолог. диференц. внешних раздражений. 1911. დის. პავლოვის ლაბ-დან.
5. Н. Красногорский, О процесах задерж. и локализ. кожного и двигательного анализатора в коре балн. полушарий. 1911. დის. პავლოვის ლაბ-დან.
6. И. Павлов, Двадцатилетний опыт, 1923, გვ. 145.
7. И. Павлов, Двадцатилетний опыт, 1923 გვ. 222.
8. И. Павлов, 20-летний опыт, 1923, გვ. 229.
9. Э. Горн, Матер. к физиологии внутренн. торможения. 1909. დის. პავლოვის ლაბ-დან.
10. Б. Коган, Об иррадиации и концетрации учасательного торможения. 1914. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდან.
11. И. Павлов, 20-летний опыт. 1923, გვ. 222, 229.
12. М. Петрова, Арх. билог. наук. 1925, 25, 3.
13. И. Павлов, 20-летний опыт, 1923, გვ. 232.
14. Д. Фурсиков, Арх. биол. наук. 1923, 23, вып. 1. 3.
15. В. Бехтерев, Общие основы рефлексологии человека. 1923. გვ. 260-261, 290-290; Pfl. Ar. 1926, 212, 677.
16. Г. Анреп, Арх. биол. наук, 1917, 20, 262.
17. Розенталь, Арх. биол. наук, 1923, 23, 13.
18. Д. Фурсиков, Арх. биол. наук. 1923, 23, 2.

VI

ფსიქონერვული პროცესების ფიზიოლოგია.

I. ფსიქონერვული პროცესების შესასწავლი ექსპერიმენტული მეთოდები.

ფსიქიონერვული პროცესების ფიზიოლოგია, ე. ი. იმ რთული ნერვულ პროცესებისა, რომელნიც სუბიექტურად განიცდებიან, შეიძლება შესწავლილ იქმნეს ორი გზით: a) საკუთარის და სხვა პირთა ფსიქიური განცდების შესწავლით და b) იმ ინდივიდურად მოპოვებულ მოძრაობათა შესწავლით, რომელთაც მუდამ წინ უძღვის ფსიქონერვული პროცესები. ექსპერიმენტული ფსიქოლოგიის წარმომადგენლები მეტადრე ებინგჰაუზი (Ebbinghaus[1]) და მისი მიმდევრები ფსიქონერვულ ფიზიოლოგიას იკვლევენ პირველი მეთოდით, ფიზიოლოგები კიდე მეორე მეთოდით. ორივე მეთოდი ნებას არ გვაძლევს გამოვიკვლიოთ ფიზიოლოგიური მოქმედება დიდ ჰემისფეროთა ქერქში პირდაპირ, უშუალოდ. ორივე მეთოდი მხოლოდ შეძლებას გვაძლევს, დასკვნა გამოვიყვანოთ ამ მოქმედების შესახებ. რასაკვირველია, ორსავე შემთხვევაში ამ დასკვნის დროს ჩვენ უნდა ხელმძღვანელობდეთ ნერვული სისტემის ფიზიოლოგიის ზოგადი კანონებით.

დღეს საერთოდ ცნობილია, რომ თვითეულ განსაზღვრულ ფსიქიურ განცდას განსაზღვრული გარეგანი მოძრაობა უფარდდება, ამისდა შესაფერისად, სწორედ დადგენილი კანონშეწონილება ფსიქიური განცდების ფარგალში უნდა სრულიად იგივე იყოს, რასაც გარეგან მოძრაობათა ფიზიოლოგიური შესწავლა იძლევა. აქედან სჩანს, რომ ის ფიზიოლოგიური კანონები, რომლებიც ფსიქონერვულ პროცესებისთვის არის დადგენილი, დასკვნის ორსავე შემთხვევაში უნდა სავსებით ერთნაირი იყოს. მაშასადამე, იმ ფიზიოლოგიური პროცესების კანონშეწონილებას, რომელიც ერთი რიგის მოვლენათა საფუძველზეა აღმოცენებული, ვსთქვათ ფსიქიურის, ისეთივე მეცნიერული ღირებულება

უნდა ჰქონდეს, როგორიც აქეს მეორე რიგის მოვლენათა, ე. მოძრაობათა ნიადაგზედ გამოყვანილს.

ფსიქონერვული პროცესების ფიზიოლოგიური შესწავლის როგორც პირველი, ისე მეორე მეთოდი ერთნაირად სარგებლობს დაკვირვებით და ცდებით. საკუთარი თავის და სხვის სუბიექტურ მოვლენათა ექსპერიმენტული ანალიზი შეიძლება მიმდინარეობდეს იმავე ჭეშმარიტი მეცნიერული სახით, როგორც ინდივიდურ მოძრაობათა ანალიზი. ეს, მაგ., კარგად სჩანს იმ ებინგჰაუზის და სხვათა გამოკვლევებიდან, რომელთა საშუალებითაც დადგენილი იყო მთელი რიგი ფრიად მნიშვნელოვანი ფსიქონეოვული კანონებისა. ამიტომ ორივე მეთოდი ობიექტურად უნდა მივიჩნიოთ. ფსიქოლოგიური მეთოდი არ უნდა იყოს სუბიექტური, თუ რომ ის ყველასათვის მისაღებ სამეცნიერო კანონშეწონილებას იძლევა. თვითეული ფსიქონერვული კანონშეწონილების მეცნიერული ღირსება სრულებით დამოკიდებულია ცენტრალურ ნერვული სისტემის მოქმედების აწინდელ ცოდნათა მდგომარეობაზე. ვიდრე ამ მოქმედების ცოდნა პრიმიტიული და სისრულეს მოკლებული იყო, არ შეიძლებოდა ფსიქონერვეული პროცესების მეცნიერული შესწავლა რამდენადმე სწორი ყოფილიყო. დანამდვილებით ცოდნა ზოგადი ფიზიოლოგიის კანონებისა ცენტრალური ნერვული სისტემის შესახებ, რასაკვირველია, აუცილებლად საჭიროა ფსიქონერვეული პროცესების განმარტებისათვის, რადგანაც არ შეიძლება ვაწარმოვოთ ამ პროცესების ანალიზი, თუ რომ იმ ნერვული მოქმედების კანონებით არ ვიხელმძღვანელებთ, რომლებიც მარტივი ნერვული პროცესების შესწავლით აღმოჩენილი იქმნა. ფსიქიური განცდების კანონშეწონილება მხოლოდ მაშინ შეიძლება ჩაითვალოს გაგებულად და მეცნიერული ღირებულობით აღჭურვილად, თუ რომ იგი ფიზიოლოგიურ კანონშეწონილებას ემყარება. ამ აზრს იზიარებს მრავალი ჩვენი დროის გამოჩენილი ფსიქოლოგები. მაშასადამე, ამ მიმართულებით მუშაობის ნაყოფიერება მთლად დამოკიდებულია ც. ნ. ს.-ის ფიზიოლოგიის აწინდელ მდგომარეობაზე, ანუ უფრო სწორედ, ამ ფარგალში თვით ფსიქოლოგთა ცოდნაზე. ამავე დროს თვით ინდივიდურ მოძრაობათა ფარგლის კანონშეწონილებაც მხოლოდ მაშინ შეიძლება იყოს გასაგები და მეცნიერული ხასიათისა, თუ რომ იგი აიხსნება ნერვული პროცესების თვალსაზრისით: ეს უკანასკნელი კი ასევე დამოკიდებულია საერთოდ ც. ნ. ს.-ის მოქმედების ცოდნაზე.

აქ ჩვენს მიზანს შეადგენს ისეთ ელემენტარულ ფსიქიურ მოვლენათა ანალიზი როგორიც არის 1) იდეათა ანუ ფსიქიური განცდების ასოციაცია, ანუ განვითარება დროებითი კავშირებისა სხვადასხვა ფსიქონერვეულ პროცესებს შორის, 2) ფსიქონერვეული პროცესების დროებითი მსვლელობა (ყურადღება, აზროვნება), 3) მათს და გარეგან მოძრაობათა შორის დროებითი კავშირთა განვითარება (ქცევა—ნებითი მოძრაობა), 4) ზნის ანუ ჩვეულების წარმოშობა 5) ფსიქონერვილი მოქმედების შესუსტება (ძილი, ჰიპზონი) და 6) ფსიქონერვეული შოქმედების აღმატება (ჰალუცინაცია).

2. ფსიქიური განცდების ასოციაცია.

ზოგადი ცნება ასოციაციის შესახებ და მისი წარმოშობა. თვითეულ ჩვენგანს ეცოდინება, რომ თუ ორსა ან რამდენსამე შეგრძნებას ერთნაირი თუ სხვადასხვანაირი თვისებისას ერთსა და იმავე დროს განეიცდით, ან არა და იგი ჩქარა ზედიზედ მოსდევს ერთი, მეორეს, მაშინ ეს შეგრძნებანი ერთგვარად უკავშირდებიან ერთმანეთს. როცა ერთი მათგანი მეორდება ან და გვაგონდება რაიმე მიზეზით, მაშინ სწრაფად გვაგონდებიან აგრეთვე ყველა სხვა შეგრძნებანიც. **ამ შეგრძნებათა შეკავშირებას ასოციაციას** უწოდებენ. მხოლოდ ამ უკანასკნელ ხანებში სისწორით იყო გამორკვეული ებინგჰაუზისა[1]) და მის მიმდევართა მეცადინეობით ამ კავშირთა ხასიათი. უაზრო მარცვლების ერთ რიგზე გაზეპირებითა და ცალკ-ცალკე მოგონებით აღმოჩენილი იყო, რომ თვითეული მარცვალი დაკავშირებულია არა მარტო ყოველ თვითეულ წინასწარ მარცვალთან, არამედ აგრეთვე ყოველ თვითეულ მომდევნოსთანაც. მხოლოდ ეს კავშირი ორ მარცვალს შორის მით უფრო მტკიცეა, რაც უფრო ახლო არის მარცვლების მდებარეობა რიგში. გარდა ამისა საერთოდ კავშირი ორ მარცვალს შორის წინსვლის რიგზე უფრო მტკიცეა, ვინემ უკუსვლის რიგზედ. ეს ექსპერიმენტული მასალა სავსებით ეთანხმება იმას, რაც იყო აღმოჩენილი ინდივიდურ მოძრაობათა შესწავლით. თუ რომ ინდივიდური რეფლექსი ორი ზედიზედ მომდევნო გაღიზიანების საპასუხად განავითარეთ, დროებითი კავშირი უპირველესად მეორე გაღიზიანების საპასუხოდ გაჩნდება; პირველისათვის კი მხოლოდ შემდეგში. ამასთანავე უკანასკნელი კავშირი ნაკლებ მტკიცეა, ვინემ მეორე გაღიზიანების (ბერიტა შვილი[7]). იყო აგრეთვე აღმოჩენილი, როგორც უკვე ზემოთ დავინახეთ, რომ მუდამ კარგად განვითარებულ წინქცევითი (პროგრესიულ) კავშირთან ერთად უკუქცევითი (რეგრესიული) კავშირი ვითარდება. ამნაირად ორი სხვადასხვა გზით აღმოჩენილი იყო ფსიქონერვული პროცესების. საესებით ერთი და იგივე ფაქტები. აქედან გამოდის, რომ ის ფიზიოლოგიური. განმარტება ნერვული პროცესების შეკავშირებისა, რომელიც ინდივიდურ მოძრაობათა ანალიზის ნიადაგზედ შემუშავდა, საესებით გამოგვადგება ფსიქიური. განცდების ასოციაციის განვითარების ასახსნელად. ამ განმარტების თანახმად, უაზრო მარცვლების გაზეპირების დროს დიდი ტვინის ქერქში შემდეგი ფიზიოლოგიური პროცესი უნდა მიმდინარეობდეს: ქერქში ვითარდება ერთი მწკრიეი. აგზნებისა და აღმატებული აგზნებულების სათავეებისა: A, B, C, D, E და სხვა. მარცვლების შესაფერად. თვითეული სათავის აგზნება, ერცელდება რა ტვინის. ქერქში, გაელენას ყველაზედ მეტად სხვა დანარჩენ სათავეებზედ ახდენს, რადგან იმ დროს ესენი ყველაზედ უფრო მეტი აგზნებულების მქონენი არიან. გაზეპირების დროს ყურადღება მუდამ მწკრიეის ერთი წევრიდან მეორეზედ გადადის და ამიტომ არ შეიძლება მივიჩნიოთ არსებობა სხვა აღმატებული აგზნებულების სათავეებისა. რასაკვირველია, მოქმედება თვითეული სათავისა მეორეზედ მით უფრო მეტია, რაც უფრო ნაკლებია ინტერვალი სათავეების აგზნებათა შორის. მაგ., A სათავე უფრო ძლიერ იმოქმედებს B სათავეზედ, ვინემ C—ზედ,

C სათავეზედ კი უფრო მეტად, ვინემ D-ზედ და ასე შემდგომ. პირ-იქით, E სათავე D-ზედ უფრო მეტ გავლენას იქონიებს, ვინემ C-ზედ, და C-ზედ მეტს, ვინემ B-ზედ და სხვა. ამ ურთიერთი გავლენის შედეგად არსდება ყველა მომქმედ სათავეთა შორის ორიეე მიმართულების პირდაპირი, უშუალო კავშირი სხვადასხვა სიმტკიცისა, რაც ჩვენს ცნობიერებაში სხვადასხვა სიმტკიცის ასოციაციის განვითარების სახით გამოიხატება.

ასოციაციის განმტკიცების პირობები. ასოციაციის სიმტკიცე მთელი მწკრივის მარცვალთა შორის განისაზღვრება არა მარტო მარცვალთა სიახლოვით: ებინგჰაუზის და მის მიმდევართა ნაშრომებიდან ცნობილია, რომ ნაცნობ უაზრო მარცვლებისაგან შემდგარი ახალი მწკრივი უფრო ადვილად გაზეპირდება, ვინემ ახალი მწკრივი სრულიად უცნობ მარცვლებისა. მაშასადამე, ნაცნობთა შორის ახალი კავშირი ვითარდება უფრო სწრაფად, ვინემ უცნობთა შორის. გარდა ამისა აღმოჩენილი იყო აგრეთვე, რომ თუ ვინიცობაა ზოგიერთი მარცვალი ხმის ამაღლებით გამოითქმის და ზოგი ერთი არა, მაშინ ხმის ამაღლების მქონე მარცვალთა შორის უფრო მალე და ადვილად ვითარდება ასოციაცია, ვინემ ხმის აუმაღლებელ მარცვლებს შორის. ამასვე ვხედავთ ლექსის გაზეპირების დროს. ის სიტყვები და გამოთქმანი, რომელთაც ყველაზედ მეტი შთაბეჭდილება მოახდინეს, ან რომელნიც ლოგიკური ხაზ გასმით გამოითქმიან, უფრო ჩქარა და მტკიცედ უკავშირდებიან სხვა ლექსის სიტყვებს, ვინემ დანარჩენები ერთმანეთს. ამის წყალობით ლექსის ზეპირად გამეორებისას ყველაზე უწინ აღნიშნული სიტყვები და გამოთქმანი გვაგონდება. ყველა ეს და ამგვარი ფაქტები ჩვენი ფსიქიკისა სწორ მეცნიერულ ახსნას პოულობენ ცნობილი ფიზიოლოგიური კანონშეწონილების საფუძველზედ. როგორც ვიცით, მტკიცე დროებითი კავშირის განვითარებათა სისწრაფე დამოკიდებულია მოკავშირე სათავეთა აგზნებულების ხარისხზედ: რაც უფრო დიდი იქნება სათავეის აგზნებულება, იმდენად ჩქარა შეეა იგი დროებითი კავშირში. აგზნებულობის ხარისხი კიდევ თავის მხრით დამოკიდებულია, 1) გარეგანი გამაღიზიანებელის ძალაზე, რომელიც ქერქში აგზნების სათავეს იწვევს (ხმის ამაღლება ან უიმისობა მარცვალზედ), 2) ამ გარეგანი გაღიზიანების სიხშირეზე (ცნობილი და და უცნობი სიტყვები, მარცვლები და სხვა) და 3) იმ აგზნების სიძლიერეზედ, რომელიც ამ სათავეზე სხვა სათავიდან მოქმედობს დროებითი შეკავშირების გამო (ლოგიკური ხაზ გასმა, მეტი თუ ნაკლები 'მთაბეჭდილება). მაშასადამე, ფიზიოლოგიურად საესებით გასაგებია, რომ ფსიქიური განცდა ცოტად თუ მეტად მტკიცე ასოციაციით უკავშირდება ამა თუ იმ თანადროულ, წინასწარსა თუ მომდევნო განცდას, როგორც მათი დროებითი მსვლელობის ნიადაგზედ, აგრეთვე სხვა მრავალი ფაქტორის მიხედვით.

ამნაირად, **ფსიქიური განცდებია შეკავშირების საერთო ფიზიოლოგიური კანონები საესებით იგივეა, რაც გამორკვეულ იქმნა იმ ნერვული პროცესების შესახებ, რომელზედაც დამოკიდებულია ინდივიდურად მოპოვებულ მოძრაობათა მსვლელობა.**

ფარული ასოციაცია და ჩვეულება. გარდა იმ ასოციაციებისა, რომლებიც ცნობილია ე. ი. ჩვენ მიერ შეგნებულია, ბევრი ფსიქოლოგები სცნობენ აგრეთვე ისეთი ფარული ასოციაციების არსებობასაც, რომელნიც შეუგნებლად მოქმედობენ. ამათი აზრით ამ ფარული ასოციაციების წყალობით, ფსიქიური განცდა უშუალოდ გადადის ერთი წევრიდან მეორე ძალიან დაშორებულ წევრზედ, რადგანაც მათ შორის არსებულ წევრებს ფარულად გაივლის. ამ ფარულად მომქმედ ასოციაციებზედ აფუძნებენ სხვათა შორის ჩვეულ მოძრაობათა ანუ ზნეთა განვითარებას და აგრეთვე მოულოდნელ ნახტომს აზროვნებაში. ფარული ასოციაციების ფიზიოლოგიური საფუძველი მათ აქვთ წარმოდგენილი ამ ნაირად: დიდი ტვინის ქერქში მომქმედ ნერვულ პროცესებს ფსიქიური განცდა ხან თანასდევს, ~~ხან კი არა.~~ მაგრამ ~~ზოგიერთი~~ ჩვენი დროის ფსიქოლოგი, მათ შორის ტიჩენერი") სრულიად უარყოფს ფარული ასოციაციების არსებობას. თუ რომელიმე ასოციაცია რაიმე მიზეზით არ იყო შეგნებული, მაშინ მათი აზრით იგი სრულიად არ მოქმედებს, ე. ი. არ მსვლელობს არც ფსიქოლოგიური და არც მხოლოდ ფიზიოლოგიური სახით. ებინგჰუზის გამოკვლევით ცნობილია, რომ თვითეული წევრი ფსიქიური რიგისა უკავშირდება არა მხოლოდ მასზედ უშუალოდ მომდევნო წევრს, არამედ აგრეთვე ყველა დანარჩენსაც. მაშასადამე, ერთი წევრიდან ყოველ სხვა წევრზედ გადასვლა შეიძლება მოხდეს ისევე სრულიად უშუალოდ, როგორც ერთი წევრიდან მეორე მის მოსაზღვრე წევრზედ. ინდივიდურ მოძრაობათა გამოკვლევის საფუძველზედ აგრეთვე იყო გამოყვანილი ამნაირი დასკვნა: პირველად ინდივიდური გაღიზიანება მოძრაობას იწვევს კუნთ-კანის მიმღებელი ფარგლის „სამტკივნელო" განყოფილების საშუალებით. აგზნება, მაგალითად, ინდივიდური გაღიზიანების მიმღებელ ფარგლიდან ჯერ გადადის „სამტკივნელო" განყოფილებაზედ რაც გამოიხატება წკმუტუნში, თავის, ფეხების და ტანის აღტყინებულ მოძრაობაში, და მერე კიდევ ამ განყოფილებიდან იმ ქერქის მამოძრავებელ აპარატზედ, რომელიც გაღიზიანებულ ფეხს ამოძრავებს. მაგრამ დროს განმავლობაში ისპობიან ის მოძრაობანი, რაშიაც გამოიხატება მტკივნეულობის აფექტი. ინდივიდური გაღიზიანება, ვსთქვათ რომელიმე ბგერა, ახლა იწვევს ჩვეულებრივ მხოლოდ ფეხის მოხვრას. ამ შემთხვევაში სმენის მიმღებელ ფარგლიდან აგზნება გადადის პირდაპირ მამოძრავებელ აპარატზედ. მრავალი ფაქტის ანალიზის საფუძველზედ ამ მოვლენას შემდეგი ფიზიოლოგიური ახსნა მივეცით. როდესაც ორი ქერქული პროცესის სათავეს შორის არსებობს რამდენიმე სხვადასხვა ხარისხის გზა, მაშინ დროს განმავლობაში პირველობას იჩენს ყველაზედ მარტივი და მოკლე გზა. ამასთანავე შეუღლებული ირადიაციის პრინციპის თანახმად მცირდება რთულ გზათა მოქმედება. ეს შემცირება მით უფრო ძლიერია, რაც უფრო მეტად ვითარდება მოკლე გზები. მოვიყვან რამდენიმე გარემოებას, რომელიც აღნიშნულ შემთხვევაში მოკლე გზათა განვითარებას ხელს უწყობს. პირველად ყოველისა უნდა აღინიშნოს, რომ ქერქის „სამტკივნელო" განყოფილებასა და მამოძრავებელ აპარატს შორის არსებობს მეტიდრი თანშობილი კავშირი, ამიტომ პირველის აგზნება მუდამ ძლიერ გაელენას ახდენს მეორეზედ, და ამ მეორეში

შუდამ იწვევს მოქმედებას. ამის გამო ინდივიდურ გაღიზიანებისაგან აგზნებული სათავე სმენის მიმღებელ ფარგალში უნდა დაკავშირებოდა მამოძრავებელ აპარატს ისევე ჩქარა და ადვილად, როგორც „სამტკივნელო“ განყოფილებას. შემდეგ, დროს განმავლობაში კანის ერთი და იგივე ალაგის გაღიზიანებით გამოწვეული რეაქცია მეტად მცირდება: ერთი და იგივე ელექტრული ძალა, რომელიც წინეთ ყვირილსა და აღტყინებულ საზოგადო მოძრაობას იწვევდა, შემდეგ იგი მხოლოდ გაღიზიანებული ფეხის მოდრეკას იძლევა (პროტოპოპოვი[1]). ეროფეევა[2]). ამნაირად, დროს განმავლობაში „სამტკივნელო“ განყოფილება სულ ნაკლებ და ნაკლებ აიგზნება და ამიტომ ამისდა შესაფერად მისი აგზნებაც უნდა მცირდებოდეს. ფეხის მამოძრავებელი აპარატის აგზნებულებას კი არ უნდა განეცადა იმნაირი შემცირება, რადგანაც მისი აგზნება მუდამ ცოტად თუ ბევრად ერთნაირად ხდებოდა. ამის გარდა, მის შემდეგ რაც ინდივიდური გაღიზიანების სათავე დაუკავშირდა მამოძრავებელ აპარატს უშუალოდ, ეს მოკლე გზა უფრო მძლავრ გავლენას უნდა განიცდიდეს ამ სათავეში წარმოშობილი მოქმედების ელექტროდენის მხრიდან, ვიდრე გრძელი გზა „სამტკივნელო“ განყოფილებით. ამიტომაც მოკლე გზა უფრო მეტად გამზადდებოდა ამ მოქმედების დენის გავლენით იმავე სათავიდან აგზნების გატარებისთვის, ვიდრე გრძელი გზები.

მე მგონია, მოყვანილი პირობები სრულიად აშკარად გვიჩვენებს, თუ რის გამო უნდა განვითარებულიყო მოკლე გზა სმენის მიმღებელ ფარგლიდან პირდაპირ მამოძრავებელ აპარატისკენ უფრო მეტად, ვიდრე გრძელი გზა „სამტკივნელო“ განყოფილების საშუალებით (ბერიტაშვილი[1]).

ადამიანის ჩვეულ მოძრაობათა წარმოშობა. ინდივიდურად მოპოვებული რეფლექსი თავის განვითარებულ მდგომარეობაში, როცა ინდივიდური გაღიზიანება მხოლოდ ფეხის აწევას იწვევს, უნდა წარმოადგენდეს სწორედ იმასვე, რასაც ადამიანის ჩვეული მოძრაობა წარმოადგენს. როგორც ვიცით, უკანასკნელს ახასიათებს გარეგანი გაღიზიანების შეგრძნებასა და განსაზღვრულ გარეგან მოძრაობას შორის ფსიქიური განცდის უარსებობა. ფაქტების ანალიზის საშუალებით ადვილად შეიძლება დამტკიცდეს, რომ ჩვეულ მოძრაობათა წარმოშობა სრულებით ისეთივეა, როგორც ინდივიდური რეფლექსისა. ავიღოთ მაგალითად ვიოლინოზედ დაკვრა. დამკვრელი რომელიმე ნოტის დანახვაზედ დაადებს ერთ-ერთ თითს რომელიმე სიმის (ძალის) განსაზღვრულ ალაგს. ამაში არ მონაწილეობს არც რომელიმე წარმოდგენა თითის მოძრაობის შესახებ, არც კიდე მხედველობითი შეგრძნება ან წარმოდგენა ამ სიმის განსაზღვრული ალაგის შესახებ. ამის გამო თვითონ მოძრაობა სწარმოებს შეუგნებლად. მაგრამ ცნობილია, რომ თვითეული ჩვეული მოძრაობა ვითარდება რთულ ცნობიერ მოძრაობისგან. მაგ., ის, ვინც პირველად იწყებს ვიოლინოზედ დაკვრას, იმავე თითის მოძრაობას ამავე ნოტის დანახვაზედ შემდეგი რთული გზით აწარმოებს: ნოტა იწვევს წარმოდგენას თავისა და თვალების შესაფერ მოძრაობის შესახებ, რომ ვიოლინოს ტარი დაინახებოდეს. შემდეგ ხდება თვალთა ხედვა ამა თუ იმ სიმის განსაზღვრული ალაგისა. ეს თავის მხრივ იწვევს წარმო-

დგენას თითის შესაფერ მოძრაობის შესახებ. ბოლოს, თვით მოძრაობა სწარმოებს. მოძრაობათა წარმოდგენა და მიღწეული შედეგის ცნობიერება თვით მოძრაობას შეგნებულ ხასიათს აძლევს. აჯხაირად, როგორც ინდივიდური რეფლექსის განვითარების დროს საქმე გვქონდა რთული ნერვული პროცესის მარტივ პროცესზედ შეცვლასთან, ისე აქ ვხედავთ რთული ფსიქიურ განცდათა რიგის შეცვლას მარტივ რიგზედ.

ენახოთ ეხლა, ფიზიოლოგიური ბუნება ამ მეორე შემთხვევაში არის თუ არა სრულიად ისეთივე, როგორიც იყო პირველში. ვინც ვიოლინოზედ დაკერას სწავლობს, იმის თავის ტვინის ქერქში ვითარდება აგზნების სათავეთა მთელი რიგი სხვათა შორის შესაფერად ნოტის შეხედულების, თავის მოძრაობის წარმოდგენის, სიმის განსაზღვრული ალაგის შეხედულების, თითის მოძრაობის წარმოდგენის და მამოძრავებელი პროცესის, რომელიც მოძრაობას იწვევს. ამათ შორის ურთიერთი მოქმედების გამო ის აგზნების სათავე, რომელსაც ნოტა ამოქმედებს, ყველა დანარჩენ სათავეთ უკავშირდება. მაშასადამე, უკვე სწავლის დაწყებიდანვე იმ აგზნების სათავესა, რომელიც ნოტისაგან მოქმედობს, და თითის მამოძრავებელ აპარატს შორის უნდა დამყარებულიყო სხვადასხვა რთულ გზებთან ერთად აგრეთვე მოკლე გზა, უშეალოდ. რადგანაც ყველა გზები უერთდებიან ერთ და იმავე აგზნების სათავეს ქერქის მამოძრავებელ აპარატში, ამიტომ ამ ალაგის მოქმედება უნდა ყოფილიყო განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი. ამას გარდა, თითის მოძრაობა თავის მხრივ იწვევს თითის კუნთების რეცეპტორების და კანის სიმზე დაწოლით გაღიზიანებას. ეს გაღიზიანებანი დაახლოვებით იმავე ალაგის მოქმედობენ, სადაც მსვლელობენ მამოძრავებელი პროცესები. ამასთან ქერქის ნაწილნი, რომელნიც აიგზნებიან დაწოლით გაღიზიანებათაგან თითის მხრივ, უეჭველია, გადაბმულნი არიან მკვიდრი თანშობილი კავშირით ამ თითის მამოძრავებელ აპარატთან, ამიტომ თითის კუნთ-კანის გაღიზიანებანი განსაკუთრებით ძლიერ თითის მამოძრავებელ აპარატზედ უნდა მოქმედობდნენ, და ამით განსაკუთრებით ხელს უნდა უწყობდნენ ამ აპარატის აგზნებულების აღმატებას. ხსენებულ პირობათა მისედვით მამოძრავებელი აპარატის აგზნებულება უნდა მატულობდეს უფრო ძლიერ, ვიდრე სხვა დანარჩენ აგზნებულ ნაწილებში. ამიტომ დროებითი კავშირი იმ ნაწილსა, რომელიც იგზნება ნოტისაგან, და თითის მამოძრავებელ აპარატს შორის უნდა გამხდარიყო თავის დროზედ მეტად მტკიცე და მეტი აგზნებულების მქონე. მაშასადამე, თანახმად შეუღლებული ირადიაციის პრინციპისა ამ კავშირის განვითარებასთან ერთად უნდა მომხდარიყო სხვა დანარჩენი გზების განვითარების ჩამორჩენა.

რასაკვირველია, მოკლე გზების უაღრესი განვითარების გამო სხვა დანარჩენი გზები არ ისპობა სრულებით. ამას არ უნდა მოველოდეთ აგრეთვე შეუღლებული ირადიაციის თვალთა ხედვით, საქმე მხოლოდ იმაშია, რომ რადგან რთული გზების აგზნებულება მეტად მცირეა, ისინი სრულიად არ მოქმედობენ მოკლე გზათა მოქმედების დროს. მარტო გარდამავალ დროს, როდესაც მოკლე გზების განვითარება დამთავრებული არაა, ყველა გზათა აგზნება მამოძრავებელ აპარატს მნიშვნელოვანი ინტენსივობით აღწევს. ხოლო მამოძრავებელი აპარატის

აგზნება რთულ გზათა საშუალებით მეტად გვიანდება. იგი თავდება მაშინ, როცა მოძრაობა უკვე დაიწყო მოკლე გზათა მოქმედების წყალობით. ამ შემთხვევაში რთულ გზათა მოქმედებას კონტროლური ხასიათი აქვს. სუბიექტურად ამას ასე განვიცდით: სუბიექტი შეგნებულად სინჯავს შეუგნებლად ნაწარმოებ მოძრაობათა სისწორეს. მაგრამ შემდეგშიაც შეიძლება, რომ ეს გზანი ამოქმედდენ მაგ., ეს ხდება, როდესაც რამე მიზეზის გამო შესმენილი ბგერა დანახულ ნოტას არ შეეფერება, რის გამოც თითის დადება შეგნებულად სწორდება.

ამნაირად, ჩვეული მოძრაობის წარმოების დროს, როდესაც ფსიქო-ნერვული პროცეს ს შემოკლება თვალთა სჩანს, ხაქმე არა გვაქვს ფსიქონერვული პროცესის რამდენიმე შუამავალი წევრების უცნობიერობასთან ე. ი. რამდენიმე წევრისათვის მხოლოდ ფსიქიური განცდის მოსპობასთან. აქ საქმე გვაქვს ამ წევრების სრულ უმოქმედობასთან როგორც ფსიქიური, ისე ფიზიოლოგიური მხრივ, ე. ი. გრძელი და რთული გზების შეცვლასთან მოკლე და მარტივ უშუამავლო გზებით (ბერიტაშვილი [2]),

მე მგონია, რომ მხოლოდ ამ გარკვეულ შემთხვევაში კი არა, არამედ აგრეთვე მუდამ, **როდესაც კი თვალთ სჩანს ფსიქო-ნე-ვული პროცესის შემოკლება, საქმე გვექნება ერთი რთული და გრძელი პროცესის შეცვლასთან შეორე მოკლე და მარტივი პროცესით.**

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Ebbinghaus, Grundzüge d. Psychologie. ტ. 1. 1911.
2. J. Beritoff, Jour. f. Psychol. u Physiol. 1924. 31, 46.
3 Э. Титченер, Учебник психологии. 1914. Москва.
4. В. Протопопов, О сочетательной двигатель. реакции на звуков. раздражения. 1909. დის. პავლოვის ლაბ-დან.
5. М. Ерофеева, Электрич. раздражение кожи, как услов. возб. сл. жел. 1912. დის. პავლოვის ლაბ-დან.
6. J. Beritoff, Brain. 1924. 47. 109.
7. J. Beritoff, Jour. Psych. Neur., 1925, 32, 253.

3. ვანცდათა ასოციაციების მიმდინარეობა და ყურადღება.

ფსიქიური-განცდების ურთიერთი დამოკიდებულება. როგორც ცნობილია შეგრძნებამ შეიძლება სრულებით არ გამოიწვიოს მისგან დამოკიდებული განსაზღვრული ასოციაციების პროცესი, ან შეიძლება გამოიწვიოს შემოკლებით. ასე მოხდება, მაგალითად, იმ შემთხვევებში, როდესაც ამ შეგრძნებასთან, ან მისგან გამოწვეულ ასოციაციასთან ერთად მოქმედობს სხვა რომელიმე შეგრძნება, ან შეგრძნებათა მთელი წყება. თუ რამდენიმე შეგრძნება ერთ დროს მოქმედობს, მაშინ განცდათა ასოციაციურ

პროცესს გარეგანი მოძრაობითი დაბოლოვებით მხოლოდ ის გამოიწვევს, რომელიც ყველაზედ მეტს გავლენას იქონიებს. ეს ჰარბი ზეგავლენა დამოკიდებულია: 1) ამ შეგრძნების ინტენსიობაზე და თვისებაზე: 2) იმ წარმოდგენათა ინტენსიობა- -სიცხოველეზე, რომელთა მოქმედების დროსაც ეს შეგრძნება სწარმოებს; 3) უკანასკნელის სიხშირეზე და 4) რაც უფრო მნიშვნელოვანია, მისგან გამოწვეული ასოციაციების განვითარების ხარისხზედ. მაშასადამე, შეგრძნების ინტენსიობასთან და თვისებასთან ერთად აგრეთვე დიდს როლს თამაშობს სხვა ფაქტორების მთელი წყებაც. ანალოგიური ფაქტი იყო აღმოჩენილი ინდივიდური რეფლექსების შესახებ, როდესაც ჩვენ გამოვიკვლიეთ წინასწარ და ერთდროულ სხვა და სხვა არა ჩვეულებრივ და ინდივიდურ გაღიზიანებათა გავლენა ინდივიდურ რეფლექსზედ. ამ საკითხის ფაქტიური მხარე და ფიზიოლოგიური ახსნა ჩვენ უკვე ზევით მოვიყვანეთ. ამიტომ აქ მხოლოდ აღნიშნული ფსიქიური მოვლენის ფიზიოლოგიური ახსნა იქნება მოცემული.

ფსიქიურ განცდათა მსვლელობის წარმოშობა. ზევით აღვნიშნეთ, რომ ერთდროულ თუ წინასწარ შეგრძნებათა ან მათგან გამოწვეულ წარმოდგენათა გავლენით ფსიქიური განცდის ცვლილებას ისეთივე ხასიათი აქვს, როგორიც წინასწარ თუ ერთდროულ გაღიზიანებისაგან ინდივიდური რეფლექსის ცვლილებას. ამ გარეგან ერთგვაროობას, უეჭველია, საფუძვლად უნდა ედვას სრული ერთნაირობა ფიზიოლოგიის მხრივაც. როცა განსაზღვრული ფსიქონერვული პროცესი სწარმოებს, აგზნება მისი ქერქის სათავიდან უმთავრესად მთავარი გზით ვრცელდება. მაგრამ იგი გვერდითი გზებითაც ვრცელდება. ყოველი პირობა, რომელიც ამ გვერდითი გზების აგზნებულობას ხელს უწყობს, უნდა აძლიერებდეს ირადიაციას ამ გზებით და ამავე დროს ასუსტებდეს მას მთავარ გზაზედ. მაშასადამე, თუ გვერდით გზებზედ აგზნებულება მეტად ძლიერიმატებს, მაშინ მთავარი გზის აგზნება შეიძლება იმდენად მცირე იყოს, რომ იგი არ კმაროდეს შესაფერი საბოლოო ეფექტის მოსახდენად. არ შეეჩერდები. ყოველგვარ ფსიქონერვულ ცვლილებათა შემთხვევების განხილვაზედ. ვგონებ, მკითხველს არ გაუძნელდება თვით მოახდინოს ეს, თუ იხელმძღვანელებს იმავე მთავარი დებულებებით, რომლებიც ზევით იყო აღნიშნული ინდივიდური რეფლექსის თაობაზე. ყველა ამ ცვლილებათ შეიძლება ასეთი ზოგადი ფორმულა მივცეთ: **რამდენიმე სხვა და სხვა შეგრძნებათა მოქმედობის დროს მხოლოდ ის შეგრძნება იწვევს ფსიქონერვულ პროცესს მოძრაობითი შედეგით, რომელიც ყველაზედ მეტ გავლენას იქონიებს თავის ტვინის ქერქზედ. ე. ი. რომელსაც ყველ ზედ ძლიერ აგზნებულობის მომატება მოჰყვება არა მარტო მთავარ ფსიქონერვულ გზაზედ. არამედ საერთოდ ქერქში, რის გამოც სხვა შეგძნებათა თანამგზავრი აგზნებანი უშედეგოდ უნდა გაიფანტონ.**

უნებლიეთი ყურადღება. ეს დასკვნა ფსიქონერვული პროცესის ცვალებადობის და უარჰყოფის შესახებ იმავე დროს გადაჭრილ პასუხს იძლევა ერთს მეტად მნიშვნელოვან საკითხზედ; უნებლიეთი ყურადღების ფიზიოლოგური ბუნების შესახებ. უნებლიეთი ყურადღება ეწოდება ცნობიერებაში ერთ რომელიმე შეგრძნების გაბატონებას, რასაც თანასდევს საორიენტაციო რეაქცია სუ-

ბიექტის ნებაყოფლობისგან დამოუკიდებლად. სუბიექტი სწორედ ამ საორიენტაციო რეაქციის წყალობით დასკვნის ყურადღების არსებობას მის პიროვნებაში. ამისთანა ფსიქონერვული მდგომარეობის დროს სხვა რომელიმე გაღიზიანება ვერ გამოიწვევს ფსიქონერვულ პროცესს საბოლოო შედეგით. ძნელი არ არის აღნიშნული მოვლენის ფიზიოლოგიური ბუნების გათვალისწინება. საორიენტაციო რეაქციის დროს აგზნებულია დიდი ტვინის მთელი ქერქი და არა მხოლოდ საორიენტაციო რეაქციის მამოძრავებელ აპარატისკენ მიმავალი გზები. ამისდა გვარად აგზნებულება მატულობს მთელს ქერქში, და ამიტომ ვიდრე ეს აგზნებულება საკმარისად დიდია, სხვა დანარჩენი გაღიზიანებანი საორიენტაციო რეაქციას ვერ იწვევენ. ეს, რასაკვირველია, იმიტომ, ხდება, რომ მათგან გამოწვეული აგზნება მეტად ძლიერ იფანტება მთელი ტვინის ქერქში. მხოლოდ პირველი გაღიზიანების საორიენტაციო რეაქციის შემცირებისას, როდესაც ქერქის საზოგადო აგზნებულება საკმარისად ძირს იწევს, ახალი გაღიზიანება შესაფერ საორიენტაციო რეაქციას წარმოშობს. ამასთანავე ეს ახალი გაღიზიანება უარყოფს პირველი გაღიზიანების არსებულ რეაქციას, რადგანაც იგი თავის მხრით აგზნებულებას მატებს არა მარტო შესაფერ მთავარ გზაზე, არამედ მთელი ტვინის ქერქშიაც. ამის გამო შესაძლებელი ხდება, რომ სათავეებიდან და მთავარ გზებიდან, რომელთაც პირველი გაღიზიანება ამოქმედებს, აგზნება მთელი ტვინის ქერქში იმდენად გაიფანტოს, რომ მან შესაფერი გარეგანი შედეგები ვეღარ გამოიწვიოს.

ნებითი ანუ აქტიური ყურადღება. უნებლიო ყურადღებისაგან ფსიქოლოგიაში განირჩევა ნებითი ანუ აქტიური ყურადღება. ამ ტერმინით აღნიშნავენ ისეთ მოვლენას, როდესაც უწყებულ დროს ჩვენს ცნობიერებაში უმთავრესი ალაგი უჭირავს შეგრძნებას კი არა, არამედ ერთს რომელიმე წარმოდგენას, ე. ი ერთ რომელიმე ასოციაციის მსვლელობის ნაწილს. მართალია, ხანდისხან თითქოს ფანგებ ვაქცევთ ყურადღებას გარეგან გაღიზიანებასაც, მაგრამ აქაც კრიტიკული განხილვის დროს ძნელი არ არის აღმოვაჩინოთ, რომ ჩვენი ყურადღება მიქცეულია პირდაპირ ამ გაღიზიანებით გამოწვეულ შეგრძნებისკენ კი არა, არამედ მისგან გამოწვეულ წარმოდგენისკენ. ნებითი და უნებლიო ყურადღებათა შორის არსებითი განსხვავება არ არსებობს. იგი გამოიხატება მხოლოდ მით, რომ უნებლიო ყურადღების დროს ცნობიერებაში ფსიქონერვული პროცესის დასაწყისია გაბატონებული, ნებითი ყურადღების დროს კი — ერთი რომელიმე ამ პროცესის მომდევნო წევრი. ორივე შემთხვევაში არა სჩანს, რომ გაბატონებული შეგრძნება ან წარმოდგენა დამოკიდებულია ჩვენს ნებისყოფაზე, თუ რომელიმე „სულიერ ნიჭზე". ჩვენ უკვე ვიცით, რომ ასოციაციის მსვლელობა მხოლოდ გაღიზიანებით კი არა, არამედ ყველა იმ ფსიქონერვული პროცესებით განისაზღვრება, რომელნიც ამ გაღიზიანებით ასოციაციის ძალით გამოიწვევიან. სულ უმცირეს გაღიზიანებას შეუძლია მეტად ძლიერი ფსიქონერვული პროცესი გამოიწვიოს და ამით ან შესცვალოს ან გარდაქმნას არსებული ფსიქონერვული პროცესის მსვლელობა. მაგალითად, ჩვენ ვიცით, რომ მეტად სუსტი, სრულიად ინდიფერენტული ბგერა მტკიენეულ ელექტრულ გაღიზიანებასთან შეუ-

ღლების გამო შეიძლება იმისთანა გამაღიზიანებლად გარდაიქცეს, რომ გამოიწვიოს ძლიერი ფსიქონერვული პროცესი, რომელიც მწვავე მტკივნეულობის ეფექტით გამოიხატება. აქედან ცხადია, რომ ფსიქიურ განცდათა რიგში განსაზღვრულ დროს გაბატონებულად უნდა ითვლებოდეს შეგრძნება კი არა, არამედ მისგან ასოციაციის გზით გამოწვეული წარმოდგენა.

რადგანაც აგზნება ერცელდება არა მარტო ასოციაციების გზით, არამედ აგრეთვე საზოგადოდ ცოტად თუ ბევრად მთელი ტვინის ქერქში, ამიტომ აგზნებულება მთელ ტვინშიაც მატულობს; და, რასაკვირველია ეს უნდა იყოს მიზეზი რომ ერთი რომელიმე გაბატონებური ფსიქონერვული პროცესის დროს შეუძლებელია მეორე ფსიქონერვული პროცესის დაწყება.

ერთი წარმოდგენის შემდგომ ცნობიერებაში შეიძლება რომელიმე შეგრძნება გაბატონდეს, თუმცა შეიძლება სხვა წარმოდგენაც გაბატონდეს, რომელიც პირველთან ასოციაციის გზითაა შეკავშირებული. ყურადღება ამ წარმოდგენისადმი ნებისყოფის ხასიათს ღებულობს მხოლოდ იმის გამო, რომ ეხლა საორიენტაციო რეაქციას, რომელიც ჩნდება გაბატონებული წარმოდგენის გავლენით, ძლიერ ხშირად თანასდევენ მამოძრავებელი წარმოდგენები, ე. ი. გაბატონებული წარმოდგენა მამოძრავებელ წარმოდგენათა საშუალებით მოძრაობას იწვევს. მაგრამ ეს ყურადღების ნიშანი მუდმივი როდია. ყოველი მრავალჯერ გამეორებული წარმოდგენა ასეთნაირ უნარს მოიპოვებს, რომ იგი მოძრაობას იწვევს მოძრაობათა წარმოდგენების უმონაწილოდ. ასეთი მოვლენის ფიზიოლოგიური ბუნების შესახებ ბევრი ლაპარაკი არ დაგვჭირდება. როგორც ზევით იყო აღნიშნული, ყოველი ფსიქონერვული კერა უკავშირდება მამოძრავებელ აპარატს, თუ ფსიქონერვული და მამოძრავებელი პროცესები ერთ დროს მოქმედობენ ან ერთი მეორეს მოსდევენ. ამიტომ პირველი პროცესის განმეორება მეორე პროცესს თავისთავად უშუალოდ იწვევს. თუ მამოძრავებელი წარმოდგენების უქონლობის მიუხედავად საორიენტაციო მოძრაობა სუბიექტს მაინც ნებითად ეჩვენება, ეს უპირველესად იმის გამო ხდება, რომ სუბიექტი გრძნობს ამ მოძრაობის დამოკიდებულებას წარმოდგენებზე და არა შეგრძნებაზე.

ამნაირად, **ეგრეთ წოდებული ნებითი ყურადღება, რომელიც საორიენტაციო რეაქციის წარმოდგენასთან დამოკიდებულებაში გამ იხატება თავ სი ფიზიოლოგიური ბუნებით უნებლიო ყურადღებისაგან არ გაირჩევა. ორივე შემთხვევაში მოძრაობა ავტომატიურად იწყება. გარჩევა მხოლოდ იმაშია, რომ უნებლიო ყურადღების დროს მოძრაობა აღმოცენდება პირდაპირ ფსიქონერვული პროცესის მეთაური ნაწილის გავლენით, ნებითი ყურადღების დროს კი ამ პროცესის რომელიმე მომდევნო წევრის გავლენით.**

ფ ს ი ქ ო ნ ე რ ვ უ ლ ი პ რ ო ც ე ს ე ბ ი ს უ რ ე ა ქ ც ი ო დ მ ს ვ ლ ე ლ ო ბ ა. ნებითი ყურადღება ანუ წარმოდგენის ფიქსაცია ცნობიერებაში შეიძლება სწარმოებდეს ისე, რომ გარეგანი რეაქცია არ იყოს გამოწვეული. მაშასადამე, წარმოდგენათა მსვლელობა ყურადღების გადასვლით ერთი წარმოდგენიდან მეორეზე შეიძლება ხდებოდეს გაღიზიანებლად და ურეაქციოდ. ამ შემთხვევაში ჩვენ საქმე გვაქვს **ინტელექტუალურ ყურადღებასთან** ანუ **აზროვნებასთან.** ასოციაციათა

მსვლელობა აქაც ჩვენდა უნებურად უნდა სწარმოებდეს იმავე ნერვული მოქმედების კანონების მიხედვით. როდესაც ფსიქიური განცდა მიმდინარეობს ისე, რომ მას არ მოსდევს პერიფერიული ეფექტი, ეს მხოლოდ იმაზე მიუთითებს, რომ ფსიქონერვული პროცესის მსვლელობაში ქერქული მამოძრავებელი და სასეკრეციო საპასუხო აპარატები არ ღებულობენ იმნაირ მონაწილეობას, რომ მათი საშუალებით ქერქიდან აგზნება გარდაეცეს ქერქს ქვეშ მდებარე სათანადო საკოორდინაციო აპარატებს. როგორც ჩვენ უკვე დაწვრილებით გავეცანით, გარდა დადებითი ინდივიდური რეფლექსისა განსაზღვრული პერიფერიული ეფექტით, ვიოარდება მრავალნაირი უარყოფითი ინდივიდური რეფლექსები, რომლებშიაც ქერქის მამოძრავებელ თუ სასეკრეციო აპარატიდან აგზნება არ ერცელდება პერიფერიისკენ, არამედ უკუქცევითი დროებითი კავშირებით მიიმართვის სხვა და სხვა მიმღებელი ფარგლის ნაწილებისკენ. მერე ჩვენ იმასაც გავეცანით, თუ რით არის პირობადებული ამ აგზნების გავრცელება პერიფერიისკენ ან და უკუქცევითი კავშირებით. სახელდობრ, იყო ნაჩვენი, რომ თუ საპასუხო აპარატი აგზნებას იმ დროს განიცდის, როდესაც მასთან არსებული უკუქცევით კავშირში აგზნებულება მომატებულია, მაშინ აგზნება შეუღლებული ირადიაციის კანონით თანახმად, წავა უფრო მეტი ინტენსიობით ამ კავშირით, ვიდრე პერიფერიისკენ. მაშასადამე, **ფსიქონერვული პროცესის ურეაქციოდ მსვლელობა ისეთივე კანონშეწონილი მოვლენაა, როგორც მისი პერიფერიული რეაქციით მსვლელობა.**

4. ფსიქიური განცდების უასოციაციოდ მსვლელობა.

აგზნების ირადიაცია დიდ ტვინის ქერქში დროებითი კავშირებისგან დამოუკიდებლად. როგოც ზემოთ აღვნიშნეთ, დიდი ტვინის ქერქში ერთი ადგილიდან მეორეზე აგზნება გადადის 1. დროებითი კავშირის საშუალებით და 2. აგზნების საზოგადო ირადიაციის გამო. თვითეულ ჩვეულ ინდივიდურ გაღიზიანებას სწორედ ისე, როგორც სრულიად ახალს არაჩვეულებრივ გაღიზიანებას შეუძლია გამოიწვიოს აგზნება დიდი ტვინის ქერქის ამა თუ იმ ადგილში, თუ რომ მისი აგზნებულობა საკმარისად დიდია. რასაკვირველია მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე იმასაც თუ რამდენად არის დაახლოებული ან და მჭიდროდ არის შეკავშირებული გაღიზიანების მიერ გამოწვეული აგზნების კერა ამა თუ იმ აღმატებული აგზნებულების მქონე ადგილებთან. ამას გარდა მნიშვნელობა აქვს თვითონ გაღიზიანების ფიზიოლოგიური მქმედების ხარისხსაც. რაც უფრო მძლავრია გაღიზიანების ფიზიოლოგიური მოქმედება, მით უფრო დიდი იქნება აგზნების ირადიაცია ქერქში და რაც უფრო ახლოს იქნება ან და მჭიდროდ იქნება შეკავშირებული დიდი აგზნებულების მქონე ქერქული ადგილები გაღიზიანების კერასთან, მით უფრო მძლავრად იმოქმედებს აღებული გაღიზიანება ამ ადგილებზე. ესთქვათ, მაგ., რომ ძაღლზე ელექტრული გაღიზიანებით მარჯვენა წინა ფეხის მოხვრა გამოვიწვიეთ. მაღე ამის შემდეგ რომ რომელიმე მძლავრი ბგერა ვაწარმოოთ, საპასუხოდ იმავე ფეხის მოხვრას მივიღებთ. ეს მოვლენა იმა-

ხეა დამოკიდებული, რომ ფეხის ელექტრული გაღიზიანების გამო აგზნებულება ჰატულობს როგორც შეფარდებული ქერქულ მამოძრავებელ ადგილში, ისე საზოგადოდ მთელ დიდი ტვინის ქერქში. ეს აღმატებული აგზნებულება რჩება ცოტა თუ მეტ ხანს გაღიზიანების შემდეგ. ამიტომ მომდევნო ბგერის მიერ გამოწვეულ აგზნებას საზოგადო ირადიაციის წყალობით მოჰყავს მოქმედებაში ეს მამოძრავებელი ადგილები და მით იწვევს ისეთივე პერიფერიულ მამოძრავებელ ეფექტს, როგორიც იყო გამოწვეული ელექტრული გაღიზიანების მიერ. აქნაირად. **ტვინის არაჩვეულებრივ გაღიზიანებას შეუძლია გამოიწვიოს რეფლექსი დიდი ტვინის ქერქის საშუალებით დროებითი კავშირების სრულიად უმონაწილოდ.**

შემდეგ ჩვენ აღვიშნეთ რომ ინდივიდური რეფლექსის განვითარების პირველ ხანაში ეს ინდივიდური რეფლექსი გენერალიზაციის მდგომარეობას განიცდის. ინდივიდური მოძრაობა ან და ნერწყვის სეკრეცია იწვევა არა მარტო ინდივიდური გაღიზიანების მიერ, არამედ აგრეთვე სხვადასხვა არაჩვეულებრივი გაღიზიანებათა მიერ როგორც იმავე, ისე სხვა მიმღებელი ფარგლიდან. როგორც უკვე განვმარტეთ ეს მოვლენა დამოკიდებულია საერთოდ დიდი ტვინის ქერქში და მეტადრე ინდივიდური და ძირითადი გაღიზიანების მიმღებ კერებში აგზნებულების მომატებაზე. ამის გამო არა ჩვეულებრივ გაღიზიანებას შეუძლიან აგზნეპის საერთოდ ქერქში ირადიაციის გამო გამოიწვიოს პერიფერიულ ორგანოში მოქმედება ამ აღმატებული აგზნებულების მქონე ქერქულ ადგილებიდან.

ამას გარდა ცნობილია რეფლექსთა ერთი თავისებური გენერალიზაცია, რომელიც აგრეთვე აგზნების საზოგადო ირადიაციის საშუალებით აიხსნება. ერთ ძაღლზე რომ რამდენიმე სხვადასხვა ინდივიდური რეფლექსი იყოს განვითარებული და ერთი მათთგანი ხშირად უერთდებოდეს ძირითად ელექტრულ გაღიზიანებას, სხვები კი სულ არ უერდთებოდეს სათანადო ძირითად გაღიზიანებას, მაშინ ყველა ინდივიდური გაღიზიანება იწვევს ერთსა და იმავე რეფლექსს, სწორედ იმას, რომელიც ხშირად უერთდებოდა ძირითად ელექტრულ გაღიზიანებას. ეს თავისებური გენერალიზაცია აგრეთვე პირობადებულია აგზნებულების მომატებით საერთოდ დიდ ტვინში და კერძოდ ხშირად გაღიზიანებული ფეხის მამოძრავებელ ადგილში (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[2]).

თვითონ აგზნების შეუღლებული ირადიაციის კანონი პირდაპირ გვიჩვენებს, რომ აგზნების ირადიაცია ერთ რომელიმე გზაში დამოკიდებულია სხვა გზებში აგზნების ირადიაციაზე. უკვე აქედან შეიძლება დავსკვნათ, რომ თანახმად ამ კანონისა აგზნების ირადიაცია ერთ რომელიმე წერტილიდან სწარმოებს როგორც დროებითი კავშირით, ისე საერთოდ ყველა დანარჩენი გზებით. მუდამ როდესაც კი აგზნებულება მატულობს რომელიმე აგზნების კერის გარშემო, რომელიც ინდივიდურ გაღიზიანებას მიმღებლობს, ამ კერიდან აგზნების ირადიაცია კლებულობს დროებითი კავშირებით და ამავე დროს მატულობს იგი სხვა დანარჩენი გზებით დიდი ტვინის ქერქში საზოგადოდ. ამ ირადიაციას შეუძლია გამოიწვიოს გარეგანი ეფექტიც, თუ რომ რომელიმე სასეკრეციო ან მამოძრავებელ ადგილში აგზნებულება აღმატებულია.

ბოლოს ჩვენ დავინახეთ თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს აგზნების საერთო ირადიაციას დიდი ტვინის ქერქში ინდივიდური რეფლექსების უარისყოფაში. საკმარისია, რომელიმე გარეგანი გაღიზიანების გავლენით აგზნებულებამ მოიმატოს საერთოდ დიდი ტვინის ქერქში, რომ დროებითი კავშირების მოქმედება უარყოფილ იყოს. ამ შემთხვევაში ინდივიდური გაღიზიანების მიერ გამოწვეული აგზნება იფანტება დიდი ტვინის ქერქში ისე, რომ გარეგან ეფექტს არ იძლევა.

განხილულ ფაქტებიდან და საზოგადოდ აგზნების შეუღლებული ირადიაციის კანონიდან სრულიად ნათლად სჩანს, რომ **დიდი ტვინის ქერქის ერთი რომელიმე წერტილის აგზნ ბა შეიძლება მოხდეს როგორც დროებითი კავშირების, ისე აგრეთვე აგზნების საერთოდ ირადიაციის საშუალებით.**

ფსიქიური განცდების უასოციაციოდ გამოწვევა. თუ რომ ჩვენ იმ პრინციპს დაეყრდნობით, რომელიც საფუძვლად უძევს დიდი ტვინის ქერქში მიმდინარე ნერვულ პროცესებს, შეიძლება წარმოვიდგინოთ, რომ არსებობს როგორც ფსიქიური განცდების ასოციაციური მსვლელობა, ისე მათი უასოციაციო მსვლელობაც. თვითეული ფსიქიური განცდა იქნება იგი შეგრძნება თუ წარმოდგენა გულისხმობს დიდი ტვინის განსაზღვრულ ადგილებში ფიზიოლოგიური პროცესის ე. ი. აგზნების არსებობას. ცხადია, ფსიქიური განცდა. და ფიზიოლოგიური პროცესი ორივე ერთად იწყება და თავდება. ხოლო აგზნების პროცესთან ერთად გამოწვეული აღმატებული აგზნებულება უნდა გრძლდებოდეს კიდევ ცოტა თუ მეტ ხანს. აქედან უნდა დასკვნათ რომ თუ შედეგად იმ აგზნებისა, რომელსაც თანასდევს მძლავრი ფსიქიური განცდა, აგზნებულებამ სადმე დიდი ტვინის ქერქში მოიმატა, მაშინ ამ აგზნების შემდგომ რამდენიმე ხნის გაელისას თვითეულ შეგრძნებას ან წარმოდგენას შეიძლება მოჰყვეს იგივე ფსიქიური განცდა, სახელდობრ იმ აგზნების ირადიაციის გამო, რომელიც შეგრძნების ან წარმოდგენის დროს აღმოცენდება, და მერე იმოქმედებს იმ ელემენტებზე, რომელნიც მძლავრი ფსიქიური განცდის დროს მონაწილეობდენ. ეს ზედმოქმედება გამოიწვევს ამ ელემენტებში აგზნებას, ვინაიდან აქ აგზნებულება იყო მომატებული, და ამასთან ერთად, რასაკვირველია. გამოიწვევა შეფარდებული ფსიქიური განცდაც.

ჩვეულებრივი მოვლენაა, რომ მძლავრი შეგრძნება- განცდა რამდენიმე საათის და დღის განმავლობაში ზედიზედ მეორდება ჩვენს მეხსიერებაში. აგრეთვე ერთი და იგივე წარმოდგენა ხშირად ზედიზედ მეორდება რამდენიე საათების და დღის განმავლობაში. ასეთი ეგრეთ წოდებული idea fix ანუ ნაძალადევი იდეა შეიძლება შევადაროთ ქერქის იმ მდგომარეობასთან, როდესაც ჩვეულებრივი და არა ჩვეულებრივი გაღიზიანება ერთსა და იმავე გარეგან ეფექტს იწვევს. როდესაც idea fix არსებობს, მაშინ აგზნებულება მომატებულია არა მარტო იმ ელემენტებში, რომელნიც აგზნებას განიცდიან ამ იდეის დროს, არამედ აგრეთვე დიდი ტვინის ქერქში. ამიტომ თვითეულ შეგრძნებას შეუძლია გამოიწვიოს ის ფსიქიური განცდა კი არა, რომელიც ასოციაციის საშუალებით უნდა იწვევდეს, არამედ ეს idea fix-ი. ასე იმიტომ უნდა ხდებოდეს, რომ აღებული შეგრძნების ან წარმოდგენის შეფარდებული აგზნება არ მიდის უმთავრესად სა-

თანადო დროებით კავშირებით, ვინაიდგან შეფარდებულ კერათა გარშემო აგზნებულება არის მომატებული; იგი ვრცელდება თანახმად აგზნების შეუღლებული ირადიაციისა აგრეთვე საერთოდ დიდი ტვინის ქერქში, ამით იწვევს მოქმედებას idea fix-ის მძლავრად აგზნებულ ელემენტებში და მასთან ერთად თვითონ idea fix-ის ფსიქიურ განცდასაც.

განხილული მაგალითით არ განისაზღვრება ფსიქიური განცდის უასოციაციო მსელელობა. ჩემის აზრით ასეთი უასოციაციო გადასვლა ერთი ფსიქიური განცდიდან მეორეზე ჩვეულებრივ პირობებშიაც ძალიან ხშირად უნდა ხდებოდეს. მხოლოდ ამის აღმოჩენა თვით დაკვირვებით ძალიან ძნელ საქმეს უნდა წარმოადგენდეს. იგი შეიძლება ადვილად იყოს დაკვირვებული ბავშვებზე და ცხოველებზე.

ზემო მოყვანილი ანალიზის საშუალებით შეიძლება დამტკიცებულად იყოს ჩათვლილი რომ, **ერთი ფ ი ქ ი ურ ი გ ა ნ ც დ ა შ ე ი ძ ლ ე ბ ა გ ა მ ო წ ვ ე ულ ი ყ ო ს მ ე ო რ ი ს მ ი ე რ ს რ უ ლ ად უ ა ს ო ც ი ა ც ი ო დ. თ ა ნ ა ხ მ დ ა გ ზ ნ ე ბ ი ს შ ე უ ღ ლ ებ ულ ი ირ ა დ ი ა ც ი ი ს ა ფ ს ი ქ ი ურ ი გ ა ნ ც დ ა უ ნ დ ა ი წ ვ ე ვ ოდ ეს რ ო გ ორ ც დ რ ო ებ ი თ ი კ ა ვ შ ი რ ებ ით ე. ი. ა ს ო ც ი ა ც ი ი ს გ ზ ი თ, ი ს ე უ ი მ ი ს ო თ ა გ ზ ნ ებ ი ს ს ა ე რ თ ოდ ქ ე რ ქ შ ი ირ ა დ ი ა ც ი ი ს წ ყ ა ლ ობ ით** (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[1]).

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. J. Beritoff. Jour. Psych. Neur. 1925. 32, 29.
2. J. Bertoff, Jour. Psych. Neur., 1924, 31, 46.

5. ნებითი მოძრაობა.

ზ ო გ ად ი ც ნ ებ ა ნ ებ ი თ ი მ ო ძ რ ა ო ბ ის შ ე ს ა ხ ებ. ნებით მოძრაობას იმისთანა ინდივიდურ მოძრაობას უწოდებენ, რომელსაც წინ უძღვის თვითონ მოძრაობის წარმოდგენა. როცა ჩვეული მოძრაობის წარმოშობის საკითხი განვიხილეთ, მაშინ შემთხვევა გვქონდა გაგვერჩია მსელელობა იმ ფსიქონერვიული პროცესისა, რომელიც ნებით მოძრაობას იწვევს. აქ ჩვენ გვაინტერესებს ქერქის მამოძრავებელი წარმოდგენის წარმოშობის საკითხი.

ნ ებ ი თ ი მ ო ძ რ ა ო ბ ის გ ე ნ ე ზ ი ს ი. ყველაზედ უბრალო ინდივიდური მიზან-შეწონილი მოძრაობა ბავშვობაშივე მუშავდება პირადი ცდა-ვარჯიშობის საშუალებით. როცა ბავშვი ბრწყინვალე საგანს ჰხედავს, იგი გაიშვერს ხელებს მისკენ და მის დაჭერას ცდილობს. პირველად ამას ვერ ახერხებს. იგი მხოლოდ უნაყოფო მოძრაობას აკეთებს. მაგრამ რამდენიმე ცდის შემდეგ იგი ახერხებს საჭირო მოძრაობას და საგანსაც ხელს ავლებს. ასეთი შედეგიანი მოძრაობა ბევრჯერ მეორდება. თვითეულ მოძრაობისას იგი უკეთესდება და ბოლოს სავსებით მიზან შეწონილი ხდება. ეს პირველი ნაყოფიერი მოძრაობა, როგორც ყოველი სხვა მოძრაობა თვალის გაღიზიანების საპასუხოდ გამოწვეული, რასაკვირ-

ველია, ქერქიდან წარმოშობილია. აქ ჩვენ შემდეგი ფსიქონერვული პროცესი გვაქვს: მხედველობითი აგზნება მის პირვანდელ სათავიდან მთელი დიდი ტვინის ქერქში ვრცელდება და იგი აღწევს მარტო მხედველობის მიმღებელ ფარგალთან მჭიდროდ შეკავშირებულ თვალის და თაღის საორიენტაციო რეაქციის მამოძრავებელ აპარატს კი არა, არამედ შორეულ ფეხების და ტანის მამოძრავებელ აპარატებსაც. ხოლო პირველად ეს მხედველობითი ფსიქონერვული პროცესი მოქმედობას იწვევს თითქმის მთელი ქერქის მამოძრავებელ აპარატებში, რის გამოც მოძრაობა მეტად უთავბოლო და მიზანშეუწონელი ხდება. შემდეგ, როდესაც დაიქნება ერთი განსაზღვრული გზა მხედველობის მიმღებელ ფარგლიდან-მამოძრავებელ აპარატისკენ აგზნების გარდასაცემად, აგზნება მიმდინარეობს უმთავრესად ამ განსაზღვრულ მამოძრავებელ აპარატისკენ და ამით ერთს განსაზღვრულ მოძრაობას გამოიწვევს. ეს გზა ვითარდება და მტკიცდება იმიტომ რომ მის მოქმედებას ბავშისათვის ყველაზე მნიშვნელოვანი შედეგი მოაქვს: იგი ხელს ჰკიდებს საგანს და პირისკენ მიაქანებს. ხელისა და პირის გაღიზიანება საგნის შეხებისგან და აგრეთვე სახსრებისა და კუნთების გაღიზიანება მოძრაობის გამო ყველაზედ მეტად უნდა მოქმედობდეს ქერქის იმ ნაწილზედ, სადაც ამ მოძრაობის გამომწვევი მამოძრავებელი პროცესი სწარმოებს. ამნაირად შეიქმნება ის ხელსაყრელი პირობები, რომელთა წყალობითაც განსაზღვრული მამოძრავებელი პროცესი მჭიდროდ უკავშირდება მის წინამორბედ ფსიქონერვულ პროცესს.

ეს თავდაპირველი ინდივიდური მოძრაობა, თუმცა იგი ქერქიდანაა წარმოშობილი, არ შეიძლება ნებითად ჩავთვალოთ, რადგან მას წინ არ უძღვის თვითონ მამოძრავებელი წარმოდგენები. ეს წარმოდგენები არ არიან შობიდანვე თანდაყოლილი. ბავშვს არ გააჩნია იგი ამ მოძრაობის პირველ წარმოშობამდე. როგორც ვიცით მამოძრავებელი წარმოდგენები მეორენდელ გაღიზიანებათა ნიადაგზე აღმცენდებიან, ე. ი. იმ კუნთების, სახსრების და მყესების გაღიზიანებით, რომელიც მამოძრავებელ ორგანოში მისი მოძრაობის დროს ხდება. მაშასადამე, **ბავშვის პირვანდელი ინდივიდური მიზანშეწონილი მოძრაობა მამოძრავებელ წარმოდგენათა უმონაწილოდ სწარმოებს. უკანასკნელნი თვითონ წარმოიშობიან, როგორც ამ მიზანშეწონილ მოძრაობათა შედეგი და ამის გამო ასრულებენ ერთგვარ როლს მხოლოდ ამ მოძრაობათა შემუშავების შემდეგ** (ბერიტაშვილი [1]).

მამოძრავებელი წარმოდგენების როლი ნებით მოძრაობაში. ეხლა ვნახოთ, თუ რა როლს თამაშობს მოზრდილ ადამიანის მოძრაობაში მამოძრავებელი წარმოდგენები. ცნობილია, რომ ადამიანი სრულიად არ ხელმძღვანელობს მამოძრავებელ წარმოდგენებით, როდესაც იგი რომელიმე ჩვეულ რამდენჯერმე განმეორებულ მოძრაობას აწარმოებს. იგი ამით მხოლოდ სრულებით ახალი მოძრაობის მოსახდენად სარგებლობს. მაგრამ საკმარისია მხოლოდ ორჯერ ან სამჯერ განმეორდეს ეს ახალი მოძრაობა, რომ შემდეგ მის შესრულებაში არავითარი მამოძრავებელი წარმოდგენა აღარ იღებდეს მონაწილეობას. ამნაირად მამოძრავებელ წარმოდგენათა როლი შედარებით მე-

ტად მცირეა მოზრდილ ადამიანისთვისაც კი: მისი ყოველდღიური და მრავალ-ფეროვანი მოძრაობა ხორციელდება იმავე პრინციპით, როგორც ბავშვის პირ-ვანდელი ქერქის მოძრაობა. როცა ჩვენ ჩვეულებად ქცეული მოძრაობის წარმო-შობა განვიხილეთ, ცხადად ვყავით, თუ როგორ წარმოიშვის ის ფსიქონერეული პროცესის რიგი, რომელიც მოძრაობას მამოძრავებელი წარმოდგენის უმონაწი-ლოდ იწვევს. სახელდობრ, სრულებით საკმარისია, რომ განსაზღვრული მოძრა-ობის გამოწვევი ქერქის მამოძრავებელი პროცესი ერთხელ მაინც ერთსა და იმავე დროს მოხდეს რომელიმე მხედველობის ან სმენელობის ან სხვა რომელი-მე ფსიქონერეულ პროცესთან, ან და მოხდეს ერთი-მეორის მიყოლებით. აღნიშ-ნულ შემთხვევებში მათ შორის მყარდება დროებითი კავშირი. ამ კავშირის წყა-ლობით შემდეგ, როდესაც ეს ფსიქონერეული პროცესი განმეორდება, მეორდე-ბა აგრეთვე მასთან დაკავშირებული მამოძრავებელი პროცესები.

ამგვარად, **ინდივიდურად შეთვისებულ მოძრაობათა უმეტესი ნაწილი მამოძრავებელ წარმოდგენათა უმონაწილოდ სწარმოებს**

ნებითი მოძრაობა და ცნობიერება. ჩვეულებრივ თითქმის ყვე-ლა ჩვენი მოძრაობა იცნობა, როგორც ნებითი და შეგნებული. ეს უწინარეს ყოვლისა სუბიექტურ მოვლენათა ანალიზის სისუსტეს მიეწერება. ასეთ ილუ-ზიის შექმნის დროს უმთავრეს როლს თამაშობს ის გარემოება, რომ მოზრდილ ადამიანს შეუძლიან ყოველივე ეს ჩვეული მოძრაობა შეგნებულად აწარმოვოს. მამოძრავებელ წარმოდგენათა საშუალებით. მაგრამ არსებობს სხვა უფრო მნი-შვნელოვანი გარემოებანიც. მაგ., თვითეული ინდივიდური მოძრაობა მიმართუ-ლია იმ გარეგან გამაღიზიანებელისკენ, რომლის შეგრძნება ან წარმოდგენა გა-ბატონებულია ჩვენს ცნობიერებაში, ე. ი. რომელიც იწვევს ყველაზე მომეტებულ ფსიქონერეულ პროცესს. ამიტომაც ამბობენ, რომ ინდივიდურ მოძრაობას მუდამ აქვს შეგნებული მიზანი. გარდა ამისა, უმეტეს ნაწილად ჩონჩხის კუნთების მოძრაობა ჩვენ თვალსწინ სწარმოებს. ჩვენ ვამჩნევთ მოძრაობის თვითეულ ცვლილე-ბას. ეს ხდება არა მარტო კუნთ-კანის მეორენდელ გაღიზიანებათა წყალობით, არა-მედ აგრეთვე ამ მოძრაობის გაელენით მხედველობა-სმენაზე. მე მგონია, როგორც საგ-ნის შეგნება, რომლისაკენაც მიმართულია ინდივიდური მოძრაობა, აგრეთვე თვითონ მოძრაობის შეგნებაც, ყველა მისი მრავალფეროვნებით ინდივიდურ მოძრაობას ნებით ხასიათს აძლევს, ე. ი. ჰქმნის მის დამოკიდებულობის ილიუზიას სუბიექ-ტის საკუთარ ნებაზე. ამით აიხსნება აგრეთვე, რატომ არ გვეჩვენება ნებითად ინდივიდური სეკრეციული აქტი, მაგ.. ნერწყვის პირში მოსვლა საჭმლის დანა-ხვაზედ. სეკრეციული აქტი, მიმდინარეობს ფარულად, ჩვენ მას ვერ ვტყობი-ლობთ. მართალია პირში ნერწყვსა ვგრძნობთ, მაგრამ სადინარებიდან თვითონ ნერწყვის გამოსვლა და მისი ცვლილება უცნობიერებოდ რჩება. ამის გამო არ შეგვიძლიან სუბიექტურად განვიცადოთ სეკრეციული აქტი, ვიქონიოთ წარმოდგენა სეკრეციის შესახებ იმგვარად, როგორც მაგალითად მოძრაობის შესახებ.

მაგრამ არც მამოძრავებელ წარმოდგენათა არსებობა გვიმტკიცებს იმას, რომ თვით მოძრაობა დანამდვილებით ნებითია. მამოძრავებელი წარმოდგენის

მონაწილეობა უპირველესად იმის მაჩვენებელია, რომ განსაზღვრული ფსიქონერვული პროცესების კერაები მამოძრავებელ და მხედველობის მიმღებელ ფარგალში დროებითი კავშირებით უერთდებიან ქერქის მამოძრავებელ ადგილებს. ამის გამო, თუ რომელიმე ფსიქონერვულ პროცესს რომელიმე მამოძრავებელი ადგილის მოქმედება მოსდევს, მაშინ ეს უნდა მოხდეს იმავე ქერქის მოქმედების კანონით. როგორც მოქმედობს ქერქის ყველა სხვა პროცესები. მამოძრავებელ წარმოდგენათა ფსიქონერვული პროცესები, რასაკვირველია, აღმოცენდება უკვე ნაწარმოებ მოძრაობათა ნიადაგზედ, ხოლო მათი შეკავშირება ქერქის მამოძრავებელ პროცესებთან უნდა მომხდარიყო მხოლოდ ამ მოძრაობათა ქერქის საშუალებით. წარმოების დროს, ე. ი. თუ ეს ფსიქონერვული და მამოძრავებელი პროცესები იმოქმედებდენ ერთსა და იმავე დროს ან და სწრაფად ერთი მეორეზე მიყოლებით. მაშასადამე, აღნიშნული კავშირი არ შეიძლება შექმნილიყო ზურგის ტვინის ან საერთოდ ქერქს ქვეშ მოქმედ რეფლექსურ მოძრაობათა საშუალებით. ამის გარდა, მამოძრავებელ წარმოდგენათა ფსიქონერვული პროცესები არ მოქმედობენ სხვა ფსიქონერვულ პროცესებიდან განცალკევებულად. პირველნი უერთდებიან ყველა დანარჩენთ, თუ რომ იგინი სწარმოებენ ერთს დროს ან სწრაფად ერთი მეორეზე მიყოლებით. ამნაირად, **თვითონ მამოძრავებელ წარმოდგენათა ფსიქონერვული პროცესები აღმოცენდებიან იმავე ქერქის მოქმედების კანონის თანახმად, როგორც ქერქის სხვა პროცესები** (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი [1]) მაშასადამე, არც ერთ ინდივიდურ მოძრაობაზე არ შეიძლება ითქვას, რომ იგი ნამდვილად ნებისყოფით წარმოიშვა, რომ იგი დამოკიდებულია სულის ერთნაირ აქტიურ ნიჭზე, რომელსაც ცნობილი ფსიქოლოგი ვ უ ნ დ ტ ი „აპერცეპციას" უწოდებს.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. J. Beritoff, Jour. Psych. Neur., 1924, 31, 46.

6. ძილი და სიზმარი.

ძ ი ლ ი ს ფ ი ზ ი ო ლ ო გ ი უ რ ი დ ა ხ ა ს ი ა თ ებ ა. როგორც ცნობილია, ძილის დროს ფსიქონერვული პროცესები საზოგადოდ არამც თუ სწარმოებს. არამედ ხანდისხან კიდეც უფრო ძლიერია, ვინემ ფხიზლობის დროს. ვიდრე განვიხილავდეთ თუ რომელი ფიზიოლოგიური კანონების ძალით სწარმოებს ეს პროცესები, უნდა გავითვალისწინოთ თვითონ ძილის ფიზიოლოგია.

ძილს ფიზიოლოგიურად ახასიათებს ქერქის და მის ქვეშ ნერვული მოქმედების ძლიერი შესუსტება. ეს გამოიხატება, ერთის მხრივ, პერიფერიული გრძნობიერობის საერთო დაწევით, ე. ი. თითქმის ყველა მგრძნობიარე ორგანოთა აგზნებულების შესუსტებით; მეორე მხრივ, საერთოდ როგორც ინდივიდური, ისე თანშობილი რეაქციის შემცირებით და განმარტიებით (Loewenfeld [1]), რო-

ჯანსკი [7]). ეს ფაქტი კარგადაა ცნობილი. რაზეა დამოკიდებული ეს ნერვული მოქმედების შემცირება? აი უმთავრესი საკითხი, რომლის გადაწყვეტაზე დამოკიდებულია თვითონ ძილის პრობლემა.

გაღიზიანების მნიშვნელოვანი შეზღუდვა, როგორც ძილის მთავარი პირობა. პირადი გამოცდილებიდან ცნობილია, რომ გარეგან გაღიზიანებათა შეზღუდვა: სრული სიჩუმე—კორტიის ორგანოს გაუღიზანებლობა, სიბნელე—ბადური გარსის გაუღიზიანებლობა, რბილი საწოლი კანის გაღიზიანებათა შეზღუდვა, წოლა პროპრიოცეპტული გაღიზიანების მძლავრი შეზღუდვა, ყველა ეს ხელს უწყობს ძილს. აგრეთვე ცხოველებზე ძილის შესწავლიდან ცნობილია, ოომ გარეგან გაღიზიანებათა შეზღუდვისას ცხოველს ძილი მოსდის. ზოგიერთი დინჯი ძაღლი, საექსპერიმენტო ოთახში დაწყვდეული, თუ რომ მას მოძრაობა არ შეუძლია, რადგან იგი დასგაზეა მიბმული, და მასთან სრული სიჩუმეა დაცული და ოთახის მოწყობილება უცვლელია, იძინებს ცდის პირველ დღესვე. ზოგ ძაღლს კი ეს მოსდის რამდენიმე დღის შემდეგ, როდესაც იგი ცდის პირობებს საკმარისად შეეჩვევა. გაღიზიანებათა შეზღუდვას ის მნიშვნელობა აქვს, რომ დიდი ტვინის ქერქის და საერთოდ ცნ. ს.-ს აგზნებულობის ხარისხი დამოკიდებულია გარეგან გაღიზიანებათა საერთო მოქმედებაზე. რაც უფრო სუსტია ეს მოქმედება, მით უფრო მცირე უნდა იყოს დიდი ტვინის ქერქის და საერთოდ ტვინის აგზნებულება და მით უფრო ნაკლები უნდა იყოს მათი აქტიური მოქმედება. ვინაიდან დიდი ტვინის ქერქი ყველაზე უფრო ადრე განიცდის აგზნებულების დაცემას გარეგან გაღიზიანებათა შემცირებისას, ამიტომ პირველად ყოვლისა ისპობა ხოლმე ინდივიდური რეფლექსური მოქმედება; მაშ., უპირველესად ადამიანი თუ ცხოველი ჰკარგავს ნებითი მოძრაობის უნარს და საერთოდ ყველა ინდივიდურად მოპოვებულ რეფლექსებს. შემდეგ მხოლოდ, როდესაც აგზნებულება საკმარისად შემცირდება აგრეთვე ცნ. ს.-ის სხვა განყოფილებებში, სუსტდება თანშობილი რეფლექსური მოქმედებაც, ამასთან ტონური და სტატო-კინეტური მოქმედება უფრო ძლიერ, ვიდრე დაცვის რეფლექსები კანის გაღიზიანების საპასუხოდ. ღრმა ძილის დროს მაგ., სრულიად ისპობა დგომის და მდებარების ტონური რეფლექსები, რის გამოც ადამიანი თუ ცხოველი იძულებულია ძილის დროს დაწვეს. კანის გაღიზიანება სუსტი და საშუალო ინტენსიობის ელექტრული დენით, რომელიც ფხიზლობისას მძლავრ რეაქციას იძლევა: საერთო მოძრაობა და მძლავრი წკმუტუნი, ძილის დროს სრულიად უეფექტოდ რჩება.

ძილის გამოწვევა ქიმიური ნივთიერებით. ძილი შეიძლება ხელოვნურად გამოვიწვიოთ ცნ. ს.-ზე ისეთი ნივთიერების ზედმოქმედებით, რომელიც დასწევს მის აგზნებულებას, მაგ., ქლოროფორმით, ეთერით, მორფით და სხვა ეგრ. წოდ. ნარკოტული ნივთიერებით. ცნობილია, რომ ყველა ამ ნივთიერებათა მცირე დოზა მოქმედებს უმთავრესად დიდი ტვინის ქერქზე, ე. ი. ისე როგორც გაღიზიანებათა შეზღუდვა. ამიტომ ამ ნივთიერებათა სუსტი გავლენით იწვევა ტიპიური ძილი. თუ ~~რომ~~ დოზა დიდია, მაშინ კი აგზნებულება

საერთოდ ც. ნ. ს.-ში შეიძლება იმდენად შემცირდეს, რომ სრულიად მოისპოს როგორც ინდივიდური, ისე თანშობილი რეფლექსური მოქმედება.

ცნობილია აგრეთვე, რომ ფიზიკური დაღლილობაც ხელს უწყობს ძილს. ფიზიკური დაღლილობის მოქმედება ნარკოტულ ნივთიერებათა სუსტ გავლენას უნდა ემსგავსებოდეს. ფიზიკური დაღლილობა არის ხანგრძლივი ინტენსიური შუშაობის შედეგი. როგორც კუნთის ფიზიოლოგიიდან ეიცით, მუშაობისას კუნთებში გროვდება რძის მჟავა და ფოსფორ მჟავა. ერთიც და მეორეც კუნთიდან სისხლში შედის და მერე ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე მოქმედობს, იმ როგორც შეეფერება საერთოდ მჟავას; აგზნებულების აწევით ამ მჟავების მცირე რაოდენობისას და დაწევით დიდი რაოდენობისას.

ამნაირად, **ძილის დამახასიათებელი ფიზიოლოგიური მდგომარეობა — აგზნებულების დაცემა ც. ნ. ს.-ში პირობადებულია ჯერ ერთი გარეგან გაღიზიანებათა მნიშვნელოვანი შეზღუდვით და მერე ფიზიკური დაღლვით.**

ძ ი ლ ი ს გ ა მ ო წ ვ ე ვ ა ი ნ დ ი ვ ი დ უ რ ი რ ე ფ ლ ე ქ ს უ რ ი გ ზ ი თ. ცნობილი უნდა იყოს პირადი გამოცდილებიდან, რომ ძილს ხელს უწყობს ჩვეულებრივი საძილე ოთახის მოწყობილება, ჩვეულ სარეცელზე დაწოლა, ჩვეულებრივი ძილის დრო და რომ უცხო ალაგას უცხო სარეცელზე და სხვა დროზე დაწოლამ შეიძლება უძილობა გამოიწვიოს. ეს იმას აღნიშნავს, რომ ჩვეულებრივ საძილე ოთახის წყობილება, ჩვეული სარეცელი, ჩვეულებრივი ძილის დრო წარმოადგენენ ინდივიდურ სიგნალს ძილისადმი. რაში გამოიხატება ამ ინდივიდური ძილის ფიზიოლოგიური ბუნება, ამაზე პასუხს იძლევა ინდივიდური რეფლექსების ფარგლიდან მდიდარი მასალა.

პ ა ვ ლ ო ვ ი ს ბ ყ ო ლ ა შ ი იყო დადასტურებული, რომ ცხოველები (ძაღლები) იძინებენ ზოგიერთ განსაზღვრულ პირობებში, სახელდ., უარყოფითი ინდივიდური გაღიზიანების საპასუხოდ („პირობითი შეკავება") (ა ნ რ ე პ ი[1]), მიმყოლი რეფლექსის უმოქმედო ფაზაში (დ ო ბ რ ო ე ო ლ ს კ ი[2]), ბ ე ლ ი ც ი[3]), დაგვიანებული რეფლექსის უმოქმედო ფაზაში (ფ უ რ ს ი კ ო ვ ი), დიფერენცირებული გაღიზიანების დროს (ფ რ ო ლ ო ვ ი[7]), ბ ი რ მ ა ნ ი[8]), რეფლექსის გაქრობისას (კ ო გ ა ნ ი[9]), ბ ი რ მ ა ნ ი[8]), აგრეთვე არაჩვეულებრივი გაღიზიანების დროს, როშელთა საორიენტაციო რეფლექსი სრულიად ჩაქრა (ჩ ე ჩ უ ლ ი ნ ი[10]). ყველა ამ შემთხვევებში ჩვენ საქმე გვაქვს უკუქცევითი დროებითი კავშირის გაძლიერებულ განვითარებასთან და მოქმედებასთან, როგორც ჩვენ უკვე ზევით აღვნიშნეთ. ყველა ამის გამო გარეგანი გაღიზიანების მიერ გამოწვეული აგზნება წინქცევითი დროებითი კავშირებიდან თანახმად აგზნების შეუღლებული ირადიაციისა ერცელდება უკუქცევითი კავშირებით უკან გაღიზიანების სათავისკენ გაცილებით უფრო მეტად, ვიდრე პერიფერიისკენ. ამას მოსდევს ძილი. ამის მშვენიერ მაგალითს იძლევა სურ. 156 სადაც უარყოფითი რეფლექსის გამოწვევის დროს ძაღლი იძინებს. ეს ძილი გრძელდება აგრეთვე უარყოფითი ინდივიდური გაღიზიანების შეწყვეტის შენდეგაც. ისმის საკითხი, თუ რაზეა დამოკიდებული ძილი როგორც ამ შემთხვევაში, ისე საერთოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც იგი ინდივიდური გზით იწვევა.

ძილის წარმოშობა ინდივიდური გზით. აღნიშნული ექსპერიმენტული ძილისთვის დამახასიათებელია შემდეგი ნიშნები;

1. ზერელე ძილის დროს, როდესაც ძაღლი სთელემს, რომ მივცეთ დიფერენცირებული გაღიზიანება, ძილი მაშინვე გაღრმავდება. მაგრამ ამ დროს გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედება ინდივიდურ რეფლექსზე არ ისპობა.

2. ძაღლს რომ ჰქონდეს მიდრეკილება ძილისკენ, დიფერენცირებული გაღიზიანება გამოიწვევს თვლემას, დაძინებას. ხოლო გაღიზიანების შეწყვეტისას ცხოველი იღვიძებს. ცხადია, რომ დიფერენცირებული გაღიზიანების მოქმედება გრძელდება, ვიდრე იგი არსებობს.

3. ძილის დროს სუსტი და ხან საშუალო ინტენსივობის ელექტრული გაღიზიანება უეფექტოდ რჩება, მძლავრ გაღიზიანებას შეუძლია გამოიწვიოს ეფექტი, ხოლო ეს შეიძლება მოხდეს ცხოველის გაუღვიძებლად: ძაღლი წკმუტუნებს, ფეხს ასწევს, თავი შიბრუნდება გაღიზიანების მხარეს, მაგრამ თვალებს არ ახელს, ტანს არ ანძრევს. გაღიზიანების შეწყვეტისას, რეაქცია თავდება მაშინვე. მაგრამ ამავე დროს სუსტ ინდივიდურ გაღიზიანებას, როგორც ტონვარიატორის ბგერას, შეუძლია გამოიწვიოს სრული გაღვიძება.

4. ყველა ის გაღიზიანებანი, რომელნიც ცხოველის დაძინებას იწვევენ, სრულიად არ იძლევიან საორიენტაციო რეაქციას. რაც უფრო მეტადაა ჩაქრობილი საორიენტაციო რეაქცია, აღებულ გაღიზიანებაზე, მით უფრო დიდია მისი დამაძინებელი მოქმედება.

5. პირიქით ყველა ის გაღიზიანებანი, რომელნიც საორიენტაციო მოძრაობას იწვევენ. აღვიძებენ ცხოველს, ცხოველი თავს აწევს, თვალებს ახელს, ტანს შეანძრევს. ამნაირი მოქმედების უნარი აქვთ პირველად ყოვლისა ინდივიდურ გაღიზიანებათ, შემდეგ სრულიად არაჩვეულებრივ გაღიზიანებათ. ელექტრული გაღიზინებაც თუ რომ იწვევს გაღვიძებას, უსათუოდ საორიერნტაციო მოძრაობასაც იძლევა. ცხოველს აღვიძებს მხოლოდ გაღიზიანების დასაწყისი. თუ რომ მის დასაწყისში გაღვიძება არ მოხდა, გაღიზიანების გაგრძელება არ გააღვიძებს. ასე მოქმედებს აგრეთვე ისეთი მკვეთრი ბგერები, როგორც მეტრონომის რახუნი, ელექტრული ზარი.

ყველა აღნიშნულ ფაქტებიდან, რომელიც უმთავრესად ჩემ მიერ იყო დადგენილი, ნათლად სჩანს, რომ **ცხოველს დაძინება იწვევა ისეთი გაღიზიანებებით, რომელნიც საორიენტაციო მოძრაობას არ იძლევიან, პირიქით გაღვიძებას კი ისეთები, რომელთაც საორიენტაციო მოძრაობის წარმოების უნარი აქვთ.** (ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი[11]).

ეს დასკვნა იძლევა სრულ შესაძლებლობას იმ მოვლენის ახსნა-განმარტებისათვის, რომ დაძინებას იწვევენ ინდივიდური გაღიზიანებები კარგად განვითარებული უკუქცევითი კავშირებით. ეს კავშირები თვითეულ შემთხვევაში არსებობენ სხვათა შორის კიდურების და თავის ქერქულ მამოძრავებელ ფარგლებთან, აგრეთვე რასაკვირველია სუნთქის და ხმის რეაქციის, თვალის ახილვის ქერქულ ფარგლებთან, რომელნიც საერთოდ მოქმედებაში მოდიან დადებითი ინდივიდური რეფლექსის დროს. ყველა ამ ფარგლების აგზნება ვრცელდება უპირატესად

უკუქცევითი კავშირებით და ამიტომ თანახმად აგზნების შეუღლებული ირადიაციის კანონისა აგზნება ვერ ვრცელდება საკმარისი ინტენსიობით თავისა და ზურგის საკოორდინაციო აპარატებისაკენ. ეს პირობადებს მოძრაობათა შეუძლებლობის გამო პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათა მძლავრ შეზღუდვას, რაც თავის მხრივ ხელს უწყობს აგზნებულების დაცემას დიდი ტვინის ქერქში და მეორე მხრივ ყველა ტონური რეფლექსების დასუსტებას, რომელთა ინტენსივობა, როგორც ჩვენ უკვე განვიხილეთ, პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებაზეა დამოკიდებული.

საულისხმოა, რომ მთელი გარემო, რომელშიაც ძაღლი იმყოფება, ცდის დროს, შეიძლება აგრეთვე გახდეს ძილის გამომწვევ სიგნალად. ასე ხდება იმ შემთხვევაში, თუ რომ ამ გარემოში რომელიმე უმექმედო გაღიზიანებით მრავალჯერ გამოვიწვიეთ ცხოველის დაძინება, ე. ი. გაღიზიანებით, რომელიც უარყოფს ინდივიდურ და საორიენტაციო მოძრაობას. ეს კარგად ცნობილი ფაქტია პ ა ვ ლ ო ვ ი ს ლაბორატორიაში. ხოლო გამორკვევა იმისა, რაზეა ეს დამოკიდებული, მას არ ეკუთვნის.

საერთოდ ცნობილია, რომ ცდის მოწყობილება--გარემო შეადგენს ინდივიდურ გამაღიზიანებელს. რეფლექსის განვითარებისას ამ გარემოში, ეს გარემოც იწვევს რეფლექსს. მაგ., ძაღლის დაყენებას დასგაში, რომელიც საცდელ ოთახშია, მოსდევს ფეხის მოძრაობა, ნერწყვის სეკრეცია, მისდა მიხედეით თუ როგორი ინდივიდური რეფლექსია განვითარებული. მაშას., ამ შემთხვევაში გარემოს მიერ გამოწვეულ გაღიზიანებათა და ქერქის მამოძრავებელ ფარგალთა შორის არსებობს კარგად განვითარებული წინქცევითი დროებითი კავშირები. ზემო აღნიშნულ შემთხვევაში კი, როდესაც დადებითი ინდივიდური გაღიზიანებანი მოქმედებას არ იწვევენ, გარემოს გაღიზიანებათა და მამოძრავებელ ფარგალთა შორის უნდა მოქმედობდეს უპირატესად უკუქცეეითი კავშირები, ვინაიდან ამ შემთხვევაში გარემოს გაღიზიანება უარყოფს მამოძრავებელ ფარგალთა მოქმედებას, რომელიც იწვევა იმავე გარემოს ან სხვა ინდივიდურ გაღიზიანებათა წინქცევით კავშირების ზეგავლენით.

ამნსირად, ყველაზე გაღიზიანება, რომელიც ჯერ ცხოველზე და ადამიანზე დადებითად მოქმედებს, ე. ი. იწვევს კიდურთა და თავის საორიენტაციო მოძრაობას, შემდეგ კი იგი ხდება დაძინების ინდივიდურ სიგნალად, იწვევს ამ დაძინებას უკუქცევითი ინდივიდური კავშირების უაღრესი განვითარების გამო. დაძინება გარეგან გაღიზიანებათა შეზღუდვისას და ამ ინდივიდური გზით ერთი და იმავე ბუნებისა არის, ვინაიდან უკანასკნელ შემთხვევაში დაძინების მთავარი მიზეზი მეორედ გაღიზიანებათა შეზღუდვაა, რაც გამოწვეულია ქერქულ პირვანდელ მოძრაობათა უარისყოფით, მაშ., ძილი ორივე შემთხვევაში პირობადებულია ქერქის აგზნებულების დაწევით პერიფერიულ გაღიზიანებათა შეზღუდვის გამო.

გ ა ღ ვ ი ძ ე ბ ი ს წ ა რ მ ო შ ო ბ ა. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ძილიდან ცხოველი თუ ადამიანი გიმოდის ე. ი. იღვიძებს, როგორც არაჩვეულებრივ, ისე დადებით ინდავიდურ გაღიზიანებათა გავლენით. ხოლო ყოველ შემთხვევაში გაღვიძება მაშინ მოხდება, თუ რომ გაღიზიანებამ გამოიწვია საორიენტა-

ციო მოძრაობა. გაღიზიანებას შეუძლია გამოიწვიოს მოძრაობა აგრეთვე გაუღ-ვიძებლად, ასე ხდება მაგალ., კიდურის ელექტრული გაღიზიანებისას. მაგრამ ამ შემთხვევაში საირენტაციო რეაქციას ალაგი არა აქვს. მოძრაობა მხოლოდ გაღიზიანებული კიდურით და წკმეტუნით განისაზღვრება. როდესაც ინდივიდური გაღიზიანება მოქმედებს, მას არ შეუძლია გამოიწვიოს ინდივიდური რეფლექსი ისე, რომ წინასწარ საორიენტაციო რეფლექსი არ იყოს გამოწვეული. ფიზიოლობაში ხომ ჯერ თავის საორიენტაციო რეფლექსი იწყება, მერე კიდევ კიდურების რეფლექსი. ისე ხდება ძილშიაც. ჯერ იწყება საორიენტაციო რეფლექსი; ამას მოსდევს გაღვიძება. მერე მხოლოდ ინდივიდური მოძრაობა სწარმოებს კიდურებზე. ამნაირად, **საორიენტაციო რეფლექსის გამოწვევა მძინარე ცხოველის თუ ადამიანის გაღვიძების აუცილებელი პირობაა** (ბერიტაშვილი[11]).

განვიხილოთ ეხლა თუ რატომ აქვს საორიენტაციო რეაქციას მთავარი მნიშვნელობა ცხოველის გაღვიძებაში. როგორც ჩვენ აღვნიშნეთ, ძილის გამოწვევა პირობადებულია პირველად ყოვლისა დიდი ტვინის ქერქში აგზნებულების დაწევით. მაშას., გაღვიძება უნდა დამოკიდებული იყოს დიდი ტვინის ქერქში აგზნებულების აწევაზე. აქედან უნდა დავსკვნათ, რომ გაღვიძება იმიტომ არის დამოკიდებული საორიენტაციო რეფლექსის გამოწვევაზე, რომ უკანასკნელს უაღრესი ნნიშვნელობა აქვს ქერქის აგზნებულების მატებაში. როგორც ვეწყით, საორიენტაციო რეფლექსები იწვევიან დიდი ტვინის ქერქის საშუალებით. თუ რომ გაღიზიანებამ შესძლო ასეთი რეაქციის გამოწვევა, ცხადია, მან ფართოდ იმოქმედა დიდი ტვინის ქერქზე, ვინაიდგან გაღიზიანების მიმღებ სათაგიდან აგზნება ერცელდება კისრის და თვალების და ხან მთელი ტანის მამოძრავებელ აპარატებისაკენ. ცხადია, ამ გავრცელებისას დიდი ტვინის ქერქში აგზნებულებაც უნდა ფართოდ მომატებულიყო. შემდეგ, ამ დიდი ტვინის ფართო რეაქციას მოსდევს მეორედი პროპრიოცეპტული გაღიაზიანებანი თავის, კისრის და მთელი ტვინის ფარგლიდან. ესეც რასაკვირველია ფართო და მძლავრ გავლენას ახდენს დიდი ტანის ქერქზე მასში აგზნებულების კიდევ უფრო მეტად აწევით. ამით რასაკვირველია არ შეიძლება ითქვას რომ ინდივიდურ გაღიაზიანებას არ ძალეძს გამოიწვიოს ინდივიდური კიდურის მოძრაობა, ისე რომ საორიენტაციო რეფლექსი არ იყოს გამოწვეული. ასეთი შესაძლებლობა უნდა იყოს, თუ რომ გვაქვს საქმე მძლავრად განვითარებულ დროებით კავშირებთან. ხოლო ამ შემთხვევაში გაღვიძება არ მოხდება, თვით რეფლექსი იქნება სუსტი და შეიძლება მიზანშეუწონელი. ძალლებზე ამნაირი რამ დაკვირვება არ არსებობს. ამნაირად, **გაღვიძება იმიტომ არის დამოკიდებული საორიენტაციო რეაქციაზე, რომ უკანასკნელს უაღრესი მნიშვნელობა აქვს დიდი ტვინის ქერქში აგზნებულების მომატების მიმართ** (ბერიტაშვილი).

პავლოვი[12] განიხილავს ძილს, როგორც შინაგან შეკავებას, რომელიც ვითომდა პირველად ქერქის ერთ რომელიმე ნაწილში წარმოიშვება და მერე აქედან ერცელდება, როგორც მთელ ქერქში, ისე მთელ თავის და ზურგის ტვინზე. არსებობს სხვა მრავალნაირი ჰიპოთეზებიც. მხოლოდ არც ერთ მათგანს ავტორის გარდა სხვა არავინ იზიარებს სერიოზულად. სულ უკანასკნელად ძილის ფიზიოლოგიაზე წერილი ებეკმა დაბეჭდა[13]). იგი თვლი, პავლოვის ჰიპოთეზას მეტის მეტად გაუგებრად. მაგრამ თვითონაც არა ნაკლებ გაუგებარ ჰიპოთეზას იძლევა-

იგი ამბობს პ ა ვ ლ ო ვ ი ს მიერ შესწავლილი ექსპერიმენტული ძილი შემდეგნაირად შეიძლება იყოს ახსნილია: თუ რომ გაიზიარებთ გ ო ლ ტ ი ს, ფ რ ე ი ს ბ ე რ გ ი ს და შ ე რ ი ნ გ ტ ო ნ ი ს ფაქტებს ანტოგონისტური რეფლექსების შესახებ შეიძლება მივიღოთ, რომ როდესაც რომელიმე გაღიზიანება აწარმოებებს აგზნებას ნერვულ ელემენტთა ერთ ჯგუფში, მაშინ იგი აკავებს სხვა მეზობელ ნერვულ ჯგუფთა ან კომპლექსის მოქმედებას, თუ რომ პირველს არ უკავშირდებიან სინერგიულად. ავტორი იმეორებს პ ა ვ ლ ო ვ ი ს გარეგანი შეკავების მცნებას, რომ ერთი გაბატონებული აგზნება აკავებს და ასუსტებს სხვა ყველა აგზნებებსო. მაშ., თუ რომ რომელიმე ინდივიდური გაღიზიანება ძილს იწვევსო, ეს უნდა იყოს დამოკიდებული იმაზე, რომ იგი იძლევა სათანადო სანერწყვო რეაქციასთან ერთად ყველა სხვა აგზნების შემცირებას, რასაც მოსდ ეს დაყუჩება, დაძინება ანუ ძილიო. მაგრამ ჩვენ ვიცით, რომ შინაგანი შეკავების ცნება ხელოვნური წარმოდგენაა, რომ იგი ეწინააღმდება ცნობილ ფიზიოლოგიურ ფაქტებს. ამიტომ ე ბ ე კ ი ს მოსაზრება არ შეიძლება იყოს მისაღები.

ძილის დროს ფსიქონერვული მოქმედება ანუ სიზმარი.

მიუხედავად ც. ნ. ს.-ის აგზნებულების ძლიერი დაცემისა, განსაკუთრებით თაეის ტვინის ქერქში, ძილში ყოფნა მთლად როდი სპობს ფსიქო-ნერვულ მოქმედებას. ამ პროცესების შემადგენლობა ცოტად თუ ბევრად ღრმა ძილის დროს საკმარისად ქარაქტერულია: მას უმთავრესად ეკუთვნიან მტკიცედ ჩაჭრილი პროცესები ბავშვობის დროიდან, შემდეგ კიდევ უკანასკნელ დროის ყველაზედ უფრო ინტენსიური პროცესები. ეს პროცესები ლოღიკურად მიმდინარეობენ და პიროვნებაზე არიან დამოკიდებულნი (Vogt [3]). ზერელე ძილის (ბურანში ყოფნის) დროს პირიქით ფსიქონერვული პროცესები უმთავრესად უახლოესე დღეების და ხან უახლოესე საათის განცდას ეხებიან. ამით აიხსნება, რომ რაც უფრო ზერელეა ძილი, მით უფრო ერცელი და მრავალფეროვანია ძილის ფსიქონერვული პროცესების შინაარსი. ალბად, ამას უნდა უკავშირდებოდეს ის გარემოება, რომ რაც უფრო ზერელეა ძილი, მით უფრო მოულოდნელია ფსიქონერვული პროცესების მსვლელობა, მათი ასოციაციური დამოკიდებულება. სიზმრის შეცულობა ულოღიკოა და პიროვნებაზე ნაკლებად არის დამოკიდებული (Vogt [3]).

როგორ უნდა გავითვალისწინოთ ძილის დროს ფსიქონერვული პროცესების აღმოცენება და მსვლელობა? ინდივიდური რეფლექსების შესწავლის დროს რომ ძაღლმა დაიძინოს, მაშინ ხანდისხან ძლიერი გაღიზიანებაც კი, როგორც „მტკივნეული“ გაღიზიანება, ან ძლიერი ბგერა, თუ იგი არაჩვეულებრივია, არ აღვიძებს მას. ხოლო იმავე დროს მეტად სუსტი ბგერა და საერთოდ სუსტი გაღიზიანება, თუ იგი ინდივიდურია, გამოღვიძებას იწვევს; ამასთანავე ძაღლი ეწევა სორიენტაციო რეაქციას და შესაფერი ფების მოძრაობას. რაც უფრო მტკიცე და გაძლიერებულ რეფლექსს იწვევს ინდივიდური გაღიზიანება, მით უფრო ძლიერ მოქმედობს იგი ძილის დროს. ყველამ კარგად იცის, რომ შეიძლება ხმა მაღლა ვილაპარაკოთ მძინარე ადამიანთან და ეს ლაპარაკი არ გააღვაძებს მას, ამავე დროს მისი სახელის წარმოთქმა, თუ გინდ სუსტი ხმით, მაშინვე გამოაღვიძებს. ამნაირი მაგალითები გვიჩვენებენ, რომ ძილის დროს ქერქის ფიზიოლოგიური მდგომარეობა არ არის ერთნაირი ქერქის ყველა ნაწილებში. ფხიზლობისას ზოგიერთი ქერქის ელემენტები, რომელნიც მონაწილეობას იღებენ ძველსა და მკვიდრ დროებით კავშირებში, ან იმ კავშირებში, რომლებიც აღმოცენდა ცოტა ხნის

წინ ინტენსიურ გაღიზიანებათა გავლენით, უნდა იყვეს მეტი აგზნებულების მქონე, ვინემ სხვა ქერქის ელემენტები. ასევე უნდა იყოს ძილის დროს. თუმცა აგზნებულება ქერქის ყველა ელემენტებში კლებულობს, მაგრამ ეს ყველგან თანასწორად არ ხდება. ძილის დროსაც ქერქის ზოგიერთი ელემენტი უფრო მეტი აგზნებულებისა უნდა იყოს, ვინემ დანარჩენი. მაშასადამე, თუ ღრმა ძილის დროსაც ჩვეულებრივი ინდივიდური გაღიზიანება გამოღვიძებას და განსაზღვრულ მამოძრაველელ რეაქციას იწვევს, ეს მოვლენა ადვილი ასახსნელია: ის კერა, რომელიც მოქმედობს ინდივიდური გაღიზიანების გამო, იმდენად დიდ აგზნებულებას ინარჩუნებს ძილის დროსაც, რომ შეიძლება ძილშიაც მნიშვნელოვანი ინტენსიობით აიგზნას. ეს აგზნება ვრცელდება მამოძრაველელ აპარატებისკენ მაღალი აგზნებულების დროებითი კავშირების საშუალებით, მერე აგრეთვე ცოტაოდნავ მაინც მთელი თავის ტვინის ქერქშიაც ვრცელდება და მით საორიენტაციო რეაქციას იწვევს. ამავე დროს საერთოდ ქერქის აგზნებულება იმდენად მატულობს, რომ ძილის მდგომარეობა ისპობა, ე. ი. ცხოველი იღვიძებს და ამასთან ერთად ინდივიდურ მოძრაობასაც იძლევა. აქედან გამომდინარეობს, რომ თუ ძილის დროს რომელიმე არაჩვეულებრივი გაღიზიანება არ აღვიძებს და არ იწვევს საორიენტაციო რეაქციას, ეს ხდება იმიტომ, რომ საერთოდ ქერქში აგზნებულების დაცემის გამო გაღიზიანება აგზნებას ან სრულებით არ იწვევს, ან კიდევ მას იმდენად სუსტად იწვევს, რომ იგი ქერქში არ ვრცელდება, ვერ აღწევს საორიენტაციო მამოძრავებელ აპარატებს. ამისდა გვარად ქერქის აგზნებულებაც იმდენად არ მატულობს, რომ ძილის მდგომარეობა მოისპოს.

ყველა ზემო თქმული ფსიქონერვული ტერმინებით ასე შეიძლება გამოვსთქვათ: **ფსიქონერვული მოქმედების შესუსტება ქერქის აგზნებულ`ის დაცემის გამო თანასწორად არ გამოიხატება ყველა შეგრძნების და წარმოდგენების ან მათი ასოციაციების მიმართ. ბავშობის დროის ასოციაციების ყველა`ედ უფრო მკვიდრი ფსიქონერვული ელემენტები და აგრეთვე იმ ასოციაციების ელემენტები, რომელნიც აღმოცენდნენ ინტენსიურ შეგრძნებათა ნიადაგზედ, თითქმის ღრმა ძილის დროსაც კი ინარჩუნებენ ს`ბოქმედო უნარს. ამავე დროს ახალი და სუსტ` გაღიზიანების ნიადაგზე წარმოშობილი სუსტი ასოციაციების ელემენტები შეიძლება ზერელე ძილის დროსაც ვერ ა`ბოქმედდენ.**

ძილის დროს ფსიქონერვული პროცესების დაწყება ანუ სიზმრის გამოწვევა. ძილის დროს ასოციაციის გამომწვეელი პირველანდელი სტიმული უნდა ვეძიოთ გარეგან გაღიზიანებათა შორის, როგორც ეს ფხიზლობის დროს ხდება. თუ კრიტიკულად განვიხილავთ სიზმრებს, ზმანებას, როგორც ჩვენ უწოდებთ ძილის დროის ფსიქონერვულ პროცესებს, მაშინ ხანდისხან ძლიერ ადვილია ამ დამოკიდებულების დადასტურება. მაგრამ ხშირად არ სჩანს სიზმრის დამოკიდებულება გარეგან გაღიზიანებაზე. ასეთ შემთხვევაში შეიძლება მცირე როლს თამაშობდეს შიგნეულობათა, მაგალითად, გულისკუჭ-ნაწლევის და სხვათა გაღიზიანება. მაგრამ ეს არ კმარა. ამ შემთხვევაშიაც გარეგანი გაღიზიანება უთუოდ დიდ მონაწილეობას უნდა ღებულობდეს. მხო-

ლოდ ძნელია მათი დადასტურება ძილის დროს, რადგანაც გაღიზიანება ძილის დროს განიცდება სუსტად და ამიტომ მეხსიერებაში ძლიერ მცირე კვალს სტოვებს. ამ დადასტურებას აძნელებს აგრეთვე ის გარემოებაც, რომ ჩვეულებრივი გამოღვიძება ხდება გაღიზიანების შემდგომ რამოდენიმე ხნის განმავლობით, რადგან გაღვიძებას უფრო ხშირად თვით გაღიზიანება კი არ იწვევს, არამედ მისგან გამოწვეული ფსიქონერვული პროცესის რომელიმე წევრი. ამ პროცესის პირველი წევრის მოქმედება უფრო ადრე უნდა ისპობოდეს, ვინემ გაღვიძება მოხდება. ამის გამო უკანასკნელი არ უკავშირდება გამაღვიძებელი ფსიქონერვული პროცესის პირველ წევრს. ეს კიდე თავის თავად ნათელ ჰყოფს იმას, თუ რატომ უნდა იყოს დავიწყებული ის პირველი წევრი, რომელიც პირდაპირ გამოწვეულია გაღიზიანებით.

უკანასკნელ დროს, როცა მე დავინტერესდი სიზმართა წარმოშობის საკითხით, ხშირად მიხდება დადასტურება სიზმრის დამოკიდებულებისა გარეგან გაღიზიანებაზე. მოვიყვან ერთს დამახასიათებელ მაგალითს. ენახე სიზმარში, რომ წვიმდა და მე ფეხშიშველა დავდიოდი იმ სახლის ეზოში, სადაც მე გამოვიზარდე. თოხით რუს ვაკეთებდი ვენახისკენ ნაწვიმი წყლის სადენად. ამავე დროს მე ვგრძნობდი ფეხებზედ სიცივეს, თითქოს მართლა წვიმიანი წყლით დამსველებოდა იგინი. მე მესიზმრა ის, რაც არა ერთხელ გადამხედია ყმაწვილობის დროს. როცა გამომეღვიძა; ფეხებზე მართლაც სიცივე ვიგრძენ: თურმე საბანი გადამხდოდა. ამ მაგალითიდან ნათლად სჩანს, რომ ფეხის გაცივება იყო ამ სიზმრის გარეგანი სტიმული. ფხიზლობის დროს ასეთივე ფეხების გაცივება არ გამოიწვევდა ამ ყმაწვილობის დროს განცდილი ფსიქონერვული პროცესების განმეორებას. ეს იმით აიხსნება, რომ ყმაწვილობის განცდა ცოტა თუ ბევრად განცალკევებით სდგას მოზრდილ ადამიანის განცდებისაგან. პირველი არ არის მკვიდრად შეკავშირებული უკანასკნელთან. მოზრდილი იგონებს ყმაწვილობის განცდას უფრო ხშირად მაშინ, როცა ის გრძნობს ყმაწვილობისათვის მეტად დამახასიათებელ რამეს, მაგ., როცა ხედავს იმ ადგილებს, სადაც მხოლოდ ახალგაზრდობა გაატარა; ან როცა ჰხვდება ახალგაზრდობის დროის ნაცნობ ადამიანს. ფეხის გაცივებაში კი არ არის რამ ახალგაზრდობისთვის დამახასიათებელი და ამიტომ ფხიზლობის დროს იგი არ გამოიწვევდა მოგონებას მოყვანილი შემთხვევის შესახებ. ის ეხლა გამოიწვევდა მოგონებას ახლო წარსულში ფეხის გაცივების შესახებ და ან კიდე მოგონებათა მთელ რიგს ახლო წარსულიდან. ამგვარად, ყურადღება გადავიდოდა ერთი ახლო დროის წარმოდგენიდან მეორეზედ და ალაგი არ ექნებოდა ძველი დროის მოგონებათ. ღრმა ძილის დროს საქმე სხვანაირად სწარმოებს. ქერქის აგზნებულების ძლიერი დაცემის გამო ახლო წარსულის სუსტი ასოციაციების შესაძლებლობა ისპობა. ამიტომ, გარეშე გაღიზიანებას შეუძლია გამოიწვიოს მხოლოდ ის ასოციაციები, რომელთაც კიდეე შეუძლიათ მოქმედება, ე. ი. ის ასოციაციები, რომელნიც ეკუთვნიან ახალგაზრდობის დროს ან არა და აღმოცენდნენ ძლიერი და ხანგრძლივი გაღიზიანების გამოისობით.

ზერელე ძილის დროს, როგორც ზევით აღვნიშნეთ, ფსიქონერვული პროცესების შემადგენლობა საზოგადოდ არ განირჩევა იმისგან, რაც განიცდება ფხიზლობის დროს. ჩვეულებრივ მეორდება ახლობელი დროის პროცესები, რასაკვირველია, დიდი ვარიაციებით სულ სხვადასხვანაირი პროცესების შეკავშირების გამო. ღამით კარგად გამოძინების შემდგომ ეგრედ წოდებული დილის ძილი მუდამ ზერელეა, ამიტომაც დილის სიზმრები პირდაპირ სუბიექტის აწმყო ცხოვრებას ეხება. ასევეა თვლემის დროს. მაშასადამე, ზერელე ძილის დროს აგზნებულების მცირე დაცემის გამო გარეგან გაღიზიანებას შეუძლია გამოიწვიოს აგრეთვე ძლიერ სუსტი ახლად აღმოცენებული ასოციაციები.

ამნაირად, **ძილის დროს მიმდინარე ფსიქონერვული პროცესები მეტ წილად გამოწვეულია სხვადასხვა გარეგანი გაღიზიანებით, როგორც ფხიზლობის დროს ხდება.**

ძ ი ლ ი ს დ რ ო ს ფ ს ი ქ ო ნ ე რ ვ უ ლ ი პ რ ო ც ე ს ე ბ ი ს მ ი მ დ ი ნ ა რ ე ო ბ ა. როგორც გეცნობათ, ძილის დროს საკვირველად იხლართებიან სხვადასხვა ხანის და აგრეთვე სხვადასხვა შინაარსის ასოციაციები. პირველად ყოველისა ეს იმაზე უნდა იყოს დამოკიდებული, რომ **ძილის დროს ქერქის აგზნებულობა ერთნაირად არ ეცემა** მის **სხვადასხვა ელემენტებში.** ამიტომ **ძილის დროს ერთი ფსიქონერვული პროცესი იწვევს ასოციაციის შემწეობით იმ პროცესს კი არა, რომელიც** მას **უკავშირდება ყველაზედ უფრო ჩვეულებრივად,** ე. ი. იმ პროცესს, რომელიც აღმოცენდა მასთან ერთად ან კიდე მისდა მიყოლებით, **არამედ იმას, რომელთანაც კავშირი უფრო მეტი აგზნებულების მქონე აღმოჩნდა და ამიტომ უფრო კარგადაა შენახული.**

მაგრამ შესაძლებელია, რომ ძილის დროს სრულიად მოულოდნელი, არაჩვეულებრივი გადასვლა ფსიქიური განცდის ერთი წევრიდან მეორეზედ მარტო ასოციაციური წესით არ სწარმოებდეს. შეიძლება, რომ ეს აგრეთვე უსაციაციოთაც ხდებოდეს. როდესაც აგზნების მსვლელობა ასოციაციური გზით დარღვეულია რამე მიზეზით, მაშინ ფსიქიურ განცდათა არა ასოციაციური მსვლელობა ხელშემწყო პირობებში ვარდება. რადგან მეტ წილ დროებით კავშირებში აგზნებულება ძალიან დაცემულია, მეტადრე ახალ და ნაკლებ განვითარებულ გზებში, ამიტომ ერთ რომელიმე აგზნებულ კერიდან აგზნება ან უნდა გავრცელდეს ძველი კარგად განვითარებული გზებით, რომელთაც შერჩათ საკმარისი ხარისხის აგზნებულება, ან და გაიფანტოს მთელი დიდი ტვინის ქერქში. ამ გზით მას შეუძლია გამოიწვიოს მოქმედება იმ ელემენტებში, რომელთაც შედარებით მაღალი აგზნებულება შერჩენიათ, მაგრამ იმ კერასთან არავითარი კავშირი არა აქვს. ამიტომ ძალიან ხშირად უნდა ხდებოდეს, რომ ძილის დროს ერთი რომელიმე წარმოდგენა ერთვის ისეთ მეორეს, რომელთანაც მას არავითარი ასოციაციური კავშირი არ აქვს. მეტადრე ხშირად უნდა ჰქონდეს ალაგი ფსიქიური განცდის ასეთ არა ასოციაციურ მსვლელობას ზერელე ძილის დროს, როდესაც ქერქის აგზნებულება საერთოდ საკმარისად მაღალია. ამიტომაც არის რომ ზერელე ძილის დროს სიზმართა შინაარსი უფრო ნაკლებად ლოღიკურია, ვიდრე ღრმა ძილის დროს, როდესაც აგზნების საერთო ირადიაცია დიდი ტვინის ქერქში უფრო შეზღუდული უნდა იყოს აგზნებულების მეტის-მეტად დაცემის გამო.

უმოძრაობა ძილის დროს. ძილის ფსიქონერეულ პროცესს ის ახასიათებს, რომ იგი არ იწვევს მოძრაობას. ეს, უეჭველია, იმ გარემოებას უკავშირდება, რომ ძილის ჟამს აგზნებულება შესამჩნევად შემცირებულია არა მარტო ქერქში, არამედ მთელ რეფლექსურ აპარატში. ძილის დროს ფსიქონერეული პროცესები, უეჭველია, გამოიწვევენ მამოძრავებელი პროცესების აგზნებას თავის ტვინის ქერქში. ეს მამოძრავებელი პროცესები არ იძლევიან გარეგან ეფექტს იმიტომ, რომ მათ არ ძალუძთ გამოიწვიონ მოქმედება ქერქს გარეშე ზურგისა და თავის ტვინში მდებარე საკოორდინაციო აპარატებში, რომელთა აგზნებულება აგრეთვე შემცირებულია. როგორც ვიცით, ქერქის მოძრაობათა კოორდინაცია თვითონ ქერქში კი არა ხდება, არამედ ტვინის ქერქს ქვეშ მდებარე ნაწილებში, ე. ი. სწორედ იქ, საიდანაც სწარმოებს ხოლმე საერთოდ რეფლექსების კოორდინაცია. როგორც ზევით ენახეთ, ძილის დროს სუსტდება და ჰქრება დამცველი და საზოგადოდ გარეგანი გაღიზიანებისაგან გამოწვეული მამოძრავებელი რეფლექსები. ეს გვიჩვენებს აგზნებულების მეტად მძლავრ დაცემას ტვინის საკოორდინაციო აპარატებშიაც.

ამნაირად, **ძილში უმოძრაობა იმაზეა დამოკიდებული, რომ ქერქის მამოძრავებელი ფარგლების სუსტ აგზნებას არ ძალ-უძს ძილის დროს აამოქმედოს ქერქს გარეშე არსებული საკოორდინაციო აპარატები, მათი მცირე აგზნებულების გამო.**

დამახასიათებელია ძილისათვის აგრეთვე ისიც, რომ სუბიექტი ძილის დროს გრძნობს თავის თავს მოლაპარაკეთ, ხელფეხით მოძრავს, თუმცა ამავე დროს, ის არ იღებს ხმას და არ ამოძრავებს ხელ-ფეხს. ეს მეტად მნიშვნელოვანი ძილის სიმპტომი ძლიერ ადვილად აიხსნება, თუ ფაქტებს შესაფერად გავარკვევთ. ავიღოთ სამაგალითოდ ლაპარაკი ძილში. ჯერ ენახოთ, რა ფსიქონერეულ პროცესებს აქვთ ალაგი ლაპარაკის დროს ფხიზლობაში? ის ფსიქონერეული პროცესები, რომელნიც რომელიმე საგნის ან მოვლენის წარმოდგენას გამოხატვენ, უკავშირდებიან, ჯერ ერთი, განსაზღვრულ ფსიქონერეულ პროცესს სმენის მიმღებ ფარგალში, რომელიც ამ წარმოდგენის სახელწოდებას გამოხატავს, და მერმეთ, განსაზღვრულ მამოძრავებელ პროცესს მეტყველების მამოძრავებელ აპარატში, საიდანაც იწვევა ხორხის, ენის და საერთოდ პირის ღრუს მოძრაობა ამ სახელწოდების წარმოსათქმელად. როდესაც განსაზღვრული წარმოდგენა ინტენსიური ფორმით მოსდის სუბიექტს, მაშინ იგი გამოიწვევს ხოლმე უპირველესად დასახელების მამოძრავებელ პროცესს. მას მოსდევს ხორხის და პირის ღრუს მოძრაობა: გამოითქმება სიტყვა, რომელიც სუბიექტს ესმის.

ძილში კი, როდესაც ქერქის გარეშე არსებული ელემენტების აგზნებულება დაცემულია, მეტყველობის მამოძრავებელი პროცესი არ იძლევა გარეგან ეფექტს: სიტყვა არ გამოითქმება. მაგრამ მიუხედავათ ამისა სახელწოდების ფსიქონერეული პროცესი სმენის მიმღებელ ფარგალში მოქმედებაში უნდა მოდიოდეს, რადგან ეს უკანასკნელი უკავშირდება ასოციაციით ამ მამოძრავებელ პროცესს. ამნაირად შეიქმნება ხოლმე სიტყვის წარმოთქმის ილიუზია, თუმცა შესაფერი ხორხის და პირის ღრუს მოძრაობა არ სწარმოებს. როდესაც კიდე მძინარე თა-

ვის თავს მოსიარულეთ ან მომუშავეთ გრძნობს, მაშინ ეს გრძნობა იმითი აიხსნება, რომ სათანადო ფსიქონერვული პროცესი, რომელიც გამოიწვევს ქერქის მამოძრავებელი აპარატის მოქმედებას, დაკავშირებულია იმ მამოძრავებელ წარმოდგენათა პროცესებთან, რომელნიც აღმოცენდენ წარსულში თვითონ მოძრაობის შედეგად. ამიტომ ყოველი წარმოდგენა, რომელიც ამუშავებს მამოძრავებელ აპარატს, უნდა გამოიწვევდეს აგრეთვე მამოძრავებელ წარმოდგენებს. აგზნებულების დაცემის გამო მოძრაობა არ ხდება ქერქს გარეშე მდებარე საკოორდინაციო აპარატებში. მამოძრავებელი წარმოდგენები კი მოქმედობენ და განიცდებიან ისეთი სიცხოველით, რომ მოძრაობის სრულ ილიუზიას იძლევიან. ამნაირად, **ძილში ლაპარაკის და ხელების და ფეხების ამუშავების გრძნობა იქიდან წარმოიშობა, რომ ყოველივე წარმოდგენის ძირითადი ფსიქონერვული პროცესი დაკავშირებულია, როგორც ქერქის მამოძრავებელ აპარატთან, აგრეთვე სათანადო მამოძრავებელ წარმოდგენათა პროცესთან, და ამიტომ იწვევს უკანასკნელ პროცესს მაშინ, როდესაც თვითონ მოძრაობაც შეუძლებელი ხდება ქერქს გარეშე აგზნებულების დაცემის გამო.**

ძილში ლაპარაკი და მოძრაობა. იშვიათი არ არის იმისთანა შემთხვევა, როცა სუბიექტი ძილში ხმა-მაღალა ლაპარაკობს, მაგრამ ხშირად ეს მხოლოდ გაუგებარი ლუღლუღია. ჩვეულებრივ გრძელი აზრიდან მხოლოდ რამდენიმე სიტყვა გამოითქმება. **ძილში ლაპარაკი, რასაკვირველია შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც ფსიქონერვული და მამოძრავებელი პროცესები მიმდინარეობენ დიდი ინტენსივობით, როგორც მაგალითად ეს უნდა მოხდეს ზურელე ძილის დროს, ან იმ შემთხვევაში, როცა რამე მიზეზით ქერქს ქვეშ არსებული ტვინის განყოფილებათა აგზნებულება საკმარისად შემცირებული არ არის.** თვითეულს ჩვენგანს ეცოდინება, რომ ყველაზედ ხშირად ძილში იმისთანა სიტყვები წარმოითქმიან, რომელნიც გამოხატავენ: სიხარულს, შიშს, გაჯავრებას და სხვა ძლიერ განცდას, ე. ი. იმისთანა სიტყვებს, რომელნიც ეკუთვნიან ყველაზე მტკიცე და მძლავრ ასოციაციებს.

ძილში ხელის და ფეხის მოძრაობასაც შეიძლება ალაგი ჰქონდეს, მაგრამ ეს უფრო იშვიათად ხდება, ვინემ ლაპარაკი. ხელისა და ფეხის ასამოძრავებლად, რასაკვირველია, საჭირო უნდა იყოს იგივე პირობები, როგორიც ხორხისა და პირის ღრუს ასამოძრავებლად სიტყვის წარმოთქმისათვის. მდებარების ტონუსის უქონლობის გამო ფეხის მოძრაობა არ უნდა იყოს ლოკომოციური, ე. ი. იმისთანა მოძრაობა, რომლის მეოხებით შესაძლებელი იქნებოდა ფეხზედ ადგომით ალაგის ცვლა. მაგრამ ხანდისხან ესეც მოხდება ხოლმე, რასაკვირველია, იმ შემთხვევაში, **როდესაც დიდი ტვინის ქერქის აგზნებულება საკმარისად დამცირებულია, ქერქს ქვეშ მდებარე ტვინი კი პირიქით თავის ნორმალურ აგზნებულებას ინარჩუნებს.** ამიტომ მამოძრავებელი ქერქის აგზნება თავისუფლად გადადის საკოორდინაციო აპარატზედ, სადაც იგი ისეთსავე მოქმედებას იწვევს, როგორც ფხიზლობის დროს.

ლიტერატურა,

1. L. Loewenfeld, Hypnotismus u. Medizin. 1922.
2. Н. Рожанский, Мат. к физиологии сна. 1913. დის. პავლოვის ლაბარატორიიდან.
3. O. Vogt, Zeitsch. f. Hypnotismus. 1897. 6.
4. Г Анреп, Русск. физиол. журн., 1917, 1, 1.
5. В. Добровольский. О ищев. след. рефлексах. 1910. დის. პავლოვის ლაბ-დან.
6. М. Белиц, О след. условных рефлексах. 1917. დის. პავლოვის ლაბორატორიიდან.
7. И. Фролов, Арх. биол. наук, 1922, 21, 159.
8. Бирман, Экспериментальный сон. 1925.დის. პავლოვის ლაბ-დან.
9. Б. Коган, Об иррад. и концетр. угас. торможения в коре больш. пол. 1914. დის. პავლოვის ლაბ-დან.
10. С. Чечулин, Арх. биол. наук, 1923, 23. 142.
11. J. Beritoff, Ueb. d. individuell-erworbene Tätigkeit. d. Z. N. S. Jour. Psych. Neur., 1927 (იბეჭდება).
12. И. Павлов, 2-летний опыт, 1923, გვ. 226.
13. U. Ebbecke, Physiologie des Schlafes. Hand. d. normal. u. pathol. Physiol. 1926. 7, 563.

7. ჰიპნოზი და შთაგონება.

ჰიპნოზის და შთაგონების დახასიათება. ჰიპნოზი იგივე ძილია. გარჩევა იმაში მდგომარეობს, რომ ჰიპნოზში შესული სუბიექტი ადვილად ითვისებს შთაგონებას, ე. ი. ასრულებს ბრძანებისამებრ ამა თუ იმ მოძრაობას, ან კიდევ მოცემულ კითხვაზედ პირდაპირ პასუხს იძლევა. ყველა ეს კეთდება სრულიად შეუგნებლად ავტომატიურად,სუბიექტს ეს არ ახსოვდება. ამგვარად, ჩვეულებრივი ძილის დროს მოძრაობა და ლაპარაკი ჩვეულებრივი მოვლენაა. ეს ჰიპნოზის თავისებურება, როგორც ყველაზე უფრო დამახასიათებელი, საფუძვლად უნდა დაედვას მისი ფიზიოლოგიური მხარის გაგებას. როგორც ვიცით, ჩვეულებრივი ძილის დროს აგზნებულება შემცირებულია როგორც თავის ტვინის ქერქში, ისე ქერქს ქვეშ მთელ ც. ნ. ს.-ში. ჰიპნოზის დროს კი აგზნებულება უნდა იყოს შემცირებული მხოლოდ თავის ტვინის ქერქში. ყველა ცნობილი ფაქტები ჰიპნოზის შესახებ ამას ადასტურებს. ქერქს ქვეშ მდებარე ტვინი ჰიპნოზის დროს ნორმალურ აგზნებულებას ინარჩუნებს. ეს იქიდან სჩანს, რომ ჰიპნოზში მყოფი ადვილად ასრულებს ყველანაირ მოძრაობას. ამას გარდა მას აქვს ჩვეულებრივი მდებარების ტონუსი, ე. ი. მისი ჩონჩხის მუსკულატურა, როგორც ჩვეულებრივ, ფხიზლობისას, მუდმივ და შეუწყვეტელ რეფლექსურ მოქმედებას განიცდის. უფრო მეტიც, ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება კიდეც დავადასტუროთ ქერქს გარეშე მდებარე ტვი-

ნის აგზნებულების აწევა. მაგ., ღრმა ჰიპნოზის დროს იმდენად ძლიერდება გამ-შლელი კუნთების ექსტენსიური ტონუსი, რომ უკანასკნელი კათალეპსიურ მდგომარეობას, მთელი ტანის ექსტენსიურ გაშეშებას იძლევა. ამნაირად, **ჰიპნ-ტური მდგომარეობა ქარაქტერულად ირჩევა ჩვეულებრივ ძილისაგან ფიზიოლოგიის მხრივ. პირველ შემთხვევაში—ჰიპნოზის დროს—აგზნებულება შემცირებულია უმთავრესად თავის ტვინის ქერქში, მეორე შემთხვევაში კი—ძილის დროს—საერთოდ მთელ ც. ნ. ს.-ში.** აი, ამ ქარაქტერული მდგომარეობით აიხსნება ჰიპნოზში მყოფის საკვირველი შთაგონების უნარი. ყოველჯერ, როცა კი აღიძერება ქერქში განსაზღვრული მამოძრავებელი პროცესი, მაშინვე იწყება პერიფერიული ორგანოების მოძრაობა. მას ეუბნებიან, ადგეს და გააკეთოს ესა და ეს საქმე. ის დგება და ნაბრძანები სისრულეში მოჰყავს. ძნელი არ არის გამოვარკვიოთ, თუ ამ დროს რა ფსიქონერვიული პროცესები უნდა სწარმოებდეს. ჰიპნოზში მყოფს აძლევენ წარმოდგენას რომელიმე მოძრაობის შესახებ, რომელიც მან უნდა შეასრულოს. ნათქვამი უღვიძებს მას ასეთსავე წარმოდგენას, უკანასკნელი კიდე თავის მხრით იწვევს ქერქის განსაზღვრულ მამოძრავებელ პროცესის აგზნებას, და ამის საშუალებით განსაზღვრულ მოძრაობასაც.

ჰიპნოზის გამოწვევა. ჰიპნოზი გამოიწვევა ხოლმე ხანგრძლივი და თანაბარი გარეგანი გაღიზიანებით, როგორც ბრეკვიალა საგნის ხედვა, შუბლზე ხელის გადასმა, დაყინებით განმეორება „დაიძინე". ჩვეულებრივი ძილიც შეიძლება იყოს გამოწვეული იმავე პირობებში. ცნობილია, მაგ., რომ კანის ხანგრძლივი მექანაკური გაღიზიანება ძაღლზე იწვევს ძილს (**ს ტ ა ს ნ ო ვ ო რ-სკი** [1]). როდესაც ჰიპნოტიზიორი პირველად აძინებს რომელიმე სუბიექტს, მას უხდება გაცილებით მეტი გარჯა, ვიდრე რამდენიმე დაძინების შემდეგ. შემდეგში საკმარისი ხდება მარტო ერთი რომელიმე ნიშნის მიცემა, ან მარტო ჰიპნოტიზიორის დანახვა იმავე გარემოში, რომელშიაც პირველი დაძინება მოხდა, რომ სუბიექტმა დაიძინოს. ამ შემთხვევაში, ცხადია, ჰიპნოზი ინდივიდური გზით იწვევა. პირველი სეანსის დროს სუბიექტი, რასაკვირველია, იძლევოდა გარემოს გაღიზიანებაზე და ჰიპნოტიზიორის ქცევაზე საორიენტაციო რეაქციას და აგრეთვე სხვა მოძრაობასაც გაღიზიანების მიხედვით. მაგრამ ვინაიდან გარემოს გაღიზიანება და ჰიპნოტიზიორის ქცევა უცცელად მეორდებოდა, ამიტომ საორიენტაციო რეფლექსი უნდა ჩამქრალიყო სეანსის განმეორებისას. საორიენტაციო რეფლექსის ჩაქრობას კიდე უნდა მოსდევდეს სუბიექტის დიდი ტვინის ქერქში უკუქცევითი კავშირების უაღრესი განვითარება საორიენტაციო რეაქციის და სხვა მოძრაობათა აპარატებიდან იმ კერებისკენ, რომელნიც მიმღებლობდენ გარემოს გაღიზიანებათ, ჰიპნოტიზიორის მოქმედებას და თვით ჰიპნოტიზიორს. ამას კიდე მოჰყვებოდა დაძინება შედეგად პერიფერიულ მოძრაობათა შეზღუდვისა, როგორც უკვე ზემოთ აღვნიშნეთ. ანალოგიური ფაქტები ცნობილია აგრეთვე ძაღლებზე **პ ა ვ ლ ო ვ ი ს** ლაბორ-დან. სისტემატიურად ძაღლის წინ ამზადებდენ საკმელს, მაგრამ არ აკმევდენ. ძაღლი ჯერ იწევოდა საკმლისკენ, პირს ილოკავდა, ნერწყვს გამოყოფდა და სხვა. ხოლო რადგან ამას არ მოჰყვა საკმლის მიღება, ეს რეფლექსი ჩაქრა. სამაგიეროდ საკმლის მომზა-

დების დროს ძალლი სთვლემდა, იძინებდა. ბოლოს არა მარტო საკვლის მომზადება. თვითონ ექსპერიმენტატორის დანახვაც იმავე ძილს იწვევდა (ბირმანი [2]).

ამნაირად, ჰიპნოტური მდგომარეობა, ისე როგორც ძილი, შეიძლება გამოწვეული იყოს, როგორც ხანგრძლივი არაჩვეულებრივი გაღიზიანების მიერ, ისე ინდივიდური გზით სულ მცირე გაღიზიანების მიერ, მამოძრავებელი აპარატებთან არსებული უკუქცევითი კავშირების მოქმედების საშუალებით.

შთაგონების წარმოშობა ჰიპნოზის დროს. ახლა ვიკითხოთ. თუ რატომ ჰიპნოზში მყოფი უსათუოდ უგონებს შთამგონებელს, რატომ იგი არ შედის გარჩევაში, როგორც ეს ფხიზლობის დროს ხდება, ე. ი. რატომ ხანდისხან მაინც არ იძლევა უარს? შთაგონების მიხედვით მას შეუძლიან შეასრულოს იმისთანა მოძრაობა, რომელსაც თავის ღღეში არ ჩაიდენდა ფხიზლობის დროს. საქმე იმაშია, რომ ქერქის აგზნებულების დაკნინების გამო მომქმედი ფსიქონერვული პროცესების ჯაჭვი იმდენად იზღუდება და მარტივდება, რომ ჰიპნოზში მყოფს არ შეუძლიან გადავიდეს უწყებულ მამოძრავებელ წარმოდგენიდან სხვა რომელიმე წარმოდგენაზე, რომელიც მოცემული არ არის. ამის გამო მას არ შეუძლიან ასცდეს შთაგონებულ მოძრაობას. თვითეული მამოძრავებელი წარმოდგენის კერა ისე მკვიდრად არის შეკავშირებული განსაზღვრულ მამოძრავებელ ადგილიდან, რომ პირველის აგზნება უსათუოდ უნდა იწვევდეს უკანასკნელის აგზნებას, თუ რამე გარემოება ხელს არ უშლის. ნორმალურ პირობებში ეს აგზნება არ აღწევს მამოძრავებელ ადგილს მხოლოდ მაშინ, თუ ამავე დროს მოქმედობენ სხვა უფრო მეტი ინტენსივობის ფსიქონერვული პროცესები. უკანასკნელთა სათავეებიდან აგზნება მთელს ქერქში ვრცელდება და მით მაღლა სწევს აგზნებულებას საერთოდ ყველგან და კერძოდ იმ კერათა გარშემო, სადაც მოქმედობს მამოძრავებელი წარმოდგენების ფსიქონერვული პროცესები. ამას შედეგად ის მოჰყვება, რომ დასახელებულ კერათა აგზნება თავის მხრივ იფანტება საერთოდ ქერქში და ამიტომ, თანახმად შეუღლებული ირადიაციის კანონისა, იგი აღწევს მამოძრავებელ აპარატს იმდენად მცირე ინტენსიობით, რომ უკანასკნელი მოქმედებაში არ მოდის. ჰიპნოზის დროს კი ალაგი არ აქვთ ამ სხვა უფრო მეტი ინტენსივობის ფსიქონერვულ პროცესებს. ჰიპნოზის დროს გაბატონებულია მხოლოდ ის ფსიქონერვული პროცესი, რომელიც იღვიძება ჰიპნოტიზორისაგან განსაზღვრული მამოძრავებელი წარმოდგენის შთაგონებით. ამიტომ თვითეული მამოძრავებელი წარმოდგენის შთაგონებისას შესაფერი მოძრაობა დაუყოვნებლივ და სრულიად უყოყმანოდ სრულდება.

ჰიპნოზის დროს სუბიექტი მოცემულ კითხვაზედ იმისთანა პასუხს იძლევა, რომელსაც იგი ფხიზლობის დროს არ მოიცემდა. შეგვიძლიან გავამჟღავნებინოთ ყველა მისი საიდუმლო მოსაზრებანი და მოქმედებანი. ეს იმაზედაა დამოკიდებული, რომ მუდამ ხელმძღვანელობას ეწევა ის ფსიქონერვული პროცესი, რომელიც აღიძვრის ჰიპნოტიზორისაგან, აი ამიტომ თვითეული პროცესი უწინა

გონებას და გამოლაპარაკებით ათქმევინებთ მას ყველა საიდუმლოებას, გვიჩვენებს, რომ ჰიპნოზის დროს ძლიერ ადვილად გაბატონდება ხოლმე ერთი რომელიმე ხელოვნურად გამოწვეული ფსიქონერვული პროცესი. ეს პროცესი მუდამ იძლევა თავის საბოლოო ეფექტს, ვინაიდგან მასთან ერთად არ მოქმედობენ სხვა ფსიქონერვული პროცესები, რომელთაც შეეძლოთ ხელი შეეშალათ პირველის წესიერ დაბოლოვებისათვის.

ჰიპნოზის დროს ახალი ფსიქონერვული ასოციაციის განვითარება. ჰიპნოზში მყოფს შეიძლება შთავაგონოთ არა მარტო ცნობილი მამოძრავებელი წარმოდგენა და მით გამოვიწვიოთ განსაზღვრული მოძრაობა, არამედ აგრეთვე შეიძლება მივცეთ განსაზღვრული სრულიად ახალი წარმოდგენა, ე. ი. გამოვიწვიოთ და განვამტკიცოთ მასში ასალი ფსიქონერვული პროცესი. ჰიპნოზის დროს გამოწვეული განსაზღვრული წარმოდგენა, ე. ი. განსაზღვრული ფსიქონერვული პროცესი, არ ისპობა უკვალოდ ჰიპნოზის შემდგომ. თუ მრავალჯერ გამოვიწვევთ ჰიპნოზს და მრავალჯერ შთავაგონებთ ერთსა და იმავე წარმოდგენას, მაშინ შესაფერი ფსიქონერვული პროცესი იმდენად მტკიცდება, რომ იგი შესაფერ პირობებში აგრეთვე ჰიპნოზის შემდგომ, ფხიზლობის დროს მოქმედობს. ამით სარგებლობენ ექიმები ავადმყოფის ზოგიერთი ფსიქიური არა ნორმალობის მოსარჩენად. იშვიათი არ არის, რომ ავადმყოფი სჩივის ტანის რომელიმე ალაგის ტკივილს სრულიად უმიზეზოდ. ექიმები ვერ ჰპოვებენ იმ ალაგას ნამდვილ მიზეზს, პათოლოგიურ პროცესებს. ეს არა ნორმული ფსიქონერვული პროცესები აღმოცენდება კრიტიკა მოკლებული თვითდაკვირვების წყალობით. მაგ., ცნობილია იმისთანა შემთხვევა, რომ პაციენტი სჩივოდა კუპის ტკივილს, რომელიც ვითომდა გამოწვეული იყო კატარით. პაციენტს ჰქონდა ამ ავადმყოფობის ყველა გარეგანი სიმტომები, როგორც. მაგ., პირთ ღებინება. მაგრამ ექიმებმა ვერ დაამოწმეს ასეთი ავადმყოფობა. ბოლოს აღმოჩნდა, რომ ეს მხოლოდ ერთგვარი თვითთაგონების შედეგი იყო. პაციენტს დედა ჰყავდა ამნაირად სნეული. იგი გარდაიცვალა ამ მიზეზით. აი ამ დედის ავადმყოფობის გაელენით მას გასჩენოდა აღნიშნული ფსიქიური ავადმყოფობა. კუპის კატარის გარეგანი სიმპტომების მუდმივი თვალის დევნამ და დედის ჩივილის მოსმენამ კუპის ტკივილების შესახებ შეუქმნა პაციენტს მტკიცედ შეკავშირებული ფსიქონერვული პროცესების განსაზღვრული რიგი: მას მუდამ წარმოდგენილი ჰქონდა ამისთანავე ავადმყოფობისადმი განწყობილება. ამის გამო ბოლოს იგი რწმუნდება, რომ იგი უკვე დედის სისნეულით დაავადმყოფდა. ამას შედეგად ის მოჰყვა, რომ კუპის სულ უბრალო გაღიზიანებაც კი მას ეჩვენებოდა, როგორც კატარისაგან გამოწვეული ტკივილი. ეს ავადმყოფობის წარმოდგენა უკვე არსებული კავშირის გზით იწვევდა მამოძრავებელ წარმოდგენებს ავადმყოფობის სიმპტომებზედ. ეს ისეთის ინტენსიობით ხდებოდა, რომ აღნიშნული მამოძრავებელი წარმოდგენები შესაფერ მოძრაობას წარმოშობდნენ. ცნობილია, მაგ., თუ როგორ ადვილად აღებინებს ადამიანს. საკმარისია ადამიანმა გაიხსენოს რომელიმე ნიეთიერების საზიზღარი გემოვნება, რომ მას მაშინვე ღებინების ნიშნები გამოაჩნდეს. რადგანაც აღნიშნული მოვლენა რამდენჯერმე

მეორდება, ამიტომ მამოძრავებელი წარმოდგენები სწყვეტენ მონაწილეობის მიღებას: კუპის გაღიზიანების მიმღებელ ელემენტებს და იმ ქერქის მამოძრავებელ ადგილებს შორის, რომლებიც კატარის სიმპტომებს იწვევს, ვითარდება მკვიდრი მოკლე გზები. ამის გამო ამ პაციენტის მთელი ფსიქონერვული პროცესების მიმდინარეობა სრული მსგავსებაა იმისი, რაც ემართება მართლაც კატარით დასნეულებულს: კუპის გაღიზიანება იწვევს ღებინებას. ეს პაციენტი ექიმებმა მოარჩინეს შთაგონებით ჰიპნოზის დროს. მას ჩასძახოდნენ, კუპი საღი გაქვსო. ამ შთაგონების რამდენჯერმე განმეორებით იგი განიკურნა: პაციენტი აღარა გრძნობდა კუპში ტკივილს. ეს შთაგონება ეფუძნება ახალი ფსიქონერვული პროცესის განვითარებას, რომელიც თავისი მნიშვნელობით პაციენტის არა ნორმალურ პროცესს უდრიდა. ამას გაუჩნდა ახალი წარმოდგენა, რომ კუპი საღია, რომ მას კატარი არა აქვს. ეს ახლად აღმოცენებული და გამაგრებული ფსიქონერვული პროცესი თავის გავლენას იჩენს აგრეთვე ჰიპნოზის შემდგომაც. ამის წყალობით კუპის უბრალო გაღიზიანება არ მიიქცევს ყურადღებას და აღარ ეჩვენება, როგორც კატარისაგან გამოწვეული ტკივილი. პირიქით, კუპის ყოველივე გაზიღიანება მოაგონებს მას, რომ იგი არ არის კატარისაგან გამოწვეული. ამიტომ იგი აღარც იწვევს გარეგან სიმპტომების მამოძრავებელ წარმოდგენას, ან და პირდაპირ იმ მამოძრავებელ პროცესებს, რომლებზედაც დამოკიდებულია ეს სიმპტომები. ამნაირად, **როგორც ფსიქიური დაავადმყოფება განსაზღვრულ იდეათა თვითშთაგონების წყალობით, აგრეთვე მორჩენა ამნაირ ავადმყოფობიდან პირისპირ მდებარე იდეათა შთაგონებით ჰიპნოტურ მდგომარეობაში, ერთი და იმავე წესით სწარმოებს: ორივე ემყარება განსაზღვრულ ფსიქონერვული პროცესის აღმოცენება-განვითარებას საერთო ფსიქონერვული მოქმედების კანონთა თანახმად.**

ჰიპნოზის სიღრმის მნიშვნელობა შთაგონების მიმართ. ჰიპნოტური მდგომარეობის სიღრმე ერთნაირი როდია. ძილის მსგავსად იგი შეიძლება იყოს როგორც ზერელი, აგრეთვე ძლიერ ღრმა. შთაგონება ყველაზედ კარგად ხდება საშუალო სიღრმის ჰიპნოზის დროს. როგორც ზერელე, ისე ღრმა ჰიპნოზის დროს შთაგონება შეიძლება სულაც არ მოხდეს. პირველ შემთხვევაში ქერქის აგზნებულების მცირე დაწევის გამო ჰიპნოტიზიორისაგან აღძრული ფსიქონერვული პროცესის გარდა უნდა მოქმედობდეს აგრეთვე სხვა ფსიქონერვული პროცესები. ეს უკანასკნელნი კი თავის მხრით ხელს შეუშლიან შთაგონებული ფსიქონერვული პროცესის მიმდინარეობას. მეორე შემთხვევაში პირიქით შთაგონება შეუძლებელია ქერქის აგზნებულების მეტისმეტ დაწევის გამო. ღრმა ჰიპნოტური ძილის დროს სრულიად შეუძლებელი უნდა იყოს საზოგადოდ რამე ფსიქიური განცდები.

ჰიპნოტური ფსიქონერვული პროცესის დახასიათება. შთაგონებული მოძრაობა მუდამ მეტად პრიმიტიულია, ელემენტური, რომელიც შეიძინება ბავშვობის დროს. ჰიპნოზში მყოფი უპასუხებს მხოლოდ იმისთანა კითხვებზედ, რომელნიც კარგად ცნობილია და მასთან მეტად ელემენტურია. **ჰიპნოზის დროს ჩვენ გვაქვს საქმე ყველაზე მარტივ და ყველაზედ მტკიცე და**

გაჰძლე ფსიქონერვულ პროცესებთან. ჰიპნოზის ერთი რომელიმე სიღრმის დროს შეიძლებოდა იგი გამოგვეწვია, როდესაც უფრო ახალი, ნაკლებ მტკიცე და მეტად რთული ფსიქონერვული პროცესის გამოწვევა შეუძლებელი იქნებოდა.

ჰიპნოზის შემდგომ მეხსიერებაში არ რჩება ის, რაც იმოქმედებს ჰიპნოზის დროს. ეს სრულიად გასაგებია. ყოველივე ჩადენილი მოძრაობა გაიხსნება, ერთის მხრივ, მის შეგრძნების და მიღწეული შედეგის ერთი-ერთმანეთთან შეკავშირების წყალობით და, მეორე მხრივ, ყველა ახლობელ წარმოდგენებთან და შეგრძნებასთან მისი შეკავშირებით. ჰიპნოზში მყოფს საკმარისად არ შეუძლიან შეიგრძნოს მოძრაობა და მიღწეული შედეგი, რადგანაც ქერქის აგზნებულება მეტ-ნაკლებად დაცემულია. მაშასადამე, მას არ შეუძლია შეაკავშიროს მოძრაობა და შედეგი როგორც ერთი ერთმანეთთან, აგრეთვე ყველა წინასწარ და მომდევნო წარმოდგენებთან. მაგრამ მეხსიერება თავის არსებით ასოციაციურია. **უწყებული შეგრძნება გვახსენდება მხოლოდ მაშინ, თუ რომ იგი უკავშირდება ან ერთდროულ ან წინასწარ და მომდევნო შეგრძნება—წარმოდგენათა მთელ რიგს. ის შეგრძნებანი კი, რომელნიც განცალკევებით სდგანან, ან მთელი მათი სერია, როგორც ეს ხდება ჰიპნოზის დროს, სულაც არ უნდა გაიხსენებოდნენ.**

ჰიპნოტური მდგომარეობის შეწყვეტა. ჰიპნოტური მდგომარეობა შეიძლება თავისთავად შესწყდეს, ამასთან ის შეიძლება გარდაიქცეს ჩვეულებრივ ძილად, თუ რომ მას ხელოვნურად არ დავიცავთ. მაგრამ შეიძლება გამოვიყვანოთ სუბიექტი ამ მდგომარეობიდან ყოველ მომენტში, თუ რომ მას გაღვიძებას უბრძანებთ. შეიძლება ითქვას, რომ ჰიპნოზში მყოფი გაღვიძებისათვის უნდა სარგებლობდეს გაღვიძების გამომწვევ მამოძრავებელ წარმოდგენით. როდესაც არა სასიამოვნო სიზმარს ვხედავთ, მაშინვე გაჩნდება ხოლმე ერთნაირი წარმოდგენა ამ სიზმრისაგან განთავისუფლების შესახებ. ამ წარმოდგენის გავლენით აქტიურად ვცდილობთ თავისა და მთელი ტანის შერხევას. რამდენიმე წუნაყოფო ცდის შემდგომ ვახერხებთ და ვიღვიძებთ, ე. ი. ძილი სიზმარით ისპობა. ძილი ისპობა იმიტომ, რომ ტანის და თავის შენძრევას მოსდევს მეორედ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათა გავლენით დიდი ტვინის ქერქში აგზნებულების მატება. ამ გვარ მოვლენას უნდა ჰქონდეს ალაგი აგრეთვე ჰიპნოზისგან გაღვიძების დროს. მხოლოდ ეს გაღვიძება უნდა ხდებოდეს უფრო ადვილად, რადგანაც ჰიპნოზის დროს ქერქს ქვეშ მყოფი მოძრაობის საკოორდინაციო აპარატები ჩვეულებრივი აგზნებულებისანი არიან, როგორც ეს ზევით იყო ნაჩვენები.

დამახასიათებელია, რომ ჩვეულებრივი ძილი აგრეთვე შეიძლება გარდაიქცეს ჰიპნოზად: არიან ამისთანა პირნი, რომელნიც ძილში მოძრაობენ და ლაპარაკობენ. ძნელი არ არის ამისთანა პირების შთაგონება ძილში. შეიძლება უბრძანოთ მათ ან მოსთხოვოთ რამის შესრულება ან გამოელაპარაკოთ და გამოჰკითხოთ საიდუმლოები. მე პირადად ვიცნობდი ერთ იმისთანა პირს. ჰიპნოტური მდგომარეობა აღმოაჩნდებოდა. ხოლმე მას იმით, რომ იგი ძილში სხვადასხვა უთავბოლო მოქმედებას სჩადიოდა. მაგ., გამოცდებისათვის მოზადების დროს

ღამე მძინარე წამოჯდებოდა სარეცელზედ, აიღებდა ბატარა ბალიშს, როგორც წიგნს დაიჭერდა ხელში და ლულლულს იწყებდა. ზოგიერთი გარკვეეით წარმოთქმულ სიტყვებიდან სჩანდა, რომ იგი იმეორებდა უკვე გაზეპირებულ ადგილს. შეიძლებოდა დაგვეძახნა მისთვის და გეეთქვა, მოეტანა ჭიქით წყალი: ამას სრულიად უწინააღმდეგოდ ასრულებდა. შეიძლებოდა გამოელაპარაკებოდით და გვეთქმეინებინა რამე საიდუმლოება. გაღვიძების შემდგომ მას აღარ აგონდებოდა ყველა ის, რასაც ამ დროს ჩაიდენდა. ძნელი არ არის აეხსნათ ეს მოვლენა. ალბად ზოგიერთი სუბიექტის ტვინის ქერქს გარეშე არსებული საკოორდინაციო აპარატები უფრო ადვილად და ჩქარა გამოდიან ჩვეულებრივ ძილიდგან, ვინემ თვითონ ქერქი; ე. ი. ამ აპარატების აგზნებულება აღწევს ნორმას უფრო ადრე, ვინემ თავის ტვინის ქერქის აგზნებულება. ამნაირად შეიქმნება ტიპიური სურათი ჰიპნოტური მდგომარეობისა.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. Красногорский, О проц. задержив. и т. д. 1911, დის. ჰავლოვის ლაბ -დან.
2. Бирман, Экспериментальный сон. 1925. დის. ჰავლოვის ლაბ დან.

8. ჰ ა ლ უ ც ი ნ ა ც ი ა.

ჰალუციანაცია იმისთანა ფსიქონერვულ მდგომარეობას ეწოდება, როდესაც წარმოდგენა შეგრძნების ხასიათს ღებულობს. ჰალუცინანტს ესმის ლაპარაკი სრული სიჩუმის დროს, ჰხედავს ადამიანებს და მშვენიერ მიდამოებს სრულიად უღრუბლო ცაზედ.

ჰალუცნაციის გამოწვევა ხშირად გარეგან გაღიზიანებაზეა დამოკიდებული, მაგრამ იგი იწვევა აგრეთვე უამისოდ, მაგ., ხმის გაგონება სრული სიჩუმის დროს, დანახვა კუმეტ ღამეში. ჰალუცინაცია ხშირად ჩვენდა-უნებურად აღმოცენდება, მაგრამ შეიძლება მისი ნებითად გამოწვევეაც. ხშირად ერთი და იგივე ჰალუცინაცია ზედიზედ მეორდება. ყველა ამ შემთხვევებისათვის ჩვენ გვაქვს ერთი და იგივე ახსნა. მუდამ როდესაც აგზნებულება დიდი ტვინის ქერქში რამე მიზეზით მნიშვნელოვნად არის აწეული, მაშინ უაღრესად აგზნებულების მქონე ელემენტები მოდიან აგზნებაში არა მარტო პერიფერიული გაღიზიანების საპასუხოდ დროებითი კავშირების საშუალებით, არამედ აგზნების საერთო ირადიაციის წყალობითაც დროებითი კავშირების უმონაწილოდ. მაშას., ეს ელემენტები მოდიან მოქმედებაში არა მარტო ისეთი გაღიზიანებით, რომელიც შეგრძნებას იძლევა, არამედ რომელიმე წარმოდგენის მიერაც და აგრეთვე სულ უსუსტესი და შეუმჩნეველი გარეგანი და შინაგანი გაღიზიანებითაც.

ჰალუცინაცია ემართებათ ისეთ პირებს, რომელთაც დიდი მგრძნობიარეობა აქვთ, ანდა დიდი ფანტაზიის პატრონებს, ე. ი. ისეთ პირებს, რომელთა დიდი ტვინის ქერქი შედარებით დიდი აგზნებულების არის. ჰალუცინანტი მით ირჩევა ნორმალურ ადამიანიდან, რომ პირველს დიდი ტვინის ქერქში უფრო მეტი აგზნებულება აქვს ვიდრე ნორმალურს. როდესაც დიდი ტვინის ქერქი აგზნებულება აღმატებულია, შეუძლებელია რომ ფსიქონერვულმა პროცესმა ერთი რომელიმე მიმართულებით იწარმოვოს. ეს გამომდინარეობს აგზნების შეუღლებული ირადიაციის კანონიდან. თუ რომ აგზნების ერთ რომელიმე კერასთან იწყება სხვადასხვა დიდი აგზნებულების დროებითი კავშირები, აგზნებას შეუძლია ყველა ამ კავშირებით გაიაროს. ამის წყალობით თვითეული წარმოდგენა სწორედ ისეთი სიცხადით და ცხოველობით ჩნდება, რაც დამახასიათებელია ჩვეულებრივი შეგრძნებისთვის და რაც შეუძლებელია ნორმულ მდგომარეობაში. ასე, მაგ., ჰალუცინანტს შეუძლიან წარმოიდგინოს თავის ნაცნობი ისეთი რეალობით, რომ მისი ნახვის სრული ილუზიას ღებულობს, თითქოს მას მართლაც თვალით ხედავდეს.

ზოგიერთ შეშფოთებაში ჰალუცინანტს შეიძლება რომელიმე მგრძნობიარე ორგანოს დაავადმყოფება აღმოაჩნდეს, მეტ წილად კი იგი გარეგნულად სრულიად საღი ადამიანია. როდესაც სულით ავადმყოფი ჩივის, რომ ძალაუნებურად მისი ხორხი და ენა მოძრაობს სიტყვა „მამისმკვლელის" გამოსათქმელად ან და როდესაც ფეხნერი და ჰენლე გვამცნებენ, რომ მათ სრულ სიბნელეში ის საგნები ელანდებიან, რომელთანაც საქმე ჰქონდათ დღის განმავლობაში, ორივე ეს მოვლენა და საზოგადოდ ყოველივე „idea fix"-ი ერთი და იგივე ხასიათისაა. დიდი ტვინის ქერქში არსებობს რამდენიმე კერა აღმატებული აგზნებულებისა და ეს კერები მოდიან მოქმედებაში ყოველჯერ აგზნების ირადიაციის წყალობით. ეს თავის მხრივ იწვევს ერთსა და იმავე ფსიქონერვულ პროცესს, რომელიც ჩვეულებრივ ნორმულ პირობებში მხოლოდ ერთი განსაზღვრული გალიზიანებით იწვევდა.

აშნაირად, **ჰალუცინაცია შედეგია აგზნებულების გადამეტებით აწევისა დიდი ტვინის ქერქში. ამის გამო ზოგიერთი წარმოდგენა ისეთი დაწკრილებით და ცხოველობით აღმოცენდება რომ იგი შეგრძნების ხასიათს ღებულობს.**

ჰალუცინაციით ვათავებ ფსიქონერვული პროცესების ფიზიოლოგიის განხილვას. შემეძლო აგრეთვე განმეხილა ფსიქოლოგიის მრავალი სხვა საკითხებიც. მაგრამ. ჩემის აზრით, ეს ახალ რამეს არ მოგვცემდა მასთან შედარებით, რაც უკვე ზევით გამოვარკვიეთ მარტივი ფსიქონერვული პროცესების შესახებ. ყოველი რთული პროცესის შესწავლა შეიძლება მხოლოდ მისი განმარტივებითი ანალიზის საშუალებით. ამიტომ მათ განხილვას რომ შევდგომოდით, ბოლოს საქმე გვექნებოდა სწორედ იმავე ელემენტურ პროცესებთან, რომელნიც უკვე გამოვარკვიეთ.

9. არსებობს თუ არა საკუთარი ქერქული ფარგალი რთული ფსქიონერეული პროცესებისათვის.

ზოგადი ცნება „ასოციაციური ცენტრების" შესახებ. დღეს გაბატონებულია ის აზრი, რომ განსაზღვრულ ქერქის ნაწილებს არა აქვთ პირდაპირი ანატომიური დამოკიდებულება არც მგრძნობიარე და არც მამოძრავებელ ორგანოებთან, რომ მათ განსაკუთრებული დანიშნულება აქვთ. სახელდობრ, ეითომდა ეს ნაწილები არც შიმღებელ ფარგლებს და არც ქერქის მამოძრავებელ და სასეკრეციო აპარატებს არ ეკუთვნიან, რომ მათი დანიშნულება რთული ფსიქიური განცდების წარმოებაში მდგომარეობს. ადამიანის ტვინში ამნაირ ფარგალს უპირავს მთელი ქერქის ორი მესამედიო, მაიმუნისაში ნახევარი და ძაღლისაში კიდე უფრო მცირეო. რადგან ამ ფარგლების ნერეული ელემენტები კომისურული ბოჭკოებით უერთდებიან როგორც ერთი ერთმანეთს, ისე ცნობილ მიმღებელ ფარგლებს, ამიტომ ისინი უნდა ღებულობდნენ იმპულსებს ამ უკასასკნელებიდან და აქვე თავისას უნდა გზავნიდნენო. ამის გამო აღნიშნულ ფარგლებს უწოდეს „ასოციაციური ცენტრები".

ეს ფარგლები ფილოგენიის მიერ ახლად წარმოშობილი უნდა იყვესო და ამიტომ მათ უკავშირებენ ფსიქიკის განვითარებას; სთელიან მათ ცნობიერების თუ ინტელექტის მთავარ ბუდედ, როგორიც შეგნებული მოქმედებაა, ცნობიერებითი ორიენტაცია და სხვა.

ფლეხსიგის გამოკვლევა დიდი ტვინის მიელინიზაციის შესახებ. ზემო აღნიშნული შეხედულობის მთავარი საფუძველი ფლეხსიგის (Flechsig [1]) ჰისტოლოგიურ გამოკვლევებში არსებობს. თუ ვიხელმძღვანელებთ ბოჭკოთა მიელინიზაციის—მიელინით დაფარვის დროთი ებრიონული განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე, შესაძლებელია მთელი ქერქი 36 მიელინოგენურ ველად გაიყოს. 1) ზოგი მათგანი მიელინს იღებს განვითარების პირველ საფეხურზე დაბადებამდე. ასე ხდება მიმღები ფარგლებსა და მამოძრავებელ ადგილებში. 3) მეორე ჯგუფი მიელინს იღებს დაბადების შემდეგ 3 4 კვირის განმავლობაში. 2) ყველა დანარჩენი ველები კიდე მიელინიზაციას განიცდის უფრო გვიან. მეორე და მესამე ჯგუფის ველებს ეკუთვნის „ასოციაციური ცენტრებიო". ისინი დაიჭერენ ქერქის წინა ნაწილს ანუ შუბლის რაიონს (წინა ასოციაციური ცენტრი), შუა ან კუნძულოვან ნაწილს (insula Reilii) და უკანა რაიონს ანუ საფეთქელ—თხემ—კეფის ნაწილს (უკანა ასოციაციური ცენტრი). ეს უკანა რაიონი ყველაზე უფრო ვრცელია. იგი დაიკავებს მეორე და მესამე საფეთქლის ხვეულს, კეფის სამივე ხვეულის წინა ნაწილებს. ყველა თხემის ხვეულებს და შიგნიდან praecuneus-ს, ფუძეზედ g. lingualis-ს და fusiformis-ს.

ფიზიოლოგიური და კლინიკური გამოკვლევები შუბლის ტვინის „ასოციაციური ცენტრის" შესახებ. ფლეხსიგის მოძღვრებას „ასოციაციური ცენტრების" შესახებ მიმდევრები არ აღმოაჩნდა. ხოლო საზოგადოდ ძალიან გავრცელებულია ის აზრი, რომ ეითომც შუბლის

წილში მთავარი ფსიქიური ცენტრი არსებობდეს. აღნიშნულ მოსაზრებას ერთ-გვარი საფუძველი გამოუნახეს როგორც ფიზიოლოგიურ გამოკვლევებიდან, ისე კლინიკურ დაკვირვებიდან. დიდი ხანია შემჩნეული იყო, რომ ძაღლებზედ შუბლის წილის ამოჭრისას ფსიქიკა ერთგვარ ცვლილებას განიცდის: ძაღლი ანჩხლდება, სულ მცირე მექანიკური გაღიზიანებაც კი მძლავრ აგრესიულ რეაქციას იწვევს. ამასთან მისი მოძრაობა ფიცხელი და მასთან უხერხული ხდება. ყველა ამ ფაქტების ნიადაგზედ შუბლის წილს მიაწერეს გარდა ინტელექტურ მოქმედებათა წარმოებისა აგრეთვე შეკავების წარმოება ყველა თანშობილ რეფლექსთა მიმართ (Goltz [7]), Hitzig [8]), Ferrier [9]), Franz [10]).

მრავლად იყო შეკრეფილი აგრეთვე კლინიკური მასალა, საიდანაც ნათლად სჩანს, რომ ადამიანზედაც შუბლის წილის დაზიანებას ანალოგიური ცვლილება მოჰყვება; ხასიათის და ყოფა-ქცევის შეცვლა, ამავე დროს რამე სიდამბლე კი მათ არა აქვთ. ამნაირი ავადმყოფები იჩენენ სიფიცხეს, მოუთმენლობას, სასტიკ ეგოიზმს, ქარაქტერის და გუნების უმუდმივობას, სიანჩხლეს და სხვა. მათ ეტყობათ ცვლილება მორალურ სფეროშიაც. ინტელექტიც უეჭველია სუსტდება. ემოციური მხარე პირიქით ძლიერდება, რადგან თავის შეკავების უნარი მცირდება. ნეეროლოგების აზრით, ჰემისფეროთა შუბლის წილი უმთავრეს ინტელექტის ბუდეს უნდა წარმოადგენდეს (Jastrowitz და სხვები).

აგრეთვე მრავალჯერ იყო შესწავლილი ძაღლებზედ ჰემისფეროთა უკანა ნაწილის დანგრევის შედეგი. ამ შემთხვევაში ძაღლის ხასიათი პირიქით მშვიდდებოდა, თუმცა ინტელექტს დიდი შესუსტება ეტყობოდა. საერთო სურათი წინააღმდეგი იყო ამისა, რაც შუბლის წილის დანგრევას მოჰყვება ხოლმე.

ადამიანზედ უკანა წილის დაზიანებას მოჰყვება მხედველობის მოშლილობა, და, თუ დაზიანება მეტად ფართოა, მაშინ საერთოდ მხედველობის უნარის დასუსტება დაბრმავებამდის. ცხადია, უკანა წილის დანგრევისას შეუძლებელი ხდება სწორი ურთიერთობა გარეგან არესთან. თუმცა ამავე დროს ყველა ის, რაც შეეხება პიროვნებას, სუბიექტის საკუთარ ორგანიზმს, აგრეთვე მის აზროვნებას და ნებისყოფას, უცვლელი რჩება. რასაკვირველია, მხედველობის უნარის მოშლილობასთან ერთად ირღვევა საერთოდ ცნება საგნისა, იგი ხდება უსწორ-მასწორო, მოკვეცილი, ვინაიდგან ამ ცნებიდგან ისპობა მთელი ის ნაწილი, რომელიც მხედველობის მიმღები ფარგლის საშუალებით იყო აღმოცენებული.

ამასთან ერთად არსებობს მრავალნაირი გამოკვლევებიც ცხოველებზედ, როდესაც შუბლის წილის დაზიანება ინტელექტის არსებით დაუძლურებას არ იძლეოდა, ან და მას დროებითი ხასიათი ჰქონდა (Munk [11], Kalischer [12]). აგრეთვე კლინიკური დაკვირვებაც იძლევა ისეთ შემთხვევებს, როდესაც შუბლის წილის დაზიანებისას ადამიანის ფსიქიური მდგომარეობა—მეხსიერება, ხასიათი, მსჯელობა სრულიად უვნებელი იყო (Blaquiere [13]). ამიტომ არის, რომ ბოლო დროს „ასოციაციური ცენტრის“ მცნებას ზოგიერთი ნეეროლოგი ეკვის თვალით უყურებდა (მონაკოვი [14]). ამ საკითხის საბოლოო გარდაწყვეტა პავლოვის ლაბორატორიას უნდა მივაკუთვნოთ.

ექსპერიმენტული კამოკვლევა ინტელექტის ბუდისა პავლოვის მეთოდით. პავლოვის ლაბორატორიაში შეისწავლიდნენ

ინტელექტურ, ინდივიდურ მოქმედებას ჰემისფეროთა ქერქის წილობრივ მოშორებისას. როდესაც ძაღლს მოაჭრიდნენ დიდი ტვინის უკანა ნახევარს, მაშინ ყველა შემთხვევებში მოშლილობას განიცდიდა სინათლის, ბგერის და კუნთ-კანის მიმღები ფარგლები. ამასთან ხანდისხან სრულიად ისპობოდა სინათლის და ბგერის მიმღები ფარგლების მოქმედება, ე. ი. ყოველი წინასწარ განვითარებული სანერწყვო ინდივიდური რეფლექსი ბგერის და სინათლის საპასუხოდ ისპობოდა და ხელახლად მისი აღორძინება შეუძლებელი ხდებოდა. მიუხედავად დიდი ხნით მეცადინეობისა. კუნთ-კანის მიმღები ფარგალი ამ ცდებში ნაწილობრივ ზიანდებოდა და ამის მიხედვით ინდივიდური რეფლექსებიც კუნთ-კანის საპასუხოდ წილობრივ იშლებოდა. პირიქით, ყნოსვის მიმართ ეს ძაღლები ჩვეულებრივ დიფერენცირებულ რეფლექსებს იძლეოდენ. ამიტომ ეს ძაღლები სცნობდნენ საკმელს და აგრეთვე პატრონს, თუ იგი ახლოს იყო (ку д р и н и [2]), ტ о п о р о в и [3]). იმ ძაღლებზედ, რომელთაც მთელი თხემის ფარგალი ამოაჭრეს, შემდეგ კეფის დიდი წილი და შუბლის ზემო ნაწილი ორივე ჰემისფეროში, დამტკიცებული იყო როგორც ძველი ინდივიდური რეფლექსების შენარჩუნება, ისე ახალი რეფლექსების აღმოცენება სინათლის, ბგერის და ყნოსვის საპასუხოდ. ამავე დროს გაჰქრა ძველი რეფლექსები კუნთ-კანის გაღიზიანების საპასუხოდ და ახლის განვითარებაცშეუძლებელი იყო (о р б е л и [4]), ე. ი. სწორედ იმ გაღიზიანებათა საპასუხოდ, რომელთა მიმღებლობა ნორმალურად სწორედ მოშორებული ნაწილებით სწარმოებს.

შუბლის წილის ფიზიოლოგიაც გამოკვლეული იყო იმავე წესით. თუ მოშორდა მთელი ქერქი ჰემისფეროთა წინა ნახევარში g. sigmoideus-ის უკანა საზღვრამდე, მაშინ ისპობა ინდივიდური რეფლექსის მოქმედების უნარი როგორც კუნთ-კანის გაღიზიანებაზე, ისე სინათლით და ბგერით გაღიზიანების საპასუხოდ; მაგრამ შენარჩუნებული იყო ინდივიდური რეფლექსის უნარი პირის ღრუს (წყლით) გაღიზიანების საპასუხოდ (д е м и д о в и [5], к у р а е в и с [15]). თუ რომ საყნოსავი წილი დაუზიანებელი რჩებოდა, მაშინ ინდივიდური სანერწყვო რეფლექსი ვითარდებოდა აგრეთვე საყნოსავი ორგანოს გაღიზიანების საპასუხოდ (с а т у р н о в и [16]). სინათლისა და ბგერის საპასუხო სანერწყვო რეფლექსები ისპობოდა მიუხედავად სინათლისა და ბგერის მიმღებელ ფარგალთა დაუზიანებლობისა. ამას მიაწერდენ ამ ფარგალთა და სანერწყვო ცენტრებს შორის კავშირის გაწყვეტას (д е м и д о в и [5]).

ამ გამოკვლევებიდან ცხადად სჩანს, რომ **არავითარი განსაკუთრებითი „ასოციაციური ცენტრი“ დიდი ტვინის წინა ნახევარში** (Flechsig) **და არც თხემის წილში** (Demoor) **და არც სხვაგან არ უნდა არსებობდეს.** თვითეული ქერქის ფარგლის დანგრევას მოსდევს დასუსტება ან გაქრობა იმ ინდივიდურ რეფლექსებისა, ე. ი. იმ ასოციაციებისა, რომელნიც ამ ფარგლის საშუალებით აღმოცენდნენ. სხვა ინდივიდური რეფლექსები სხვა ფარგლების საშუალებით წარმოებული პირიქით სრულიად უცვლელად ვითარდება და მიმდინარეობს.

აღნიშნული ქარაქტერული მოვლენა, რომ დიდი ტვინის წინა ნახევრის ამოჭრისას ძაღლს ხასიათი ეცვლება: მეტი სიანჩხლე, მეტი სიფიცხე და მოუსვენრობა მოსდის, აიხსნება ჯერ ერთი იმით, რომ ამნაირი ოპერაციის შემდეგ ძაღლი

ჰკარგავს საერთოდ ინდივიდური მოძრაობის უნარს, რის გამოც მრავალი მნიშვნელოვანი და მიზანშეწონილი მოძრაობა სრულიად ნისპობა, ამიტომ გარეგანი გაღიზიანება იწვევს მხოლოდ თანშობილ მამოძრავებელ რეფლექსებს, რომელთა მიზანშეწონილ მოქმედებას არ შეიძლება რაიმე კონტროლი გაუკეთდეს ქერქის მხრით პირადი გამოცდილების ნიადაგზე. მერე იმით, რომ მამოძრავებელი აპარატი და კუნთ-კანის მიმღები ფარგლის დაზიანებას მოსდევს განუწყვეტლივი გაღიზიანება პრილობის მიერ იმ გზების, რომელნიც აქედან საკოორდინაციო აპარატებისკენ მიიმართვიან. ეს გაღიზიანება მუდმივია, იგი არ ისპობა წლების განმავლობაშიაც, როგორც ამას ადასტურებს პავლოვი [6]). ამის მიზეზით საკოორდინაციო აპარატები განუწყვეტლივ ერთგვარ სუბმინიმალურ გაღიზიანებას განიცდის და მასთან ერთად აგზნებულების მნიშვნელოვან მომატებას. ამიტომ ამნაირ ძაღლზე მეტად ინტენსიური თანშობილი რეფლექსები გამოიწვევა ხოლმე იმისთანა სუსტი გაღიზიანებით, რომელიც ნორმულ ძაღლზე ან სულ არ იმოქმედებდა ან და მცირე რამ მოძრაობას მოიცემოდა. ცხადია, რომ შუბლის წილს მოშორებული ძაღლი ფიცხელ და გაძლიერებულ თანშობილ რეფლექსურ მოქმედებას იჩენს. იმიტომ კი არა, რომ მას შეკავების ცენტრი მოშორდა, არამედ ზემო მოყვანილ გარემოების გამო: ინდივიდურ მოძრაობათა შეუძლებლობით და მამოძრავებელ საკოორდინაციო აპარატებში აგზნებულების მომატების გამო.

ამნაირად, პავლოვთან ერთად შეიძლება დავსკვნათ, რომ **დიდი ტვინის ჰემისფეროები წარმოადგენენ მიმღები ფარგლების კრებას, რომლებიც გარეგანი და შინაგანი არეს სირთულეს ცალკე ელემენტებად და მომენტებად დაყოფენ და შემდეგ ამ რიგად დაყოფილ ანალიზურ მოვლენებს უკავშირებს ერთი ერთმანეთს და მერე ამა თუ იმ ორგანიზმის მოქმედებას იმ საპასუხო მამოძრავებელ და სასეკრეციო ადგილების საშუალებით, რომელნიც იქვე მიმღებელ ფარგლებში მდებარეობენ.** მაშასადამე, მთელი ქერქი მიმღებ ფარგლებისაგან და საპასუხო მამოძოავებელ—სასეკრეციო ადგილებიდან უნდა შესდგებოდეს. მათგან სრულიად თავისუფალი ალაგი არ უნდა სუფევდეს. პავლოვის მტკიცებით, თვითეულ მიმღებ ფარგალს ბევრად უფრო მეტი ალაგი უნდა ეჭიროს, ვიდრე ამას სცნობენ; ამასთან თვითეული მიმღები ფარგალს არ უნდა ჰქონდეს სრულიად განსაზღვრული ტერიტორია: ერთის ფარგალი წილობრივ მეორეში უნდა გადადიოდეს, როგორც ეს პავლოვის ლაბორატორიაში ძაღლებზე იყო დამტკიცებული.

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა,

1. P. Flechsig, Neur. Centralbl. 1894. 13, 606.—1895. 14. 1118, 1177. 1898. 17. 977.—1899. 18. 1060.—1903. 22. 202.—Gehirn u. Seele. 1896. Leipzig.—Lokalisation d. geistigen Vorgänge. 1896. Leipzig.
2. А. Кудрин, Усл. рефлексы при удалении задних половин больполушарий. 1910. დის. პავლოვის ლაბ-დან.

3. И. Топоров, Усл рефы с глаза при удалении затыл. долей сол. пол. собаки. 1908. დის. პავლოვის ლაბ-დან.
4. А. Орбели, Тр. общ. русс. вр., Март — май. 1908.
5. В. Демидов. Усл. реф. без перед. пол. 1909. დის. პავლ. ლ-დან.
6. И. Павлов, 20-летний опыт, 1923, გვ. 143.
7. F. Goltz, Pflüg. Ar., 1881—1882, 26—27.
8. Hitzig, Untersuchungen üb. d. Gehirn. 2 Aufl. 1904.
9. Ferrier, Vorlesungen üb. d. Hirnlokalisation. 1892.
10. S. Franz, Journ. philos. psychol. etc., 1910, 7, 673.
11. Munk, Sitz.-ber. Akad. Wiss. Berlin, 1899, 1900, 1901. Ueb d. Funktionen d. Grosshirnrinde, 2. Aufl. Berlin. 1890.
12. Kalischer, Med. Klinik, Nr. 35. 1910.
13. Blaquière, C. R. acad. des sciences, Paris. 1344. გვ. 615
14. v. Monakow, Die Lokalisation des Grosshirns, 1914, გვ. 874.
15. С. Кураев, Иссл. соб. с нар. перед. дол. 1912 დის. პავლ. ლ-დან.
16. Н. Сатурнов, Дальн. иссл. усл. реф. без пер. пол. 1911. დის. პავლ. ლ-დან.

10. ფსიქონერვული რეაქციის ფარული პერიოდი.

ზოგადი ცნება. ფსიქონერვული რეაქციის ფარულ პერიოდს უწოდებენ იმ დროს, რომელიც გადის გაღიზიანების მომენტიდან საპასუხო ნებითი ანუ საზოგადოდ ქერქული მოძრაობის დაწყებამდის. ზემოთ გაეეცანით იმ მოვლენას, რომ ცნ. ს.-ში ნერვული მოქმედების გავრცელებას შედარებით ნერვის ღეროსთან გაცილებით მეტი დრო სჭირდება, რომ ეს ზედმეტი დრო ერთი ნეირონიდან მეორეზე გადასვლის უნდება. მაშასადამე, რეფლექსური მოქმედების გავრცელება დიდი ტვინის საშუალებით მეტად დიდს დროს მოუნდება, რადგანაც იგი მრავალჯერ უნდა გადავიდეს ერთი ნეირონიდან მეორეზე. ეს ასეც არის. დიდი ტვინის საშუალებით ნაწარმოები მოძრაობა გარეგანი გაღიზიანების საპასუხოდ ბევრად უფრო ხანგრძლივ ფარულ პერიოდს საჭიროებს, ვიდრე ზურგის ტვინის საშუალებით. ეს ფარული პერიოდი არას დროს წუთის 0,1-ზედ ნაკლები არ არის. პირიქით ზოგიერთა სუბიექტებზედ 0,3 0,5 წუთამდე ადის.

მეთოდიკა. ფსიქონერვული რეაქციის დრო ასე ნარტივად შეისწავლება. სუბიექტის რომელიმე ბგრძნობიარე ორგანოზე შესაფერი გაღიზიანებით მოქმედობენ. სუბიექტმა იგი უნდა შეიგრძნოს და ამ შეგრძნებისთანავე წინდაწინვე განსაზღვრული მოძრაობით უპასუხოს. რაგ., თითის აწევით. გრაფიკული მეთოდი და ელექტრო-მაგნიტური სიგნალის საშუალებით შეიძლება ეს დრო — გაღიზიანების დაწყებიდან მოძრაობის დაწყებამდე — სისწორით გამოვარკვიოთ. ფსიქოლოგიის ლაბორატორიებში იხმარება სხვადასხვა რთული აპარატური იარაღები ამ ფარული პერიოდის გამოსარკვევად, როგორც რაგ., ექსნერის ნეირამებიმეტრი, ჰიპის საათი. ფიზიოლოგიის ლაბორატორიებში შესაფერ ცდას სხვადასხვა მარტივი იარაღების შეერთების საშუალებით აწყობენ. ეს მო-

წყობილება შეიძლება სრულიად საკმარისი იყოს ფსიქონერვული პროცესის ფარული პერიოდის დაწვრილებით გამოსარკვევად. ამ მიზნებისათვის იარაღების სანიმუშო გაწყობა და შეკრება მოცემულია მე-165 სურათზედ.

ფარული პერიოდის ოდნობა სხვადასხვა პირობის მიხედვით. სამხედველო ორგანოს გაღიზიანების საპასუხოდ ფსიქონერვული მოძრაობა სწარმოებს სულ მცირე 0.17...0, 2 წუთის განმავლობაში. სასმენო ორგანოს გაღიზიანებისას ეს დრო უფრო მცირეა—საშუალოთ 0,13 0,15 წუთი. კანის გაღიზიანების საპასუხოდ, მაგ., სუსტი ელექტრული გაღიზიანებისას, რეაქციის ფარული პერიოდი სწირად ცოტა ნაკლებია, ვიდრე მხედველობითი გაღიზიანების მიმართ, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში ისეთივეა, როგორც ამ უკანასკნელისას. თუ გაღიზიანების ინტენსიობა მეტად მცირეა, ეს ფარული პერიოდი მატულობს და ამ შემთხვევებში ყველა ორგანოების მიმართ მისი ხანგრძლივობა ერთი და იგივეა, მაგ., 0,33 წუთს უდრის. ცხადია აქედან, რომ **რაც უფრო მგრძნობიარე იქნება გაღიზიანებული ორგანო და რაც უფრო მძლავრი იქნება თვით გაღიზიანება, მით უფრო მცირე უნდა იყოს რეაქციის ფარული პერიოდი.** (Exner [1]). v. Kries და Auerbach [2]), და სხვ).

დიდი მნიშვნელობა აქვს ფარული პერიოდის ცვალებადობაში **სუბიექტის ვარჯიშობას** ამნაირი რეაქციის წარმოების მიმართ. პირველი ცდა მუდამ უფრო ხანგრძლივი რეაქციის დროთი თავდება, ვიდრე მოსდევენონ.

რაც უფრო რთულია ის ფსიქონერვული პროცესი, რომელიც შეგრძნებასა და მამოძრავებელ იმპულსებს შორის სწარმოებს, მით უფრო ხანგრძლივია ფარული პერიოდი. მაგ., საშხედველო ორგანოს გასაღიზიანებლად რომ ვიხმაროთ ორი ფერი, ხოლო სუბიექტმა პირობის მიხედვით მარტო ერთს მათგანზე უპასუხოს. მაშინ ფარული პერიოდი უფრო დიდხანს გრძელდება, ასე 0,03 წუთით მეტხანს. ამ პირობაში ფსიქონერვული პროცესი რთულდება, რადგან მასში შედის არჩევანი-განსხვავება და განცნობიერება. მეორე მაგალითში შეიძლება ასე გავართულოთ ფსიქონერვული პროცესი: სუბიექტმა უნდა უპასუხოს ერთს გაღიზიანებაზე მარჯვენა ხელით, მეორეზე კიდე - მარცხენათი. ამ შემთხვევაში მან ჯერ უნდა გაიგოს, რომელი გაღიზიანება მოქმედობს და მერე მოიგონოს. რომელი ხელით უნდა უპასუხოს. ამნაირი რთული არჩევანის გამო ფსიქონერვული პროცესის ფარული პერიოდი 0,15 წუთით მეტ ხანს გაგრძელდება (v. Helmholtz [3]) და Baxt [4]). რაც უფრო კარგად ირჩევა პირობითი გაღიზიანება სხვა გარეშე გაღიზიანებათაგან, იმდენად უფრო სწრაფად სწარმოებს ფსიქონერვული პროცესი. პირიქით, როდესაც გარჩევა გაძნელებულია, მაშინ რეაქციის დრო მეტად დიდია. ამ გზით შეისწავლება არამც თუ ფსიქონერვული პროცესის ხანგრძლივობა, აგრეთვე მისი სიძნელე და სირთულე.

ფსიქონერვული პროცესის ხანგრძლივობის რომელიმე პირობა შეილეძება სხვადასხვა მიმართულებით შეიცვალოს, და ამისდა მიხედვით თვით გამოშოკვლევის პრობლემაკ შეიცვლება. მაგ., შეიძლება ერთგვარ პირობებში შეისწავლონ **ასოციაციის აღმოცენების სისწრაფე.** სუბიექტს შეუთანხმდებიან, რომ მან განსაზღვრული სიგნალის საპასუხოდ უნდა დაასახელოს რომელიმე შესაფე-

რისი სიტყვა. ეტყვიან, მაგ., „ქალაქი". მან უნდა უპასუხოს რომელიმე ქალაქის სახელით. ასეთნაირად შეისწავლება ყოველნაირი ასოციაციის მსვლელობის სისწრაფე.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ფსიქონერვული რეაქციის ფარული პერიოდის ცვალებადობაში იმას, თუ რაზეა მიქცეული სუბიექტის ყურადღება: გარეგან სიგნალზე თუ მის საკუთარ მოძრაობაზე. **რეაქციის დრო უფრო მოკლეა იმ შემთხვევაში, როდესაც ყურადღება მოძრაობაზეა მიქცეული** (Lange[5]).

ფსიქონერვული პროცესის ხანგრძლივობა. აქამდე მხედველობაში გვქონდა ის რეაქციის დრო, რომელიც უნდება გარეგან სიგნალიდან მოყოლებით საპასუხო მოძრაობის დაწყებამდე. ამაში შედის სხვათა შორის ფსიქონერვული პროცესის ხანგრძლივობა, ე. ი. ის დრო, რომელიც ქერქულ პროცესს უნდება მიმღებ ფარგლიდან მამოძრავებელ აპარატამდე. ეს დრო, რასაკვირველია, მით უფრო დიდი იქნება, რაც უფრო რთული დროებითი გზით მიმდინარეობს აღნიშნული ქერქული პროცესი. რადგან თვითონ თანშობილი რეფლექსების მოქმედება მეტად დიდის დაყოვნებით ვრცელდება, ამიტომ უბრალო საქმე არაა იმის გათვალისწინება, თუ საერთო ფარული პერიოდიდან რომელი წილი უნდება ფსიქონერვულ პროცესს და რომელი სხვა დანარჩენი რეფლექსური რკალის ნაწილების პროცესებს.

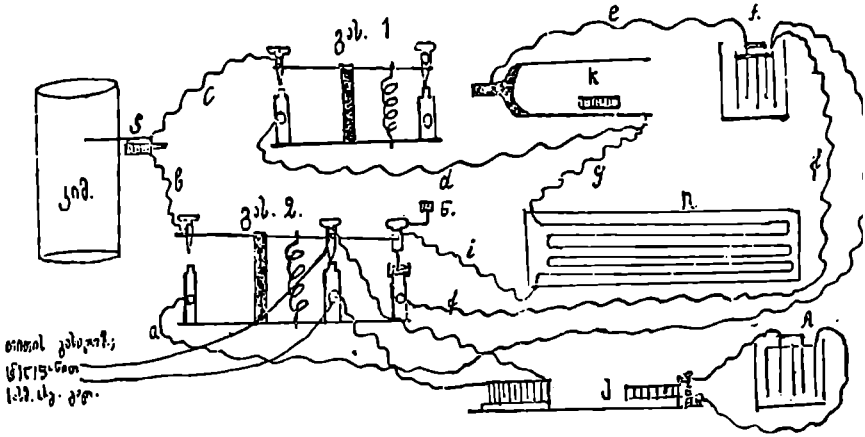
ეს საკითხი ასე იყო გამოკვლეული. იმავე წესით, რომელიც ზევით აღვნიშნეთ ფსიქონერვული რეაქციის დროს გამოსარკვევად, შესწავლილი იყო ადამიანზედ რეფლექსური რეაქციის ფარული პერიოდი მტკივნეულ გაღიზიანების საპასუხოდ. სუბიექტს უკეთებენ თითზე ელექტროდებს და უღიზიანებენ მას მძლავრი ინდუქციის კვეთებებით, რასაც შედეგად რეფლექსური მოძრაობა მოჰყვება—ხელის მოხვრა და მასთან სრულიად უცნობიეროდ. როდესაც სუსტი ელექტრული გაღიზიანება ერთს სუბიექტზედ იძლევოდა ფსიქონერვულ რეაქციას, ე. ი. ხელის ცნობიერ მოხვრას თითის აწევით—0,19—0,20 წუთის განმავლობაში, მაშინ მძლავრი მტკივნეული გაღიზიანება იმავე მოძრაობას, მაგრამ უცნობიეროდ, 0,10—0,12 წუთის განმავლობაში იწვევდა. აქედან ცხადია, რომ ფსიქონერვული რეაქციის დროდან ქერქის ფსიქონერვულ პროცესზე მოდის დაახლოვებით 0,09—0,08 წუთი (ბერიტაშვილი[6]).

დროებითი კავშირის აგზნებულების მნიშვნელობა ფსიქონერვული პროცესის ხანგრძლივობის მიმართ. დროებითი კავშირის აგზნებულებას, ერთის მხრივ, და საერთოდ ქერქის აგზნებულებას, მეორე მხრივ, დიდი გავლენა აქვს აგზნების გავრცელების სისწრაფეზე დროებითი გზებით, ამიტომ ფსიქონერვული პროცესის სისწრაფე უნდა ცვალებადობდეს მისდა მიხედვით. თუ რა ფუნქციურ მდგომარეობაშია თვით დროებითი გზა და საერთოდ ქერქი.

დროებითი გზის აგზნებულება მატულობს თანდათანობით მისი განვითარებისას. ცხადია, დროებით გზაში ნერვული პროცესის სისწრაფეც უნდა ცვალებადობდეს მისი განვითარების მიხედვით. იგი პირველ ხანს უფრო ნაკლები უნდა იყვეს, ვიდრე შემდეგში. მაშ., რეაქციის ფარული პერიოდიც პირველ ხანს

უნდა უფრო ხანგრძლივი იყოს, ვიდრე შემდეგში. სწორედ ასეც არის ხოლმე ფსიქონერვული რეაქციის შესწავლისას, როგორც ეს ზეით აღნიშნეთ.

როდესაც დროებითი გზის ერთი ნაწილი ზედმეტად არის აგზნებული, ცხადია, ფსიქონერვული რეაქციის სისწრაფე იმატებს. ასე ხდება ხოლმე, მაგ.. როდესაც ქერქის მამოძრავებელი აპარატის აგზნებულება აწეულია. ზეით იყო ნაჩვენი რომ, როდესაც სუბიექტის ყურადღება მიქცეულია მის საკუთარ მოსალოდნელ მოძრაობაზე გაღიზიანების საპასუხოდ, მაშინ ფსიქონერვული რეაქციის დრო კლებულობს (ლანგე). ეს მოვლენა სწორედ იქიდან წარმოსდგება, რომ აღნიშნული ყურადღების გამო მამოძრავებელი აპარატი ერთგვარ სუბმინიმალური აგზნების გაელენას განიცდის. ამასთან ერთად, რასაკვირველია, მატულობს მისი აგზნებულებაც. ეს კიდევ თავის მხრივ აჩქარებს მის საშუალებით ნაწარმოებ რეაქციას.



სურ. 165.

სურ. 165. იარაღების სქემატური განწყობილება ფსიქონერვული რეაქციის ფარული პერიოდის შესასწავლად. განმარტება იხ ტექსტში (ბერიტაშვილი).

საერთოდ ქერქის აგზნებულობის მნიშვნელობა ფსიქონერვული რეაქციის ხანგრძლივობის მიმართ. საერთოდ ქერქის აგზნებულებასაც დიდი გავლენა აქვს განსაზღვრული გზით ფსიქონერვული პროცესის სისწრაფეზედ. როდესაც საერთოდ ქერქის აგზნებულებაც აწეულია, მაშინ აგზნების გაფანტვა დროებითი გზის ელემენტებიდან იმდენად დიდი იქნება, რომ თანახმად აგზნების შეუღლებული ირადიაციისა მამოძრავებელი აპარატის ამოქმედება ნაკლები ინტენსივობით მოხდება. ამისდა მიხედვით აქედან საკოორდინაციო აპარატის საშუალებით პერიფერიული ორგანოს ამოძრავება უფრო მეტი ფარული პერიოდით იწარმოვებს, ვიდრე სხვა პირობებში. როგორც ცნობილია, საკოორდინაციო აპარატის ამოქმედება მით უფრო დიდ დროს თხოუ-

ლობს, რაც უფრო ნაკლებია მისი ამგზნებელი ძალა. სწორედ, ამასვე გვიმტკიცებს ფსიქონერვული ფარული პერიოდის შესწავლა სხვადასხვა ტემპერამენტიან სუბიექტებზე. ერთს მეტად აგზნებულობის მქონე სტუდენტ-ქალზე ბევრი ვარჯიშობის შემდეგაც კი ფსიქონერვული რეაქციის ფარული პერიოდი სამხედველო, სასმენო ორგანოს და კანის სუსტი ელექტრული გაღიზიანების საპასუხოდ წუთის 0, 26—0,30-ს უდრიდა, როდესაც სხვა ყველა სტუდენტ ქალების და ვაჟებისა იმავე ცდის პირობებში 0, 20 წუთს არ აღემატებოდა. რომ მართლაც ც. ნ. ს.-ის მეტის მეტი აგზნებულება იყო ამის მიზეზი, ეს ნათლად იყო გამორკვეული. ამ ქალის რეფლექსური რეაქციის ფარული პერიოდი მტკივნეული ელექტრული გაღიზიანების საპასუხოდ 0, 06 წუთს უდრიდა, ე. ი. ბევრად ნაკლები იყო, ვიდრე სხვა დანარჩენ ქალებისა და ვაჟების, რომელთა ეს დრო 0, 09 წუთზე ნაკლები არ ყოფილა (ბერიტაშვილი).

პრაქტიკუმი.

ფსიქონერვული რეაქციის ფარული პერიოდის დაკვირვება. ამ ცდისთვის განაწყობენ ზოგიერთ საფიზიოლოგიო იარაღებს ისეთი შეერთებით, როგორც მე-165 სურათზეა მოყვანილი. ამ სურათზედ A უჩვენებს აკუმულიატორს: K—კამერტონს, რომლის საშუალებით დროს აღნიშნავი ელექტროდენი წუთში 100-ჯერ სწყდება; R—წინააღმდეგობა, რომელიც კამერტონის წრეშია; 1 გას.—ჭელმჭოლციის გასაღები, რომელიც საცდელ სუბიექტის განკარგულებაშია; 2 გას.—ჭელმჭოლციის სამმხრივანი გასაღები, რომელიც ექსპერიმენტატორის განკარგულებაშია; J—დუბუა რეიმონის ინდუქტორიუმი; კიმ.—კიმოგრაფი; N—ელექტრო-მაგნიტური სიგნალი. როდესაც ყველა იარაღების მდებარეობა ისეთია, როგორც სურათზეა მოყვანილი, მაშინ ელექტრობის რკალით filigkeAf ელექტროდენი გატარდება და კამერტონი იმუშავებს.

ფსიქონერვული რეაქციის ფარული პერიოდის გამორკვევა სასმენი ორგანოს გაღიზიანების საპასუხოდ. ინდუქციის მეორედ კოჭს მეორე გასაღების საშუალებით ტელეფონის ლულას უერთებენ; ამ ინდუქტორიუმის პირველ კოჭში ელექტროდენი სწყდება ეაგნერის ჩაქუჩის საშუალებით. ტელეფონი ცდის პირს ყურზეა აქვს მიდებული და მასთან თითი პირველ გასაღებზე აქვს დაჭერილი, რის გამოც ჩაკეტილი იქნება ის მხარი, რომელიც ელექტრომაგნიტურ სიგნალს უერთდება. როდესაც ექსპერიმენტატორი დაჭერს ხელს მე-2 გასაღებს, ისე რომ აგრეთვე ჩაიკეტოს ელექტრო-მაგნიტთან შეერთებული მხარი, მაშინვე ის ელექტროდენი, რომელიც კამერტონში გადიოდა, ელექტრომაგნიტითაც გაივლის. უკანასკნელი ამუშავდება, რადგან ორივე გასაღების ჩაკეტვისას ახალი რკალი კეთდება-ilbSeileAa; ის რკალი კი, რომელიც წინეთ იყო—filigkeAf სრულიად სწყდება. რა წამს მე-2 გასაღების პირველი მხარი იკეტება, მაშინვე მეორე მხარი იღება, რომელიც ინდუქციის კოჭთან არის შეერთებული და ამიტომ ინდუქციის ელექტროდენი ტელეფონით გაივლის. ტელეფონი ხმას ამოიღებს. შეიგრძნებს რა ამას ცდის პირი, იგი ხელს იღებს პირველი გასაღებიდან. ამის გამო სწყდება ელექტრო-მაგნიტის სიგნალის რკალი და მისი მუშაობა ისპობა. მაშ., ეს მუშაობა სწარმოებდა მხოლოდ მცირე დროს—გაღიზიანების დაწყებიდან თითის ამოძრაებამდე. ელექტრო-მაგნიტის მოძრაობა სწრაფად მოტრიალე კიმოგრაფზედ იწერება. მაშ., ფსიქონერვული რეაქციის ფარული პერიოდი იმ დროს უნდა უდრიდეს, რომელიც კიმოგრაფზედ აღნიშნება ელექტრო-მაგნიტის საშუალებით.

ფსიქონერვული რეაქციის ფარული პერიოდი კანის გაღიზიანების საპასუხოდ. ტელეფონის მაგიერ ცდის პირის ერთს თითს შეიტანენ ინდუქციური ელექტროდენის რკალში. იპოვიან გაღიზიანების ზღურბლს, რომელიც მხოლოდ შეიგრ-

ძნება და მტკივნეული არაა. ამ ცდის დროს ეს საზღურბლე გალიზიანება დარჩება. სწორედ ამ თითით ჩაკეტენ პირველ გასაღებს. როდესაც მეორე გასაღებს აამუშავებენ, თითი გალიზიანდება. ცდის პირი როდესაც ამას შეიგრძნებს, მაშინვე თითს უკან წაიღებს, და მით გასაღებს ვაიღებს.

სამხედველო ორგანოს გალიზიანების საპასუხოდ ფარული პერიოდის გამოკვლევა. მეორე გასაღების წინ ყარდონის შირმას აკეთებენ, ისე რომ ცდის პირი გასაღებს არ ხედავდეს. კარდონში ტუკრუტანაა გაკეთებული და ამ ტუკრუტანის წინ გასაღებზე გამაგრებული ნიშანი მოძრაობს (ნ.). როდესაც გასაღები ამუშავდება, ნიშანი ზემოთ აიწევა და ტუკრუტანის საშუალებით ცდის პირი მის მოძრაობას დაინახავს. ამის დანახვაზე დადებულ თითს გასაღებიდან აიღებს.

რეფლექსური რეაქციის ფარული პერიოდის გამორკვევა ადამიანზედ. ეს ცდა ისე სწარმოებს, როგორც ზევით კანის გალიზიანებისას. ხოლო კოპებს აღიერ დაახლოვებენ, რომ გალიზიანება მტკივნეული იყოს. მეორე გასაღების ამოძრავებისას კანი მძლავრად ლიზიანდება და ამიტომ თითი და ხელი თავის-თავად მოშორდება გასაღებს, ე. ი. ადუნდა უნებისყოფლად.

ლიტერატურა.

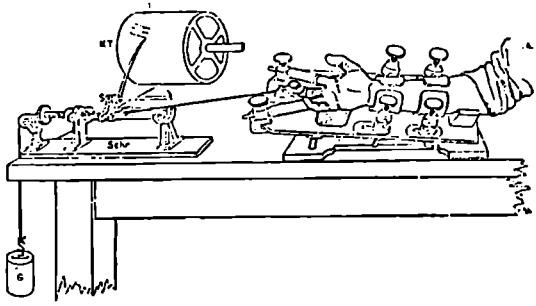
1. S. Exner, Pfl. Ar., 1873, 7, 601; 1875, 11, 403.
2. J. A. Kries და F. Auerbach. Ar. An. Physiol., 1877, გვ. 297
3. v. Helmholtz, Monatsber. d. Berl. Akad. Juni. 1871.
4. N. Baxt, Pfl. Ar., 1871, 4, 325.
5. Lange, Philosoph. Studien von Wundt, 4, 479.
6. ივ. ბერიტაშვილი, ფსიქონერვული რეაქციის ფარული პერიოდის შესახებ. (არაა დაბეჭდილი).

II. ფსიქონერვული დაღალვა.

ზოგადი ცნება. ხანგრძლივ და დაუსვენებლივ მოქმედებისას განსაზღვრული ფსიქონერვული პროცესი სუსტდება და ბოლოს ისპობა, ე. ი. იღლება. ფსიქონერვული დაღალვა გამოიხატება სხვათა შორის ფარული პერიოდის გახანგრძლივებით, ე. ი. ფსიქონერვული პროცესის განელებით, აგრეთვე სუსტ გალიზიანებაზე საპასუხო მოძრაობის მოსპობით, მახლობელ გალიზიანებათა გარჩევის შეუძლებლობით, ყურადღების ერთი — რომელიმე მიმართულებით მიქცევის დასუსტებით. ფსიქონერვული დაღალვა შეისწავლებოდა ადამიანზედ მოსსოს ერგოგრაფით, რომელიც ხელის შუა თითის მოხვრას დასწერს (სურ. 166). თითი აწარმოვებს ერთგვარ მუშაობას, რადგან იგი მოხვრისას რამდენიმე გირვანქა ტვირთს ზევით ასწევს. თითის მოხვრა, მეორე ფალანგის სახსარში, მაქსიმალური ინტენსივობით უნდა სწარმოებდეს. თვითეული მოხვრა სწარმოებს თვითეულ ცდაში ერთი და იმივე ინტერვალით. ხოლო ეს ინტერვალი შეიძლება სხვადასხვა იყოს სხვადასხვა ცდაში. განსაზღვრული ინტერვალის დაცვა მეტრონომის შემწეობით ხდება. ცხადია, **რაც უფრო მცირე იქნება ინტერვალი, ე. ი. დასვენების პაუზა, მით უფრო მალე დაიღლება, მით უფრო**

ნაკლებჯერ მოიხვრება თითი. ერგოგრაფით მუშაობა რომ მუდჰიეი იყოს, თითმა დაუღლელად რომ იმუშაოს, საჭიროა ინტერვალი 10 წუთზე ნაკლები არ იყოს. ამ პაუზის განმავლობაში სისხლის და ლიმფის მიმოქცევა საკმარისად დაიცავს კუნთის და ნერვული სისტემის პოტენციურ მარაგს შემცირებისაგან და საკმარისად გასწმენდს მოქმედების მავნე ნაყოფთაგან. (სურ. 167).

დაღლევის სისწრაფე მეორე მხრივ დამოკიდებულია იმ მუშაობის ოდნობიდან, რომელსაც თითი აწარმოებს. რაც უფრო მეტია ტვირთი, იმდენად მეტი ფსიქონერვული მოქმედებაა საჭირო. ამის და მიხედვით, რასაკვირველია, ერთი და იმავე მცირე ინტერვალით მუშაობისას **თითი მით უფრო მალე იღლება, რაც უფრო მეტია ტვირთი.**



სურ. 166.

სურ. 166. ერგოგრაფი. წინა მხარი გამაგრებულია ორ ალაგას. მაჩვენებელი და მეოთხე თითი შეყოფილია ლულებში და შუა თითი კიდე ეწევა სიმს, რომელიც ჩარჩოზეა (S) მიბმული. ეს ჩარჩო თავისუფლად მოძრაობს ჰორიზონტალურ სიბრტყეში. მას აქვს გაკეთებული საწერავი ბერკეტი კიმოგრაფზედ (KT) დასაწერად. მასზე მიბმულია ტვირთი (g). როდესაც თითი იხვრება, ჩარ ო გაცურდება და ბერკეტით მრუდეს დასწერს კიმოგრაფზედ (Verworn.).

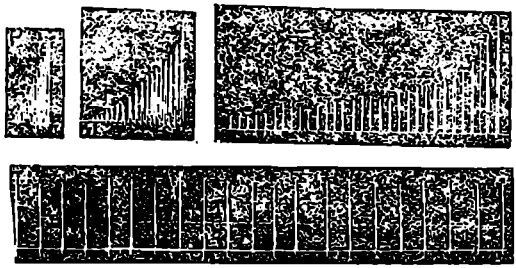
ფ ს ი ქ ო ნ ე რ ვ უ ლ ი მ ო ძ რ ა ო ბ ი ს დ ა ღ ლ ვ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი. მ ო ს ო ს[1]) და მის მოწაფეთა მრავალ გვარ დაკვირვებათა წყალობით გამორკვეული იყო ფსიქონერვული მოქმედობის დაღლილობის პირობები. როგორც მოსალოდნელია, ნაკლებად კვება, სისხლნაკლულევანობა, დამღალელი გონებრივი მუშაობა და სხვა ხელს უწყობს ფსიქონერვული პროცესის სწრაფ დაღლევას. რაც უფრო სუსტია მომუშავე, იმდენად მალე ხდება აბსოლუტური დაღლილობა. პირიქით, დასვენება, კარგი კვება, წესიერი სისხლის მიმოქცევა, ინტენსიური ფსიქონერვული მოქმედების უარსებობა და სხვა ხელს უწყობენ თითის ხანგრძლივ დაუღლელ მუშაობას.

მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს ფსიქონერვული მოქმედების დაღლილობის განვითარებაში აგრეთვე ამ გარემოებას, თუ რა დროს იყო შეწყვეტილი დამღლელი მუშაობა: ბოლომდის დაღლის შემდეგ, თუ უფრო ადრე (Maggiora [2]). **მცირე დაღლევის შემდეგ ნორმული მუშაობის უნარი ბევრად უფრო მალე აღორძინდება ხოლმე და თვითონ საერთო მუშაობის ნაყოფიერება შე-**

დარებით უფრო დიდია, ვიდრე მაშინ, როდესაც კუნთი მუშაობისას აბსოლუ-ტურ დაღლილობას განიცდის.

ერთი დღის განმავლობაში რომ ვაწარმოოთ ისეთი რითმული მუშაობა, რომ დასვენება მხოლოდ სრული დაღლილობის სდებოდეს, მეორე დღეს კიდე დასვენება ეკრძალებოდეს. ამ მეორე შემთხვევაში საერთო ფიზიკური მუშაობა გაცილებით მეტი აღმოჩნდება, ვიდრე პირველში.

ფსიქონერვული მოძრაობის დაღლილობის წარმოშობა. ამ დაღლილობის მთავარი მიზეზი ცენტრალური ნერვული სისტემის დაღლილობაა. და არა თვით კუნთისა. ეს ნათლად შეიძლება დადასტურდეს. როდესაც თითის მოხვრა სასრულოდ ძლიერი მუშაობის შემდეგ მძლავრად შეჩერდება, ესადა მინიმალური, მაშინ იმა-



სურათი 167.

სურ. 167. ... თითის მოხვრის სიხშირის გავლენა ... დაღლილობის განვითარებაზე. ექსპერიმენტები. ... ... 1—დიდი სიხშირე. თვალოული მოხვრა თითო წუთში, დაღლილობა სწრაფად სწარმოებს; 2—თითის მოხვრა ორი წუთის ინტერვალით; 3—თითო მოხვრა ოთხი წუთის ინტერვალით; დაღლილობა ნელა ვითარდება; 4—თითის მოხვრა 10 წუთის ინტერვალით; დაღლილობა ნიშანი არ ეტყობა. მოხვრის ინტენსიობა ... (Mosso).

ვე ინტერვალის ინდუქციის კვეთებებით n. medianus-ს ალიზიანებენ. მიუხედავად წინასწარ დაღლილობისა თითი მაქსიმალურად ისვრება. ამასთან, პერიფერიული მოქმედების შემდეგ რომ ხელახლად დაუსვენებლივ ნებითი მოძრაობა დაიწყოს, ხელახლად თითი მაქსიმალურ მოხვრას მოიცემა (Mosso [1]). ცხადია, ამ პერიფერიული მოქმედების დროს, რომელიც ელექტრული გაღიზიანების საშუალებით იყო გამოწვეული, ცენ. ნ. ს.-ამ დაისვენა. და მხოლოდ ამიტომ მიუხედავად კუნთის დაუსვენლობისა მან თითის მაქსიმალური მოხვრა მოიცა.

ფსიქონერვული მოძრაობის დაღლილობის ერთი თანამგზავრი მოვლენა. თითის მოხვრის დაღლილობისას რომ დავაკვირდეთ სუბიექტს, აღმოჩნდება რომ თავდაპირველად მოქმედობდნენ მხოლოდ თითის მომხრელები. შემდეგში კი, როდესაც თითის მოძრაობას დაღლილობა დაეტყო, მოქმედებას სხვა კუნთებიც განიცდის. ჯერ ხელის ამწეველები იწყებს შეკუმშვას, მერე მხრის, მერე მთელი ტანის, ცოტა დაგვიანებით ფეხების კუნთები. ხელისა და მხრისა მეორე ხელზე,

ბოლოს ავრეთვე პირისახის კუნთები, კისრისა ორივე მხარეზე. „**მოკლეთ რომ ვსთქვათ**, დასკვნის ამ მოვლენის განმცხადებელი მაკ დუგოლი (Mac Dougall), **აქ ხდება აგზნების გავრცელება ერთი მამოძრავებელი გზიდან. რომელიც თითის მოხვრას იწვევს, სხვა მეზობელ გზებზე. ჯერ უფრო ახლობლებზე და მერე დაშორებულებზედაც**" ამნაირი აგზნების გავრცელება მთელ მუსკულატურაზე, ერთი რომელიმე მამოძრავებელი ორგანოს მიმართ ნებითი ინერვაციის დაღალვის დროს, ჩვეულებრივი მოვლენაა. ამიტომ მისი ბუნების გამორკვევა საინტერესო საკითხს წარმოადგენს.

ამ მოვლენის გასათვალისწინებლად ორ ცნობილ კანონშეწონილებას უნდა მიექცეს ყურადღება. 1) რეფლექსური მოქმედების სიმარტივე სხეულის შორის დამოკიდებულია პერიფერიული გაღიზიანების ინტენსიობაზე: რაც უფრო მეტია ეკანასკნელი, იმდენად უფრო ფართოა ჩონჩხის სტიმულატორის მოქმედება. სახეგრეკვინო პრეპარატზე რომ დავდალოთ რომელიმე რეფლექსი ანასზღვრული ძალიერ გაღიზიანების ნიმართ, და შემდეგ მოვიმატოთ გაღიზიანების ძალას, რეფლექსი ხელახლად მოიცემა. ხოლო ამაზე დროს შეიკუმშებიან ისეთი კუნთებიც, ოომლებიც პირველ გაღიზიანებისას არ იკუმშებოდნენ. ამ მოწარებული გაღიზიანების მიძართაც რომ დაიღალოს რეფლექსი, და ხელახლად მოუმატოთ გამაღიზიანებელ ძალას, რეფლექსი ხელახლად გამოინდება, ხოლო ამ შემთხვევაში უფრო მეტი კუნთები იმოქმედებს, ვიდრე ამას წინ: თუ პირველჯერ და მეორეჯერ მარტო გაღიზიანებული ფეხი მოძრაობდა, ესლა შეიძლება სხვა ფეხებიც ამოძრავდეს.

2) ქერქის ერთი რომელიმე გზით აგზნება ისე არ გავრცელდება, რომ ამავე დროს მთელ ქერქზე გავლენა არ იქონიოს და მით აქ აგზნებულების მატება არ გამოიწვიოს. რაც უფრო ძლიერი იქნება ეს აგზნება, მით უფრო ძლიერ იმატებს აგზნებულება, და ამიტომ სრულიად შესაძლებელია, რომ ამ აგზნებულების მატების გამო აგზნების ირადიაციამ მოქმედებაც გამოიწვიოს ქერქის სხვა და სხვა მამოძრავებელ ადგილებში. ინდივიდური რეფლექსებიდან ეიცით, რომ ინდივიდური რეფლექსი ლოკალურად, ერთი რომელიმე ფეხის მიმართ. მხოლოდ ნაშინ მიმდინარეობს, თუ რომ ქერქის აგზნებულება შედარებით მცირეა; ხოლო თუ რამე მიზეზით აგზნებულებამ იმატა, მაშინ იგივე ინდივიდური გაღიზიანება გამოიწვევს მოძრაობას აგრეთვე სხვა ფეხებზედაც.

ამ ორი კანონშეწონილებით რომ ეიხელმძღვანელოთ, ძნელი არაა ზემო აღნიშნული მოვლენა ერგოგრაფით მიღებული სრულიად ნათლად გამოვარკვიოთ. როდესაც თითის მოხვრა სუსტდება, ამას ჩვენ კარგად ვგრძნობთ. ჯერ ერთი მხედველობის საშუალებით, და მერე თითის ღრმა მგრძნობიერობის საშუალებით. რადგან სუბიექტის ამოცანას შეადგენს თითის შექსიმალური შეკუმშვა იძლიოს მიუხედავად დაღალვისა, ამიტომ იგი ცდილობს ამ თითის მიმართ რაც შეიძლება ინტენსიური ქერქული ინერვაცია აწარმოოს. ამას მოჰყვება, ჯერ ერთი, უფრო მეტი ინტენსიობის აგზნების ირადიაცია, და მერე, უფრო მეტად აგზნებულების მომატება საერთოდ ქერქში. ამის შედეგი ის იქნება, რომ დიდი ტეინის ქერქში თითის მამოძრავებელი აპარატის გარდა აგრეთვე სხვა

მამოძრავებელი აპარატებიც ამუშავდება. ჯერ ახლობელი და მერე დაშორებულიც. ამის გამო თითთან ერთად მოქმედებაში მოდის ჯერ წინანხრის და მხრის კუნთები, მერე ტანისა და სხვების.

ამნაირად, ის აღნიშნული მოვლენა, რომ ერთი მამოძრავებელი ორგანოს ფსიქონერვულ დაღლევასთან ერთად მოძრაობას სხვა ორგანოთა მუსკულატურაც იწყებს, დამოკიდებულია იმაზე, რომ **მომქმედი დროებითი კავშირის გზასთან ერთად მოქმედებას იწყებენ სხვა გზებიც ქერქის სხვა და სხვა მამოძრავებელ აპარატებისკენ, ჯერ ერთი, საერთოდ ქერქის აგზნებულების მომატებისა, და მერე, მთავარი დროებითი გზიდან აგზნების ირადიაციის გაძლიერების გამო.**

საკოორდინაციო აპარატის როლი ფსიქონერვული მოძრაობის დაღალვისას. ყოველიეე ნებითი მოძრაობის დროს, როგორიც არის ყოველი სამუშაო მოძრაობა, მონაწილეობს სხვადასხვა ნერვული აპარატი: ნერვული გზები, საკოორდინაციო აპარატი, ურომლოთაც არც ერთი კოორდინაციული მოძრაობა არ იწარმოებს, და დიდი ტვინის ქერქი, საიდანაც საკოორდინაციო აპარატი მოდის მოქმედებაში. ნერვული ბოჭკოებიდან შემდგარი ნერვული გზები, როგორც ჩვენ უკვე გავეცანით ნერვის ზოგად ფიზიოლოგიაში, ძალიან ძნელად და მცირედ უნდა იღლებოდენ. ორგანიზმის ნორმულ ფუნქციური მოქმედებისას კიდე მათი დაღალვა სრულიად არ უნდა სწარმოებდეს. პირიქით საკოორდინაციო აპარატი ძალიან ადვილად იღლება. ჩვენ უკვე განვიხილეთ, რომ რეფლექსური დაღლილობა სწორედ ამ აპარატზეა დამოკიდებული. ამიტომ საჭიროა გავითვალისწინოთ საკოორდინაციო აპარატის როლი ნერვულ დაღალვაში მუშაობის დროს.

საკოორდინაციო აპარატი მოდის მოქმედებაში მუშაობის დროს ქერქული იმპულსების გაელენით. ხოლო ეს აპარატი არ უნდა მოქმედებდეს თავიდანვე მთლიანად, თუ რომ მუშაობა მეტის-მეტად მძლავრი ფიზიკური არაა და ამის გამო ქერქული იმპულსაციაც მეტის-მეტად მძლავრი არაა. ჩვეულებრივ ფაბრიკა-ქარხანაში მუშაობისას საკოორდინაციო აპარატების ერთი მცირე ნაწილი უნდა მოქმედობდეს, როგორც სუსტი რეფლექსური მოძრაობის დროს. ხანგრძლივი მუშაობის გამო ეს ნაწილი იღლება. მაგრამ ამის გამო მუშაობა არ სწყდება. დაემჩნევა თუ არა მუშაობას დასუსტება, მაშინვე სრულიად უცნობიეროდ ქერქული იმპულსაცია ძლიერდება და ამის გავლენით საკოორდინაციო აპარატის ახალი დაუღლელი ნაწილი მოდის მოქმედებაში. როდესაც ეს ნაწილიც დაიღლება, მაშინ ხელახლად გაძლიერდება ქერქული იმპულსაცია. ახლა სხვა დაუღლელი ნაწილი მოვა მოქმედებაში, და ასე შემდეგ. მუშაობა გაგრძელდება თითქმის შეუსუსტებლად, ვიდრე არ დაიღლება მთელი საკოორდინაციო აპარატი. ამის გამო მსუბუქი ფიზიკური მუშაობის დროს საკოორდინაციო აპარატის დაღალვა მოითხოვს საკმარისად დიდ დროს. ხოლო რასაკვირველია, რაც უფრო მეტი ფიზიკური ძალაა საჭირო, საკოორდინაციო აპარატის მით უფრო მეტი წილი მოდის ერთბაშად მოქმედებაში. ამიტომაც მით უფრო მალე უნდა მოხდეს მისი დაღალვა. ამნაირად, **ხანგრძლივი ფსიქონერვული მოძრაობისას მუშაობის და-**

სუსტება პირველად უოვლისა დამოკიდებული უნდა იყოს საკოორდინაციო აპარატის დაღალვაზე (ბერიტაშვილი [1]).

დიდი ტვინის ქერქის როლი ფსიქონერვული მოძრაობის დაღალვისას. დიდი ტვინის ქერქის როლი მუშაობის დროს მეტად თავისებურია. პირდაპირი ცდებიდან ვიცით, რომ ის ქერქის ნაწილი, რომელიც გაღიზიანებას მიმღებლობს პერიფერიულ რეცეპტორებიდან, ჩვეულებრივ პირობებში არ იღლება. ცნობილია, რომ საშუალო ინტენსივობის ბგერების მიმღებლობა სწარმოებს თითქმის დაუღლელად. როგორც ინდივიდური რეფლექსის ხანგრძლივი მოქმედებისას განვიხილეთ, ისე აქ ხანგრძლივი ქერქული მოქმედებისას უნდა იღლებოდეს დიდი ტვინის ქერქში ის ნერვული კავშირები, რომელნიც უერთებენ მიმღებ ფარგლებს საპასუხო მამოძრავებელ აპარატებს. მაგრამ კვალიფიკაციური მუშაობის დროს მუშაობის უნარის დაცემა არ უნდა იყოს დამოკიდებული უშუალოდ დიდი ტვინის ქერქის დაღალვაზე.

როდესაც რომელიმე შრომის პროცესი საკმარისად დასწავლილია, იგი იწვევა ავტომატიურად: დიდი ტვინის ქერქი ამ შემთხვევაში თითქმის აგზნების უბრალო გამტარებელის როლს ასრულებს. ასე ხდება, ვიდრე შრომის მოძრაობა ნორმას არ ასცილდება. თუ რომ, მაგ., შრომის მოძრაობა დასუსტდა, მაშინ ქერქული იმპულსაცია ძლიერდება საკოორდინაციო აპარატის მოქმედების მოსამატებლად. ვთქვათ, ხანგრძლივი მუშაობისა გამო დაიღალა საკოორდინაციო აპარატის მომქმედი ნაწილი. ამის გამო არსებული ქერქული იმპულსაცია აღარ მოგვცემს საკმარისს სამუშაო ეფექტს. ამ შემთხვევაში მომუშავეს უხდება გააძლიეროს ქერქული მოქმედება. რაც უფრო მეტად იღლება საკოორდინაციო აპარატი, მით უფრო ძლიერდება ქერქული იმპულსები, რომ დაცული იყოს საჭირო ძალით მოძრაობა. საკოორდინაციო აპარატის დაღალვამ შეიძლება მიიყვანოს ისეთ ხარისხს, რომ შეუძლებელი იქნება ქერქის საშუალებით მისი მოქმედების გაძლიერება. როდესაც საკოორდინაციო აპარატი დაიღალა და ამის გამო ქერქული იმპულსაცია საკმარისად გაძლიერდა, ცხადია მაშინ ქერქის დაღალვაც შეიძლება მოხდეს, თუ რომ ეს ქერქის გაძლიერებული მოქმედება საკმარისად ხანგრძლივიც არის. იღლება, რასაკვირველია, როგორც ავღნიშნეთ ქერქის ნერვული კავშირები.

ამნაირად, **დიდი ტვინის ქერქის დაღალვა ჩვეულებრივ პირობებში პირობადებულია საკოორდინაციო აპარატის დაღალვით, ვინაიდან ქერქის დამღალველი გაძლიერებული მოქმედება იწყება მხოლოდ საკოორდინაციო აპარატის დაღალვის შემდეგ** (ბერიტაშვილი [1]).

დიდი ტვინის ქერქის დაღალვა გონებრივი მუშაობის დროს. შრომის დროს ქერქული მოქმედება შეიძლება სწარმოებდეს თითქმის უმოძრაოდ. ასეთია მსჯელობა, მოფიქრება, როდესაც მხოლოდ თვალების და შუბლის კუნთები განიცდიან მოქმედებას. ასეთ შემთხვევებში ცხადია უნდა იღლებოდეს მხოლოდ დიდი ტვინის ქერქი. აგზნება ერთ რომელიმე ნაწილში არ შეიძლება ისე მიმდინარეობდეს, რომ მან არ განიცადოს ირადიაცია მთელ ქერქში. რაც უფრო ინტენსიურია აგზნება, მით უფრო მძლავრი უნდა იყოს

აგზნების საერთო ირადიაცია. აქედან გამომდინარეობს, რომ ინტენსიური და ხანგრძლივი გონებრივი მუშაობისას უნდა იღლებოდეს ნერვული კავშირები მარტო ერთ რომელიმე ნაწილში კი არა, არამედ ცოტად თუ ბევრად აგრეთვე მთელი დიდი ტვინის ქერქში. ეს სხეათა შორის იქიდან სჩანს, რომ აზროვნების დაღალვა ერთი რომელიმე მიმართულებით იწვევს ნაწილობრივ გონებრივ დაღალვას საერთოდ. ამნსირად, **მძლავრი ხანგრძლივი გონებრივი მუშაობის დროს დიდი ტვინის ქერქი იღლება საკოორდინაციო აპარატებისგან დამოუკიდებლად** (ბერიტაშვილი [4]).

დიდი ტვინის ქერქის დაღალვა კუნთებში განვითარებული მუავების გავლენით. ჩვეულებრივი კვალიფიციური მუშაობა ფაბრიკა-ქარხნებში გულისხმობს, როგორც ნერვული, ისე კუნთოვანი სისტემის მოქმედებას. მომქმედი კუნთების რაოდენობა სულ სხვადასხვანაირია. მეტ წილად მათი რაოდენობა იმდენად დიდია, რომ კუნთების დაღალვამ აუცილებლად გავლენა უნდა იქონიოს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე. კუნთებში განვითარებული რძის და ფოსფორის მჟავის წილი სისხლის საშუალებით გავრცელდება მთელ ორგანიზმში. იგი რასაკვირველია იმოქმედებს სხვაგან შორის დიდი ტვინის ქერქზედაც. როგორც ნარკოტული ნივთიერება. რაც უფრო მძიმე სამუშაოა, მით უფრო ინტენსიური იქნება კუნთების ქიმიური პროცესები, მით უფრო მეტი მჟავე პროდუქტები წარმოიშვება მათში, და მაშ., დიდი ტვინის ქერქი მით უფრო მეტ ნარკოტულ გავლენას უნდა განიცდიდეს. რასაკვირველია, ამ ნარკოტულ გავლენას განიცდის მთელი ტვინი. ხოლო უფრო ნაკლები ხარისხით, ეინაიდან, როგორც ცნობილია, დიდი ტვინის ქერქის ნარკოზის გამოსაწვევად გაცილებით უფრო მცირე დოზაა საჭირო, ვიდრე ტვინის სხვა რომელიმე განყოფილებისთვის. ამნაირად, **ხანგრძლივი ფიზიკური მუშაობის დროს დიდი ტვინის ქერქის დაღალვა უნდა სწარმოებდეს, როგორც მისი საკუთარი მოქმედებისა გამო, ისე კუნთებში წარმოშობილი მჟავე პროდუქტების ზეგავლენით.**

პრაქტიკუმი.

ფსიქონერვული დაღალვის დაკვირვება ერგოგრაფის საშუალებით. ერგოგრაფის ბმარების პრინციპი ნათლად სჩანს მე-166 სურათიდან. შეიძლება თითის მაგიერ დაიწეროს კიმოგრაფზე მთელი წინაპბრის მოძრაობა. ამ წესით შეიძლება დაკვირვებული იყოს: 1, დამოკიდებულება მუშაობის ე. ი. ფსიქონერვული ხანგრძლივობისა მოძრაობის რითმზე. ხელის ან თითის აწევ-დაწევა სწარმოებს მეტრონომის რახუნის მიხედვით: 2, დამოკიდებულება ტვირთის ოდნობაზე, რომლის აწევ-დაწევა ხელს ან თითს უხდება; 3, მარჯვენა და მარცხენა ხელის მუშაობის სხვადასხვა უნარიანობა, სახელდობრ, მარჯვენა კიდური, როგორც უფრო მეტად ნავარჯიშები, უფრო ხანგრძლივად იმუშავებს. 4, წინა მარის ან თითის მოძრაობა რომ გაგრძელდეს აბსოლუტურ დაღლამდე, შეიმჩნევა რომ თავდაპირველად მხოლოდ წინამხარი და თითი მოძრაობდა, დაღალვისას კი მოძრაობას იწყებს უკანა მხარიც. შემდეგ კისრის და მეორე წინა კიდურის კუნთები და ბოლოს მთელი ტანისაც.

ლიტერატურა.

1. Mosso, Ar. An. Physiol., 1890, გვ. 89; Die Ermüdung. Leipzig.
2. A. Maggiora, Ar. An. Physiol., 1890, გვ. 191 და 342.
3. Mac Dougall, Fatigue. 1908, Dublin.
4. И. Беритов, Гигиена труда. 1926. № 9.

12. დიდი ტვინის მეტყველების ფუნქცია.

მეტყველების წარმოშობა. იმ ფსიქო-ნერვული პროცესების გამოსარკვევად, რომელნიც მეტყველებას საფუძვლად უძევენ, რასაკვირველია ჩვენ უნდა ვიხელმძღვანელოთ ც. ნ. ს.-ის ზოგადი ფიზიოლოგიური კანონებით. მეტყველების ფუნქცია უმარტივესი სახით 3-6 თვიან ბავშვს აჩნდება. ამნაირად ბავშვის წინ რომელიმე ნაწეროვანი ბგერა რომ წარმოთქვათ, იგიც იძლევა ერთ რომელიმე ბგერას. ხოლო ეს ბგერა არ იქნება განმეორება იმავე ბგერისა, არამედ ერთი რომელიმე ძალიან სუსტი ნაწეროვანობის ბგერა, რომელსაც ასეთი ბავშვი თავის თავად წარმოსთქვამს: ა, აუ, ღუ, ლ-ჯუ, აღუ და სხვა. ამასთან შეიძლება სხვა არაკვითარი მოძრაობა არ იწვევოდეს. ეს უჩვენებს, რომ ბავშვის სასმენ მიმღებ ფარგალში აღმოცენებული აგზნება, განიცდის რა ირადიაციას დიდი ტვინის ქერქში, ყველაზე უფრო მეტი ინტენსიობით მიაწვეს ენის, ხორხის და ტუჩების მამოძრავებელ ადგილებს. მაშ.. **6 თვიანი ბავშვის დიდი ტვინის ქერქში უკვე არსებობს მარტივი და მოკლე თანშობილი კავშირები სასმენ მიმღებ ფარგალსა და მეტყველების მამოძრავებელ ადგილთა შორის.** (იხ. სურ. 168, 1). ამას კარგად ეგუება ის ფაქტიც, რომ ენის, ტუჩების და ხორხის მამოძრავებელი ადგილები ბგერის მიმღები ფარგლის მახლობლად მდებარეობენ (სურ. 169).

როდესაც ბავშვი დაახლოებით ათი თვის შეიქმნება, იგი გამოთქვამს სხვადასხვა ბგერას უკვე სრულიად ცხადლივი ნაწეროვანობით: მა, დე, პა, ბე და სხვა, ეს ბგერები არაა დასწავლილი. ისინი წარმოითქმებიან თავის თავად დამოუკიდებლად სწავლისა. დროს განმავლობაში ბგერათა ფარგალი ფართოედება, მაგრამ თვითეული ახალი ბგერა გამოაჩნდება მას სრულიად დამოუკიდებლად გარეშე პირების მეცადინეობისა. ცხადია, ეს დამოკიდებულია ბავშვის მთელი მეტყველების აპარატის ორგანიულ განვითარებაზე. ამნაირად ბავშვის წინ რომ წარმოთქვათ ერთი რომელიმე ბგერა, რომელსაც თვითონ ბავშვი ხშირად იმეორებს, ბავშვი მას ეხლაც გიმეორებს. ხოლო თუ გამოთქვამთ მის წინ ისეთ ბგერას, რომელსაც ბავშვი აქნობამდის არ იძლეოდა, მაშინაც იგი უპასუხებს ბგერის გამოღებით, ხოლო ეს ბგერა არ იქნება განმეორება. ბავშვი გამოთქვამს ამ შემთხვევაში ერთ რომელიმე ბგერას, რომელსაც იგი ჩვეულებრივ გამოსთქვამს. საგულისხმოა, რომ ერთ დროს ბავშვი იმეორებს ყველაზე უფრო ხშირად ერთ ბგერას, მეორე დროს კი სხვას. და აი ასეთ შემენტებში ბავშვი იძლევა ამ გაბატონებულს ბგერას, როგორც საპასუხოდ მის წინ წარმოთქმული იმავე ბგერისა, ისე სხვადასხვა უცნობი და ცნობილი ბგერების მის წინ წარმოთქმისას. ყველა ეს ფაქტები უჩვენებენ, რომ **როდესაც ბავშვმა მრავალჯერ გაიმეორა ერთი და იგივე ნაწეროვანი ბგერა, მაშინ მას განუვითარდა დროებითი კავშირი ამ ბგერის მიმღებ ქერახა და იმ მამოძრავებელ ადგილის შორის, რომელიც ამ ბგერის გამოთქმას იწვევს.** ამ კავშირის განსაკვითარებლად არსებობს ყველა პირობები: ჯერ აგზნების პროცესი ქერქის მამოძრავებელ ადგილში, რომელიც ბგერას იძლევა და მერე სათანადო პროცესი ბგერის შესმე

ნისას ბგერის მიმღებელ ფარგალში. აღნიშნულ ასაკში ეს კავშირი განვითარე-ბ-ს პირველ საფეხურზეა. ე. ი. იგი გენერალიზაციის მდგომარეობას განიცდის. ეს იქიდან სჩანს, რომ ერთ რომელიმე ბგერას ბავშვი იძლევა არა მარტო მის. ესმენისას, არამედ აგრეთვე სხვადასხვა არაჩვეულებრივი ბგერების შესმენისას. ამას კარგად ეთანხმება ის ფაქტიც, რომ როდესაც ბავშვს აქვს გაბატონებული ერთი რომელიმე ბგერა, მისი გამოთქმა იწვევა როგორც საპასუხოდ არაჩვეულებრივი, ისე ჩვეულებრივი ბგერისა. ერთი რომელიმე ბგერის გაბატონებული მდგომარეობა მიუთითებს შეფარდებული დროებითი კავშირების აღმატებულ აგზნებულებაზე, მეტადრე ამ ბგერის მამოძრავებელ ადგილში. იმიტომ ჩვეულებრივი ბგერაც კი აგზნების საერთო ირადიაციის გამო უფრო ადვილად იწვევს ეფექტს ამ ელემენტებიდან, რომელთაც აღმატებული აგზნებულება აქვთ, ვიდრე სხვებიდან.

ბგერის გამოთქმა პირობადებულია ენის, ხორხის და ტუჩების მოძრაობით. ეს მოძრაობანი იწვევენ მეორედ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათა მთელ რიგს, რომელნიც თავის მხრივ მოქმედობენ ქერქის პროპრიოცეპტულ მიმღებელ ფარგალზე და ჰქმნიან აქ აგზნების კერათა მთელ რიგს. ეს კერებიც იგზნებიან ბგერის მიმღებ ფარგლის აგზნებასთან ერთად. ამიტომ ბგერის მიმღებ ფარაგლსა და პროპრიოცეპტულ მიმღებ ფარგალს შორისაც ვითარდებიან დროებითი კავშირები. ამის გამო ბგერის შესმენა იწვევს აღნიშნულ კერათა აგზნებას პროპრიოცეპტულ ფარგალში. რადგან საზოგადოდ მეორედ პროპრიოცეპტულ გაღიზიანებათა საშუალებით წარმოიშვება წარმოდგენა ნაწარმოები მოძრაობის შესახებ, ამიტომ პროპრიოცეპტული მიმღები ფარგალის აგზნება ბგერის მიმღებ ფარგლიდან უნდა იძლევოდეს წარმოდგენას იმ მოძრაობათა შესახებ, რომელიც საჭიროა ბგერათა წარმოსათქმელად. რასაკვირველია მეორედი გაღიზიანების კერები მჭიდროდ უკავშირდებიან აგრეთვე მეტყველების მამოძრავებელ ადგილებს. ამნაირად, რადგან ბგერის გამოთქმისას ერთსა და იმავე დროს იგზნებიან: 1. ბგერის მიმღები ფარგალი, 2. მეტყველების პროპრიოცეპტული მიმღები ფარგალი და 3. მეტყველების მამოძრავებელი ადგილი, ამიტომ ყველა ამ ქერქულ ელემენტებს შორის ვითარდებიან ერთდროულად დროებითი კავშირები. მაშ. **ბგერის მიმღებ ფარგალსა და მამოძრავებელ ადგილს შორის მოქმედობენ როგორც მარტივი და მოკლე გზა, რომელიც მათ უშუალოთ აერთებს, ისე, რთული და გრძელი გზები, რომელნიც ენის, ტუჩების და ხორხის პროპრიოცეპტულ მიმღებ ფარგალს შეიცავენ.** (იხ. სურ. 168 2).

როდესაც საკმარისად განვითარდენ დროებითი კავშირები ქერქულ ელემენტთა შორის, რომელნიც იგზნებიან მარცვლების: მა, პა, ბე, და, დე და სხვების გამოთქმისას, მაშინ ბავშვს შეუძლიან გაიმეოროს თავისივე თუ სხვის მიერ გამოთქმული მარცვალი. ასეთი დროებითი კავშირების განვითარების შემდეგ უკვე შესაძლებელი ხდება სიტყვის შესწავლა. სიტყვის შესწავლა გულისხმობს რამდენიმე ცნობილ მარცვლის შეერთებას, გადაბმას. მაგ., სიტყვა „დედა"-ს შესწავლისას ორი ცნობილი მარცვალი „დე-და" ზედიზედ გამოითქმება. ბავშვიც იმეორებს ორივე მარცვალს ზედიზედ. ამის გამო ბგერის მიმღებ ფარგალში

ჯერ აღმოცენდება ერთგვარი პროცესი „დე"-ს შეფარდებით და მერე მეორე „და"-ს შეფარდებით. თვითეული პროცესის კერა. რასაკვირველია. მეორისაზე მოქმედობს და მათ შორის უეჭველია უნდა აღმოცენებულიყო დროებითი კავშირი. შემდეგ. თვითეულ მარცელის შესმენას მისი წარმოთქმა მოჰყვება. მაშასადამე, ზედიზედ მოქმედობენ პროცესები ერთის მხრივ ქერქის მამოძრავებელ ადგილებში „დე"-ს და „და"-ს შეფარდებით. და მეორეს მხრივ პროპრიოცეპტულ ფარგალში აგრეთვე „დე"-ს და „და"-ს მიმართ. ყველა ამ აგზნებულ ელემენტთა შორის, რასაკვირველია. უნდა განვითარებულიყო დროებითი კავშირები და აგრეთვე თვითეულ მათგანსა და ბგერის მიმღებ ფარგალს შორის. შედეგი ამისა ის იქნებოდა, რომ ბავშვი მოიპოვებდა უნარს ამ სიტყვის თავისთავად გამოსათქმელად, როდესაც კი ერთი რომელიმე მარცვალი შეისმინებოდა ან იგი რაიმე მიზეზით სპონტანურად გამოითქმებოდა ბავშვისვე მიერ.

ამნაირად, **ბავშვის მიერ დასწავლილი პირველი სიტყვები ჯერ სრულიად უშინაარსო რამ ბგერათა წყებას წარმოადგენენ.** ბავშვი ამ დროს უკვე კარგადა სცნობს დედას. მაგრამ სიტყვა „დედა" უკავშირდება დედის ცნებას მხოლოდ შემდეგში. ის გარემოება რომ ბავშვს სიტყვა „დედა"-ს შეასწავლის თვით დედა და საზოგადოდ შეასწავლიან დედის თანადასწრებით, ბოლოს და ბოლოს, ერთის მხრივ, იმ მომქმედ ელემენტთა შორის. რომელნიც ამ სიტყვის გამოთქმისას მონაწილეობენ, და, მეორე მხრივ. დედის შეხედულების და ხმის, აგრეთვე დედის ძუძუს მიერ აგზნებულ მხედველობის, სმენის, გემოვნების და შეხების მიმღები ფარგლების ნაწილთა შორის ეითარდება აგრეთვე დროებითი კავშირები. მხოლოდ ამის შემდეგ სიტყვა „დედა"-ს გაგონებაზე ბავშვი დედას იგონებს. (იხ. სურ. 168 3).

ასეთი წინასწარი სიტყვის დასწავლა უცნებოდ მხოლოდ ბავშობისას სწარმოებს, პირველი სიტყვების დასწავლისას. დიდი ტვინის ორგანიული განვითარების დამთავრებისას და მრავალი დროებითი კავშირების აღმოცენების შემდეგ. თვითეული ახალი კავშირი ისეთი სისწრაფით ეითარდება, რომ ჩვეულებრივ სიტყვა დაისწავლება ცნებასთან ერთად. რადგან ყოველიე ახალ სიტყვას შეასწავლიან თვით ცნებასთან ერთად. ამიტომ ცნების შინაარსი და სიტყვის გაპოთქმა ერთი ერთმანეთს უკავშირდება იმავე დროს. რა დროსაც უცნობი სიტყვა შეისწავლება.

ჩვეულებრივი ლაპარაკის წარმოშობა. როგორც დიაგრამიდან (სურ. 168) სჩანს, მეტყველებაში თვითეულ მონაწილე ელემენტსა და ხორხ-ენატუჩების მამოძრავებელ აპარატს (B) შორის არსებობს გარდა რამდენიმე მრავალ კავშირიანი გზისა ერთი მარტივი ერთკავშირიანი გზაც. თანახმად შეუღლებული ირადიაციის კანონისა ეს გზა უპირატეს განვითარებას უნდა განიცლიდეს შედარებით რთულ გზებთან და ამიტომ მუდამ აგზნება უაღრესად ამ გზით უნდა ერცელდებოდეს. ამის გამო სიტყვის მიერ აღნიშნული საგნის თვისების ან მოვლენის ხასიათის და მიმდინარეობის გამომხატველი ქერქული პროცესები მხოდოდ განსაკუთრებით პირობებში უნდა მოქმედობდეს. როდესაც წყურვილს განვიცდით და ვამბობთ „წყალი მწყურიან,- ჩვეულებრივ არაეითარი წარმოდგენა წყლის

თვისებების შესახებ წინასწარ არ იბადება: არამც თუ ეს, თვით მამოძრავებელი წარმოდგენაც კი. ე. ი. ამ სიტყვის გამოსათქმელად საჭირო მოძრაობის წარმოდგენა წინასწარ არ მოგვდის. ის ერთგვარი ცვლილება ქერქული მოქმედებისა. რომელსაც ორგანიზმში წყლის ნაკლულევანება იძლევა. პირდაპირ, უშუალოდ, ე. ი. უცნებოდ და უმამოძრავებელ-წარმოდგენოდ, ამ მდგომარეობის აღმნიშვნელ სიტყვების გამოთქმას იწვევს. ამნაირად, **როდესაც სიტყვა შესწავლილია, ჩვეულებრივ სიტყვის გამოსათქმელად ცნების მონაწილეობა საჭირო არაა.** ადამიანის ჩვეულებრივი ლაპარაკი უმეტეს წილად ისე სწარმოებს, რომ თვითეული სიტყვა სრულიად უცნებოდ და მამოძრავებელი წარმოდგენის გარეშე გამოითქმება. სიტყვას სიტყვა მოსდევს სრულიად მექანიურად იმ მოკლე გზით, რომელიც ამ ორ სიტყვას შორის აღმოცენდა მათი რამდენჯერმე ზედიზედ გამოთქმისას. როდესაც ადამიანი ამობს: „მამაო ჩვენო, რომელი ხარ ცათა შინა და სხვა", მას ამ დროს არაეითარი წარმოდგენა არა აქვს არც ერთ ამ სიტყვაზე და არც ამ სიტყვების მიერ გამოთქმულ აზრზედ. სიტყვა „მამაოს"-ს მოსდევს „ჩვენო", ამ უკანასკნელს „რომელი", მერე „ხარ" და ასე შემდეგ იმ მოკლე ასოციაციების წყალობით რომლებიც მეტყველების მამოძრავებელ აპარატთა შორის აღმოცენდა სიტყვების მრავალჯერ აღნიშნულ რიგზედ განმეორებისას. ასევე ითქვის ყველა ჩვეულებრივი აზრის გამოთქმაზეც: **ჩვეულებრივი სჯა-ბაასის დროს ერთს სიტყვას მოსდევს მეორე, ერთს სიტყვების წყებას მეორე წყება სრულად ავტომატიურად: უცნებოდ და საერთოდ უწარმოდგენოდ.**

რასაკვირველია ეს წესი ეხება ჩვეულებრივ საუბარს ჩვენი ყოველდღიური განცდების შესახებ. ასეთი ლაპარაკის დროს ყველა სიტყვები ცნობილია და მათ მიერ აღნიშნული ცნებაც ყველასათვის გასაგებია. ხოლო თუ საუბარი ეხება ახალ მოვლენებს ახალი სახელწოდებით, მაშინ შეიძლება საუბრის დროს აღმოცენდნენ მამოძრავებელი წარმოდგენები და აგრეთვე მცნებებიც როგორც ამ ახალი სიტყვების წარმოთქმის დროს, ისე წინასწარ. ასე იქნება იმ დრომდის. ვიდრე საკმარისად არ განვითარდება მოკლე გზა ბგერის მიმღებ ფარგლიდან მამოძრავებელ ადგილისაკენ.

საზოგადოდ ცნებას და მამოძრავებელ წარმოდგენას მაშინ აქვს ალაგი. როდესაც ქერქის მამოძრავებელი ადგილის მოქმედება არ ეგუება მეტყველების მიმღებელი ფარგლის ან და მეტყველების პროპრიოცეპტული მიმღები ფარგლის ჩვეულებრივ მოქმედებას. ეთქვათ გამოთქმული სიტყვა ან სიტყვების მიმდევნობა, ე. ი. მეტყველების მამოძრავებელი აპარატის მოქმედება, არ შეეგუება მეტყველების მიმღები ფარგლის ანალოგიურ მოქმედებას. სიტყვა რომ შეცდომით იყოს გამოთქმული. მაშინვე მის შესმენისას აგზნება მეტყველების მიმღებელ ფარგლიდან აგრეთვე გამოიწვევს მოქმედებას მეტყველების პროპრიოცეპტულ ფარგალში, ე. ი. წარმოდგენას ამ სიტყვის გამოთქმის შესახებ. ამას მოჰყვება სიტყვის გამოთქმა, ქერქის მამოძრავებელი ადგილის მოქმედება პროპრიოცეპტული ფარგლის საშუალებით. ეს იმის გამო სწარმოებს, რომ ჯერ ერთი დამახინჯებული სიტყვის მოსმენა არა ჩვეულებრივი გაღიზიანების მიმღებლობას აღნიშნავს. არაჩვეულებრივი გაღიზიანება კიდე. როგორც ცნობილია, ქერქის აგზნებულების აწევას

ხელს უწყობს, მეტადრე მიმღებელი კერის გარშემო. ამის გამო არაჩვეულებრივი სიტყვის შესმენისას მეტყველების მიმღებელ ფარგალში აგზნებულება ემატებათ აგრეთვე რთულ დროებით კავშირებს. ამიტომ მეტყველების მამოძრავებელ აპარატს შეუძლია მოქმედებაში მოვიდეს აგრეთვე რთული გზით ე. ი. პროპრიოცეპტული ფარგლის საშუალებით. ამავე დროს დამახინჯებული გამოთქმა გამოიწვევს არაჩვეულებრივ მეორედ გაღიზიანებას ენა—ტუჩ ხორხის ფარგალში. რომელიც თავის მხრივ იმოქმედებდა მეტყველების პროპრიოცეპტულ ფარგალზე და ამიტომ აქაც აგზნებულება მოიმატებდა. ცხადია, ამის შედეგი უთუოდ ის უნდა ყოფილიყო, რაც ჩვეულებრივ ხდება: მამოძრავებელი აპარატის მოქმედება რთული გზითაც, ე. ი. პროპრიოცეპტული ფარგლის საშუალებით.

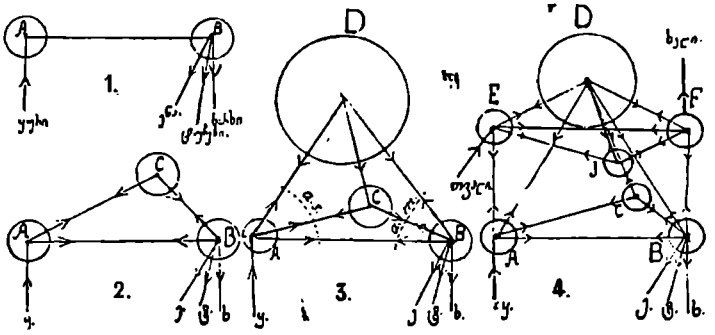
როდესაც კიდე ერთი გამოთქმული სიტყვა მეორეს არაჩვეულებრივად მისდევს, ამის მოსმენაც არ უნდა შეეგუოს მეტყველების მიმღებელი ფარგლის ჩვეულებრივ მოქმედებას, და რასაკვირველია, ისეთ გაღელვას იქონიებს ამ ფარგალზე, როგორც ეს არაჩვეულებრივ გაღიზიანებას მოეთხოვება. ამას მოჰყვება აგზნებულების მომატება ყველა ამ ფარგლიდან მიმავალ გზებში და ამიტომ სამოქმედო ასპარეზზე ის ქერქის მიმღები ფარგლებიც გამოდიან, რომლებიც მონაწილეობას ღებულობენ აღნიშნული სიტყვების მიერ გამოხატული ცნების წარმოებაში.

ამნაირად, **ჩვეულებრივი სჯა-ბაასის დროს სიტყვას სდევს მიმოძრავებელი წარმოდგენა და ცნება მხოლოდ მაშინ, თუ რომ მისი გამოთქმა ან და მისი გადაბმა სხვა სიტყვებთან მამოძრავებელ აპარატის საშუალებით არ შეეგუება მეტყველების პროპრიოცეპტული ფარგლის და მეტყველებისვე მიმღებელი ფარგლის ჩვეულებრივ მოქმედებას**

მეტყველებაში მონაწილე ქერქულ ელემენტთა ლოკალიზაცია. დიდი ტვინის ნაწილობრივ დაზიანებას ხშირად მოჰყვება ხოლმე ამ თუ იმ მეტყველების ელემენტის უმოქმედობა, რასაც ერთგვარი სუბიექტური შედეგი მოაქვს. ამ შედეგების გამოკვლევით, ერთის მხრივ, და მეორეს მხრივ, ტვინის ანატომიური შესწავლით გამორკვეულ იყო. თუ რომელ მეტყველების ელემენტს რა ანატომიური ალაგი უჭირავს. ამნაირად იყო აღმოჩენილი, რომ **მეტყველების მიმღები ფარგალი მდებარეობს ბგერის მიმღებ ფარგალში სახელდობრ პირველ საფეთქლის ხვეულში**(Wernicke) და მოსაზღვრე თხემის წილში; ზოგიერთის აზრით იგი უნდა მდებარეობდეს აგრეთვე მეორე საფეთქლის ხვეულში. ეს ფარგალი მუდამ ცალმხრივია, ე. ი. განვითარებულია მხოლოდ ერთს ჰემისფეროში: მარჯვენა ხელით მომუშავეებს იგი მარცხენა ჰემისფეროში აქვთ, ცაციებს კიდე მარჯვენაში. ამ ფარგალს მედიცინაში უწოდებენ ვერნიკეს „მეტყველების მგრძნობიარე ცენტრს" [1]).

პროპიოცეპტული მიმღები ფარგლის მდებარეობა პირველად ბროკას მიერ იყო (1862) განსაზღვრული. **ეს ფარგალი მდებარეობს ხორხის, ენის და ტუჩების მამოძრავებელი აპარატების მეზობლად, მესამე შუბლის ხვეულში.** რადგან ამ ფარგლის დამოკიდებულება მეტყველებასთან პირველად Broca მ [1]). შეამჩნია, ამიტომ ამ ფარგალს მედიცინაში უწოდებენ ბროკას „მეტყველების

მამოძრავებელ ცენტრს.“ ეს ფარგალიც ცალმხრივია. მარჯვენათი მომუშაევთ იგი განვითარებული აქვთ მარცხენა ჰემისფეროში. ცაციებს კიდე მარჯვენაში. (სურ. 169).



სურ. 168.

სურ. 168. მეტყველების ქერქულ ელემენტთა შორის ურთიერთობის სქემატური გამოხატულობა. A—აღნიშნავს მეტყველების მიმღებელ ფარგალს, B—მეტყველების მამოძრავებელ აპარატს: ენისა, ტუჩებისა და ხორხისა, C—მეტყველების პროპორიოცეპტულ მიმღებ ფარგალს: ენის, ტუჩებისა და ხორხისა; D—ცნების შემადგენელ მიმღებ ფარგალთა კომპლექსს; E ასოთა გამოხატულობის მიმღებ მხედველობის ფარგალს; F—ხელის მამოძრავებელ აპარატს; J—ხელის პროპორიოცეპტულ ფარგალს. ყველა ეს ელემენტები ურთიერთდებიან ერთიერთმანეთს დროებითი კავშირებით, რომელთა საშუალებით აგზნება ორივე მიმართულებით მიმდინარეობს. შტრიხებიანი რკალი a. s უჩვენებს იმ ელემენტების დაზიანებას, რომელსაც „გრძნობითი აფაზია“ მოჰყვება, a. m. კიდე—იმ ელემენტების დაზიანებას, რომელიც „მამოძრავებელ აფაზიას“ იწვევს. 1—დიაგრამა გამოხატავს ელემენტთა ურთიერთობას მეტყველების განვითარების პირველ საფეხურზე, როდესაც ყოველივე ხმის შესმენა მხოლოდ ხმის ამოღებას იწვევს; 2—შემდეგ საფეხურს, როდესაც ბავშვი უკვე გამოსთქვამს ცხობილ მარცვლებს ან სიტყვას მათ გაგონებაზე; 3—კიდე იმ განვითარებულ საფეხურს, როდესაც გამოთქმული სიტყვა უკვე დაუკავშირდა მის მიერ აღნიშნულ ცნებას; 4 კიდე გამოხატავს იმ ელემენტთა ურთიერთობას, რომელნიც წერაკითხვის შესწავლისას მოქმედობენ. (ბერიტაშვილი).

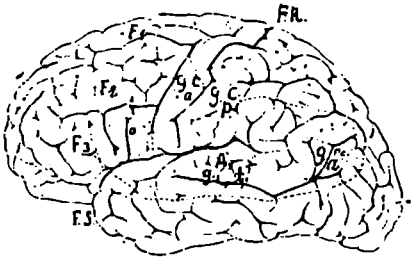
როდესაც ზიანდება ის ჰემისფერო, რომელშიაც აღნიშნული ფარგლებია ლოკალიზეული, სუბიექტი მეტყველების უნარს საბოლოოდ არ ჰკარგავს. მან შეიძლება ხელ ახლად შეისწაველოს ლაპარაკი. ხოლო ამ შემთხვევაში საჭირო ელემენტები მეორე საღ ჰემისფეროში ეითარდება.

მეტყველების პათოლოგია. როდესაც ჰემისფეროთა ქერქში მეტყველების რომელიმე ფარგალი დაზიანებულია, მაშინ სუბიექტი მეტყველების მოშლილობას განიცდის. ამ მოშლილობას მედიცინაში **აფაზიას** უწოდებენ. როდესაც კიდე მეტყველების მოშლილობა იქიდან წარმოსდგება, რომ დაზიანებულია ქერქიდან ჩამავალი გზები ქერქს ქვეშ მდებარე ენა-ტუჩ-ხორხის მამოძრავებელ მექანიზმისკენ, მაშინ მოშლილობას **ანარტრი** ეწოდება. იმის და მიხედვით, თუ ქერქის რომელი ნაწილია დაზიანებული, აფაზია შეიძლება იყოს გრძნობითი და მოძრაობითი. როდესაც სიტყვის მიმღები ბგერის ფარგალია დაზიანებუ-

ლი, მაშინ **გრძნობითი აფაზია** იქნება. ავადმყოფს არ ესმის ლაპარაკი და არც სიტყვის გამეორება შეუძლია. მაგრამ შეუძლია თავის თავად ლაპარაკი, თუმცა სიტყვის გამოთქმაში შეცდომას აკეთებს. ეს ხდება იმის გამო, რომ ავადმყოფს არ ესმის თავისივე ნალაპარაკევი, მას არ შეუძლიან სრული კონტროლი გაუწიოს იმას, რასაც წარმოსთქვამს. **მოძრაობითი აფაზია** მაშინ არის. როდესაც დაზიანებულია ან ხარხის და პირის ღრუს პროპრიოცეპტული მიმღები ფარგალი ან მისკენ მიმავალი გზები. როგორც ბგერის მიმღები ფარგლიდან ისე სხვა მხრიდან, ან კიდე ამ პროპრიოცეპტულ ფარგლიდან მამოძრავებელ აპარატისკენ მიმავალი გზები. ავადმყოფს ლაპარაკი არ შეუძლია, არც გამეორება, მაგრამ ნალაპარაკევი კი კარგად ესმის. რასაკვირველია. როგორც ერთი, ისე მეორე აფაზია მარჯვენათი მომუშავეთ ემართებათ მაშინ, როდესაც მარცხენა ჰემისფეროა დაზიანებული, ცაციებს კიდე მაშინ, როდესაც მარჯვენა ჰემისფეროა დაზიანებული.

წერისა და კითხვის ცენტრალური ინერვაცია, როდესაც წერა-კითხვას ასწავლიან, მხედველობის მიმღებ ფარგალში უნდა მოქმედობდეს ისეთი ელემენტები, რომელნიც წერის ნიშნებს ასოს გამოხატულობას მიმღებლობენ (სურ. 169). ეს ელემენტები უკავშირდება, ერთის მხრივ, მეტყველების მიმღებელ ბგერის ფარგალს და მის საშუალებით ყველა დანარჩენ მეტყველების ქერქულ ელემენტებს. მაგრამ ამავე დროს რასაკვირველია, აღნიშნული მხედველობის ელემენტები უკავშირდება თვითეულ ამ ელემენტთაგანს სრულიად უშუალოდ (იხ. სურ. 168, 4). კითხვის სწავლის დროს ასწავლიან აგრეთვე წერას –ხილული ნიშნის ხელით გამოხატვას. წერის შესწავლა გულისხმობს ჯერ ერთი ხელის მამოძრავებელი აპარატის მოქმედებას და შემდეგ ხელის პროპრიოცეპტული ფარგლისა, რომელიც ხელის მამოძრავებელ წარმოდგენებს იძლევა. ამიტომ ორივე ეს ელემენტი უკავშირდება ყველა მეტყველებაში მონაწილე ელემენტებს. მაგრამ ცხადია, როდესაც ასოს შესწავლა დასრულდა, მის გამოხატულობის შიერ გამოწვეული გამოთქმა ან დაწერა არ უნდა გულისხმობდეს, რომ ეს უთუოდ ცნების და მამოძრავებელ წარმოდგენათა საშუალებით სწარმოებს. მეტ წილად ესეც უშამათოდ უნდა სწარმოებდეს, ე. ი. უაღრესად განვითარებული მოკლე გზების საშუალებით. ასოს გამოხატულება პირდაპირ ხარხისა და პირის ღრუს ქერქული მამოძრავებელი აპარატის მოქმედებას იწვევს. ივითონ ცნების წარმოდგენას, ე. ი. სხვადასხვა მიმღები ფარგლების დროებით კავშირთა კომპლექსის მოქმედებას ჩვეულებრივ მხოლოდ მაშინ აქვს ალაგი, თუ რომ თვით ცნების რომელიმე ელემენტი რამე მიზეზით განსაკუთრებით აქტიურ მდგომარეობას განიცდის, ე. ი. თუ მან სუბიექტის ყურადღება მიიქცია. ხელის და თითების ქერქის პროპრიოცეპტული ფარგალი მხოლოდ მაშინ ღებულობს მონაწილეობას, თუ რამე მიზეზით სუბიექტის მიერ დაწერილი ასოს ან ასოთა გამოხატულება სწორე არ არის, ან და არ შეეფერება მის მიერ გაძოთქმულ ან დანახულ სიტყვას, ან და იმ ცნებას, რომელსაც იგი მოჰყვა. ამ შემთხვევაში პროპრიოცეპტული ფარგალი მოქმედებას იწყებს და მით ნაწერის სისწორეს ერთგვარ კონტროლს უწევს.

წერა-კითხვის საწარმოებლად საჭირო ქერქის ელემენტები აგრეთვე ერთ ჰემისფეროში ვითარდება. მარჯვენა ხელის მომუშავეს ეს ელემენტები მარცხენა ჰემისფეროში აქვს. ის მამოძრავებელი აპარატი, რომელიც წერისათვის საჭირო ხელის მოძრაობას აწარმოებს, მეორე შუბლის ხვეულის უკანა ნაწილში მდებარეობს. ეს იქიდანაც სჩანს რომ თუ ეს ქერქის ნაწილი დაზიანდა, ავადმყოფი წერის უნარს ჰკარგავს, თუმცა მას ნორმულად ესმის ნალაპარაკევი და დაწერილი და ნორმულად კითხულობს. ამნაირ მოშლილობას **აგრაფიას** უწოდებენ. გრაფიკული ნიშნების მიმღებლობა კიდე, ცხადია, მხედველობრივ-მიმღები ფარგლის საშუალებით სწარმოებს. ამ ფარგლის ან აქედან მეტყველების მამოძრავებელ აპარატისკენ მიმდინარე გზების დაზიანებას წაკითხვის უნარის დაკარგვა მოჰყვება. ამას **ალექსიას** უწოდებენ. მაგრამ, რასაკვირველია, ყოველჯერ მოძრაობით აფაზიას აგრეთვე ალექსიაც მოყვება. საერთოდ ძლიერ იშვიათია ერთი რომელიმე მარტივი მოშლილობის არსებობა. ჩვეულებრივ მოშლილობა ცოტად თუ ბევრად რთულია.



სურ. 159.

სურ. 199. მეტყველების ფაფგალი კლინიკური გამოკვლევით. A მეტყველების მიმღებელი ნაწილი ბგერის მიმღებელ ფარგალში ანუ Wernicke-ს ცენტრი; B - პირის ღოუს და ხორხის პროკორიოცეპტული მიმღები ფარგალი ანუ Broca-ს ცენტრი; Pc — ასოთა გამოხატულობის მიმღები ფარგალი ხედველობის მიმღებ ფარგალში. F R — როლანდის ღარი; F S — სილვიის ღარი; F¹ F² და F³ — პირველი, მეორე და მესამე შუბლის ხვეული; g. c. a. — წინა ცენტრალური ხვეული; g. c. p. — უკანა ცენტრალური ხვეული; g. t. — პირველი საფეთქლის ხვეული; g. a. — gyrus angularis (Déjérine).

ჩვენ განვიხილეთ მეტყველების წარმოშობა და ამასთან არავითარი ახალი კანონშეწონილების დადგენა არ მოგვიხდა. მეტყველება ც. ნ. ს.-ის მოქმედების ერთ ერთ კერძო მოელენას შეადგენს. თუ რომ ჩვენ ამაზე შეეჩერდით, ეს მხოლოდ იმიტომ მოხდა, რომ სასურველად მიმაჩნდა მეჩვენებინა, რომ ასეთი რთული ფსიქო-ნერვეული მოელენა მთლიანად შეიძლება აიხსნას ც. ნ. ს.-ის ზოგადი კანონების თვალსაზრისით (ბერიტაშვილი [3]).

ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა.

1. C. Wernicke. Der aphasische Sypmtomenkomplex. 1874. Breslau.
2. Broca, Bull. soc. anat. 1861. გვ. 330. 1863 გვ. 200. 1864 გვ. 263. 1865 გვ. 377.
3. Beritoff, Jour. f. Psych. u. Neurol. 1924. 31. 46.

ს ა ძ ი ე ბ ე ლ ი.

ა.

აგზნება კუნთისა 31, მისი ცვალებადობა დაღალვის დროს 79.

აგზნება ნერვისა 133, ცვალებადობა პარაბიოზის დროს 164.

აგზნების გამტარებლობა კუნთში 66, ნერვში 136, დიდი ტვინის ქერქში 250.

აგზნების თეორია ლ ა ზ ა რ ე ვ ი ს ა 37.

აგზნების დეკრემენტი 164.

აგზნების რითმული ბუნება კუნთში 65, ნერვში 143, ც. ნ. ს.-ში 239.

აგზნების საკუთარი რითმი კუნთში 65, ნერვში 144, ც. ნ. ს.-ში 239.

აგზნების შეუღლებული ირადიაცია 384, ზურგის ტვინში 386, ფიზიოქიმიური საფუძველი 389, მორფოლოგიური საფუძველი 350.

აგზნებადი ნივთიერება კუნთისა 33, ნერვისა 138.

აგზნებადი ნივთიერების სიკვდილი 163.

აგზნებულება კუნთისა 31, საკუთარი აგზნებულება 33, მისი ცვალებადობა 34, 42, დაკვირვება 39; ხარისხის განსაზღვრა 34, დაკვირვება 41; აგზნებულების ცვალებადობა 73, დაკვირვება 75; ცვალებადობა დაღალვის დროს 79.

აგზნებულება ნერვისა 133, ცვალებადობა 146.

აგზნებულება ქერქისა 351, ცვალებადობა 351.

აგზნებულება ც. ნ. ს.-ში 251, მომატება ირადიაციის გამო 253, დამღლელი გაღიზიანების გამო 259, სუბმინიმალური გაღიზიანების გამო 252.

აგრაფია 490.

ავტომატიური მოქმედება გულისა 104. წყლტუ კუნთისა 112.

ავტონომიური სისტემა 176, დანაწილება 177, ნიკოთინის მეთოდი 179, ზოგადი თვისებები 180, ანტაგონისტური მოქმედება 181, შეკავების ბუნება 183, შხამები 184, მგრძნობიარე ნერვები 185, კვანძების კოორდინაციული მოქმედება 185, ტონური მოქმედება 187, ჩონჩხის კუნთის ავტონომიური ინერვაცია 187, დანიშნულება 189, პრაქტიკუმი 190.

აზროვნება 440.

აკუმულიატორი 13.

ალექსია 490.

ანალიზატორი 338.

ანატომია ბაყაყისა 1.

ანიზოტროპიული ნივთიერება 43.

ანან სულ, ან არაფრის კანონი- ჩონჩხის კუნთში 70, გულის მიმართ 101, წყლტუ კუნთის მიმართ 111.

ანტაგონისტთა სინერგიული მოქმედება 346, მათი ფიქსაციის როლი 347, განცალკევებული შეკუმშვა 348.

არაჩვეულებრივი გაღიზიანება საორიენტაციო რეფლექსის მიმართ 313, ინდივიდური რეფლექსის მიმართ 420.

ასოციაცია 432, განმტკიცების პირობები 433.

ასოციაციის აღმოცენების სისწრაფე 472.

ასოციაციური ცენტრები 469.

აფაზია გრძნობითი 489, მოძრაობითი 489.

ბ.

ბ ერ ნ შ ტ ე ი ნ ი ს ცდა ნერვის დაუღლელობის შესახებ 150.
ბიჰევიორიზმი 359.
ბ ო ვ დ ი ჩ ი ს კიბე 103.
ბ ო ტ ა ც ი ს ტეტანუსის თეორია 97.

გ.

გიდატრიალების რეფლექსი 300.
გათოშვა 115, მისი მოსპობა 117, და აგზნებულება 118, ხელოვნური 119, წარუვალი და წარმავალი 119, პრაქტიკუმი 120.
გალვანური ელექტროდენი 7. მისი მოქმედება ნერვზე 136.
გალვანომეტრები 10.
~~გამტარებლობა ჩონჩხის~~ კუნთში 66, ~~გულის კუნთისა 101, წყლტუ კუნთისა 110.~~
~~გამტარებლობა~~ ნერვისა 136, გამოკვლევის მეთოდი 137, სისწრაფე 138, პრაქტიკუმი 141.
გამტარებლობა ზურგის ტვინში 249, დიდი ტვინის ქერქში 350.
ვანცდათა ასოციაცია 438, ძილში 456.
გასაღები დიუ ბ უ ა რ ე ი მ ო ნ ი ს ა 19.
გასაღები ჰ ე ლ მ ჰ ო ლ ც ი ს ა 250.
გაღიზიანება კუნთისა--ზღურბლი 35, კანონი 35, სასარგებლო დრო 36, დაკვირვება 39.
გიღიზიანება ნერვისა 134, დიდი ტვინის ქერქისა 349.
გაღიზიანების მეთოდი 6.
გაღვიძების წარმოშობა 451.
გ ლ ი ნ ს კ ი ს ოპერაცია 360.
გემოვნების მიმღები ფარგალი 336, საპასუხო ადგილები 343.
გენერალიზაცია ინდ. რეფლექსებისა 372, წარმოშობა 394, პ ა ვ ლ ო ვ ი ს ახსნა 405.
გონებრივი მუშაობა 481.
გრადაცია კუნთის შეკუმშვისა 56, რეფლექსური მოქმედებისა 218.
გრაფიკული მეთოდი 20.
გ რ ი უ ტ ც ნ ე რ ი ს ტეტანუსის თეორია 97.
გულის კუნთი 99, ელექტროდენი 100, აგზნებულების მომატება 103, ტეტანუსი 104, რეფრაქტორული ფაზები 101, ავტომატ. მოქმედება 104, პრაქტიკუმი 106.

დ.

დაგვიანებული რეფლექსი 383.
დაღლილობა კუნთისა 76. დაუღლელი მოქმედება 82, პრაქტიკუმი 83.
დაღალვა ნერვისა 149. პარაბიოტუული ნაწილისა 163, დაუღლელობის დაკვირვება 150.
დაღალვა ც. ნ. ს.-სა 255, ფსიქონეროული 476.
დაძაბვა 48, აქტიური 51.
დგომის ტონუსი 305..
დეკრემენტის მოვლენა ნერვში 164.
დეცერებრირებული ექსტენსიური ტონუსი 278, წარმოშობა, 278. 290, ფლექსიური ტონუსი 279, 290.
დიდი ტვინი--მთავარი ფუნქციები 325, ქერქის აგებულება 328, მიმღები ფუნქცია 333, საპასუხო ფუნქცია 341, მიელინიზაცია 467.
დიფერენციაცია ინდ. რეფლექსისა 372, წარმოშობა 396, პ ა ვ ლ ო ვ ი ს ახსნა 405.
დიფერენცირებული გაღიზიანების უარყოფითი მოქმედება 420.
დომინანტის თეორია 320.
დროებით კავშირები 369, მორფოლოგიური საფუძველი 369, წინქცევითი და უკუქცევითი 392.
დროებითი გზები 408.
დროს რეფლექსი 383.

ე.

ეინთჰოვენის გალვანომეტრი 11.
ელექტრობა — ინდუქციური 6, გალვანური 7, ელემენტები 7, წინააღმდეგობა და გამტარებლობა 8, ერთეულები 8. რეოხორდი 9, გალვანომეტრები 10, ელექტროლიზი 12, პოლიარიზაცია 13. ინდუქცია 15, უნიპოლიარული ელექტრული მოვლენა 18.
ელექტროდები 19, უპოლიარიზაციო 15.
ელექტროდენი მოქმედებისა 60 და მოსვენებისა 62.
ელექტრომეტრი ლიპმანისა 11.
ელექტრომაგნიტური სიგნალი 24.
ელექტროტონი ფიზიოლოგიური 168. მისი წარმოშობა 170, ფიზიკური 171, დაკვირვება 175.
ელექტროფიზიოლოგია — პოლიუსებრივი კანონი 168, კათოდური დეპრესია 169, ფლიუგერის შეკუმშვა 172, ინდუქციურ კვეთებათა პოლიუსებრივი მოქმედება 173, პრაქტიკუმი 174.
ელექტრული გაღიზიანება 6, ნერვისა 135.
ელექტრული ეფექტი კუნთისა 60, გულისა 101, ნერვისა 142.
ერგოგრაფი 477.
ერთსახსრიანი კუნთები 229.
ექსტრა-სისტოლა 102.
ექსტრა-ელექტროდენი 18.

ზ.

ზურგის ტვინის კვანძი 207, მნიშვნელობა კოორდინაციაში 208, პრაქტიკუმი 208.
ზურგის ტვინის ინდუქცია უშუალო 253 და სუქცესიური 274.
ზღურბლობრივი გაღიზიანება 35.

თ.

თანადროული ინდ. რეფლექსი 375.

ი.

idea fix 443.
იზოტონური შეკუმშვა 48.
იზომეტრული შეკუმშვა 48.
იზოტროპიული ნივთიერება 43.
ინდივიდური რეფლექსის შესწავლა პავლოვის მიმართულება 357, ბერიტაშვილისა 358, ბიჰევიორისტული 359, პავლოვის მეთოდი 351, გაწვრთნისა 362, ბეხტერევისა 361, ლაბირინტული 363, ტერმინოლოგია 364.
ინდივიდური რეფლექსის განვითარება 366, უკულმა წესით 368, მაღალი ხარისხისა 368, განმტკიცება 369, ტიპები 375, წარმოშობა 391, პავლოვის აზრი 404.
ინდივიდური რეფლექსის გენერალიზაცია და დიფერენციაცია 379, წარმოშობა 394.
ინდივ. რეფლექსის ანატომიური ელემენტები ქერქში 407, ქერქს გარეშე 410.
ინდ. რეფლექსის დასუსტება 412, გაქრობა 413, აღდგენა 417, ცვალებადობა 419, პრაქტიკუმი 428.
ინდუქციური ელექტროდენი 6, 17. პოლიუსებრივი და ელექტროტონური მოქმედება 173.
ინდუქცია უშუალო 253 და სუქცესიური 274, 406.
ინდუქტორიუმი 16.
ინტელექტის ბუდე 469.
ირადიაცია ც. ნ. ს.-ში 214, წარმოშობა 215, პრაქტიკუმი 119.
ირადიაცია შეუღლებული 384.

კ.

კვანძების ცენტრალური მოქმედება 185, ტონური მოქმედება 187.
კედომის პროცესი 159.
კიმოგრაფი 21.

კისრის ტონური რეფლექსი კიდურებზე 284, თვალებზე 285, წარმოშობა 288.
კ ი უ ნ ე ს ცდა 141.
კოორდინაციის პრინციპი 221.
კონტრაქტურა 53.
კომპენსატორი 9.
კომპენსაციური პაუზა გულში 103, ყუში 112.
კუნთის აგებულება 26, ბოკკოთა წყობილება 88.
კუნთის იგზნება 31, აგზნებულება 31, გამტარებლობა 66, შეკუმშვა 43, შემოკლების ხარისხი 56, გაგანიერება 58, ტონი 54, ხმაურობა 54. მოქმედების ელექტროდენი 60, მოსვენებისა 62.
კუნთის მუშაობა 87; მანქანა 87, მექანიკური ენერგია 89.
კუნთის სიკვდილი 115.
კუნთის საკუთარი რეფლექსი 262.
კუნთოვანი უჯრედის აგებულობა 26, სარკოპლაზმა 27, მიოფიბრილი 27, ნერვული დაბოლოება 29, წითელი და თეთრი 56.
კუნთის ოპტიმალური და პესიმალური ეფექტი 152.
კუნთ-ყანის მიმღები ფარგალი 337, საპასუხო ადგილები 343.
კურარეს მოქმედება კუნთზე 33, ცდა 39.

ლ.

ლაბირინტული ტონური რეფლექსი კიდურებზე 279, კისერზე და ტანზე 280, თვალებზე 280, წარმოშობა 288.
ლაბირინტის რეცეპტორები 282.
ლ ა ზ ა რ ე ვ ი ს აგზნების თეორია 37.
ლაქტაციდოგენი 90.
~~ლაპარაკი 485, ძალ~~ში 458.
ლოკალურ გაღიზიანებათა შეუძლებლობა 316.
ლოკომოცია ფაზური მოძრაობა 302, სტატიური ტონუსი 305, მდებარების რეფლექსი 306, ურთიერთობა 308, პრაქტიკუში 309.

მ.

მამოძრავებელი ნერვის დაბოლოება 29.
მამოძრავებელი ადგილები 343, ურთიერთობა საკოორდინაციო აპარატებთან 348.
მამოძრავებელი წარმოდგენების გენეზისი 483, მათი როლი ნებით მოძრაობაში 445.
მარტივი შეკუმშვა 47, ხანგრძლივობა 55, ცვალებადობა დაღალვისას 80, პრაქტიკუში 58.
მაღალი ხარისხის ინდ. რეფლექსი 368.
მდებარების ტონური რეფლექსი 294, ლაბირინტიდან თავზე 296, ტანიდან თავზე 295, კისრიდან თავზე 296, ტანიდან ტანზე 296, თვალიდან ტანზე 296, პრაქტიკუში 300.
მეთოდიკა 1.
მეორედი გაღიზიანება 216.
მეორედი შეკუმშვა 60, 63.
მეტყველება 483, წარმოშობა 483, ქერქული ელემენტები 487, პათოლოგია 488.
მექანიკური ეფექტი 43.
მექანიკური ენერგიის წარმოშობა კუნთში 89, მიელინიზაცია დიდი ტვინის ქერქისა 467.
მიოგრაფი 21.
მიოფიბრილი 27, მიკროსკოპიული აგებულება 43. ცვლილება შეკუმშვისას 44, ფუნქცია 47.
მიმყოლი ინდ. რეფლექსი 377, წარმოშობა 399.
მიმღები ფარგლის დახასიათება 337, აგზნებულება 339, დიფერენციაცია 340.
მიმღები ნივთიერება კუნთისა 34.
მიმღები აპარატი 202.

მიმღები ველები კანისა 203, მნიშვნელობა კოორდინაციაში 205. პრაქტიკუმი 206.
მონაკოვის კონა 331.
მოსვენების დენი 62, 163, 172, დაკვირვება 68.
მოქმედების ელექტროდენი კუნთისა 60, ტეტანუსის დროს 62, დაკვირვება 68; ნერვისა 142.
მოცილების რეფლექსი 195.
მოცულობა კუნთის შეკუმშვისას 52.
მოხვევის რეფლექსი 195.
მოხერის რეფლექსი 194.
მუშაობა 87, რაოდენობა 87, ადამიანისა 89. დაუღლელი 82, ანოქსიბიოტური 90. პრაქტიკუმი 94.
მყესის რეფლექსი 261.
მხედველობის მიმღები ფარგალი 334, საპასუხო ადგილები 343.

ნ.

ნატრიუმის იონების მნიშვნელობა 135.
ნებითი მოძრაობა 444, გენეზისი 444. და ცნობიერება 446.
ნეირონი ნეირონული თეორია 125.
ნეიროპილი—ნეიროპილური თეორია 129.
ნეიროფიბრილების როლი აგზნების გამტარებლობაში 138, ნეიროფიბრილური ბადე 124.
ნერვული ბოჭკოს აგებულება 124.
ნერვული სისტემის ელემენტები 122. კლასიფიკაცია 132.
ნერვის აგზნებულება 133, გაღიზიანება 134. ნერვის აგზნების რითმი 143, აგზნების ხანგრძლივობა143, რეფრაქტორული ფაზები 144, დაღლილობა 149. ოპტიმალური და პესიმალური ეფექტი 155, პარაბიოზი 159, 161.
ნიკოტინის მეთოდი 179.
ნოტიო კამერა 140.

ო.

ოპტიმალური ეფექტი 152.
ორნაირი ინერვაცია 233. წარმოშობა 234. კიბოს გაზისა 236, პრაქტიკუმი 237.
ორსახსრიანი კუნთები 229. მოქმედების პრინციპი 231. ფიქსატორის როლი 232, პრაქტიკუმი 232.
ოტოლიტები და ფუნქცია 282.

პ.

პავლოვის მოძღვრება ინდ. რეფ. შესახებ 404, 411, 418. 425.
პარაბიოზი 159, სტადიები 160, დაღლა 162, წარმოშობა 164, ედენსკის თვალთსაზრისი 166, პრაქტიკუმი 166.
პარასიმპატიური სისტემა 179.
პატარა ტვინი და ტონუსი 297.
პესიმალური ეფექტი 152, გაღიზიანების სიხშირის გამო 153, გაძლიერების გამო 153, პრაქტიკუმი 158.
პერითერმინალური ბადე 33.
პერისტალტიკური მოძრაობა 110.
პირამიდული გზები 329.
პირობითი რეფლექსი 364.
პოლიუსებრივი კანონი 168.
პოსტგანგლიური ბოჭკოები 176.
პრეგანგლიური ბოჭკობები 176.
პროგრესიული მოძრაობის რეაქცია თავზე 298.
პროპრიოცეპტული გაღიზიანება 216.
პროპრიოცეპტული ინდ. რეფლექსი 381, 407.

რ

რაქციის დრო კუნთისა 49.
რეობაზა 36.
რეონომი ფლეიშლისა 40.
რეოხორდი 8.

რეფლექსი ზოგადი ცნება 194, დანიშნულება 194, კოორდინაციული თვისება 195, უხერხემლო ცხოველთა 197, თანშობილი და ინდივიდური 199, ონტოგენეზი 200, ტიპები 200. პრაქტიკუმი 201

რეფლექსის რკალი 211. ორნეირონიანი 264, საორიენტაციო 312, ინდივიდური 408.

რეფლექსის სირთულე 213, შემდეგმოქმედება 217, 243, გრადაცია 118, გამტარებლობა 247.

რეფლექსური რეაქციის ფარული პერიოდი 247. პრაქტიკუმი 250.

რეფლექსური დაღლილობა 257, სისწრაფე 258, პრაქტიკუმი 260.

რეფლექსური აპარატის შოკი 268.

რეფლექსური მოქმედების ცვალებადობა 314, პირობები 315, წარმოშობა 317, პრაქტიკუმი 322.

რეფრაქტროლური ფაზა ჩონჩხის კუნთისა 70, გულისა 101, წყლტუ კუნთისა 111, ნერვისა 144, ც. ნ. ს.-სა 238.

რეციპროკული ინერვაცია 224, ზოგადი ფორმულა 225, ისტორიული მიმოხილვა 225, პრაქტიკუმი 227.

რეციპროკული შეკავება 222, ხანგრძლივობა რითმი 244, შემდეგმოქმედება 246.

რითმული ინდივ. რეფლექსი 382.

რითმული რეფლექსი 271, ფაზთა მორიგეობა 272. წარმოშობა 273. პროპრიოცეპტული გაღიზიანების მნიშვნელობა 273, პაქტიკუმი 275.

რ ი ტ ე რ ი ს ტეტანუსი 168.

ს

სადა კუნთი იხ. წყლტუ.

საზღვრული რითმი აგზნებისა კუნთში 65, ნერვში 144, ც. ნ. ს.-ში 239.

საორიენტაციო რეფლექსი 310, ბუნება 310, თანშობილი და ინდივიდური 311, რეფლექსური რკალი 313, პრაქტიკუმი 313; მნიშვნელობა გაღვიძების მიმართ 452.

საკოორდინაციო აპარატი ლოკალიზაცია 200, პრაქტიკუმი 112: აგზნებულების ცვლილება გაღიზიანების გამო 251, ირადიაციის გამო 253, პაქტიკუმი 254.

საკოორდინაციო აპარატი ტონური რეფლექსებისა 276. ქერქულ მოძრაობათა 346.

საკუთარი რითმი იხ. საზღვრული.

საკუთარი რეფლექსი 262.

საპასუხო ფუნქცია ქერქისა 241.

სარკოზომა 27, სარკოლემა 27, სარკოპლაზმა 27.

სასარგებლო დრო კუნთისა 36, ნერვისა 134.

სითბოს პროდუქცია 92.

სიზმარი 453, გამოწვევა 454, მიმდინარეობა 456.

სიკვდილი კუნთისა 115, ნერვისა 159.

სიმპატიური სისტემა 179.

სმენის მიმღები ფარგალი 336, საპასუხო ადგილები 343.

სპეციფიური ენერგიის პრინციპი 202.

ს ტ ა ნ ი უ ს ი ს ლიგატურა 105, 107.

სტატო კინეტური ტონური რეფლექსი -- ტრიალისა 298, პროგრესიული მოძრაობისა 298, ხტუნვისასთვის მომზადებისა 299, გადატრიალებისა 300, პრაქტიკუმი 300.

სტრიქნინით მოწამვლა ზურგის ტვინისა 210, ქერქისა 351.

სუბმინიმალური გაღიზიანება 74, 148, 252.

სუქცესიური ინდუქცია 274, 406, 427.

სუმაცია კუნთში 74, დაკვირვება 76; ნერვში 148, დაკვირვება 148; საკოორდინაციო აპარატში 252, დაკვირვება 254.

სxა-ბაასი 486.

ტ.

ტელოდენდრია 123, 124.
ტეტანუსი 50, დაკვირვება 59, წარმოშობა 96.
ტონური რეფლექსი მიმღები ველი 276, საკოორდინაციო აპარატი 276, მოხვრისა 277, 278, დეცერებრირებული 278, ლაბირინტისა 279 280, კისრისა 284, ადამიანზე და ნორმულ ცხოველზე 287, პრაქტიკუმი 290.
ტრანსფორმაციული სტადია 160.
ტრანსფორმაცია იმპულსთა ნერვში 145.
ტრიალის რეაქცია თავზე 298, თვალებზე 298.
ტროფიკული გავლენა ნერვული უჯრედისა 127, სიმპატიური სისტემისა კუნთზე 189.

უ.

უარყოფითი ინდ. რეფლექსი 380, წარმოშობა 401, შემდეგ მოქმედება 403.
უასოციაციო განცდა 441.
უდიდტვინო ცხოველები 325, ადამიანი 327.
ურეაქციო ფსიქონერვული პროცესი 440.
„უკუგდების შეკუმშვა" 274.
უკოორდინაციო მოქმედება ც. ნ. ს.-ისა 260.
უმოძრაობა ძილში 457. —
უნიპოლიარული გაღიზიანება 136.

ფ.

ფაზური მოძრაობა 302.
ფარული პერიოდი ჩონჩხის კუნთისა 49, წყლტუ კუნთისა 110, ც. ნ. ს.-სა 247, ფსიქონერვული 471, პრაქტიკუმები 58, 250, 473.
ფარული ასოციაცია 434.
ფიზიოლოგიური ელექტროტონი 168.
ფიზიკური ელექტროტონი 171.
ფიქსაციის როლი კუნთებისა 232,3 47.
ფ ლ ი უ გ ე რ ი ს შეკუმშვის კანონი 172.
ფრთისებრი კუნთი 88.
ფსიქონერვული პროცესები მეთოდები 430, ასოციაცია 432, მსვლელობა 438, ფარული 471, არაასოციაციური 441, ურეაქციო 440.
ფსიქონერვული დაღალვა 476, პიროებები 476, თანამგზავრი მოვლენა 478, საკოორდინაციო აპარატის როლი 480, ქერქის როლი 481, გონებრივი 481, კუნთების დაღალვის გავლენა 482, პრაქტიკუმი 482.
ფსევდო-რეფლექსი 186.

ქ.

ქერქი დიდი ტვინისა აგებულება 328, მიმღები ფარგლები 333, საპასუხო ადგილები 343, პრაქტიკუმი 354.
ქერქული გზები ქვემავალი 329, ზემავალი 331.
ქერქული ეპილეპსია 350.
ქერქული მოძრაობა.—დახასიათება 344 რეციპროკული ინერვაცია 345, კოორდინაცია 346, სინერგიული მოძრაობა 346.
ქრონაქსია კუნთისა 37, ნერვისა 134.

ყ.

ყნოსვის მიმღები ფარგალი 336, საპასუხო ადგილები 343.
ყურადღება უნებლიო 438, ნებითი 439, ინტელექტუალური 440.

შ.

შეკავება ავტონომიური სისტემისა 183, რეციპროკული 221.

შეკავების საკითხი დიდი ტვინის მიმართ 352.
შეკუმშვა 43, წარმოშობა 44, თეორია 45—46, მარტივი 47, ტეტანური 50, იზოტონური 48, იზომეტრული48, მოცულობა 52.
შეკუმშვის უნარი 56, ხარისხი 56.
შეკუმშველი ნივთიერება 47.
შეუღლებული ირადიაცია 384.
შემდეგმოქმედება რეფლექსური 217.
შთაგონება 459, წარმოშობა ჰიპნოზის დროს 462.
შოკი 268, და ნარკოზი 269, წარმოშობა 269, პრაქტიკუმი 270.
შ ტ ე ი ნ ა ხ ი ს ცდა 130, 207.

ც.

ცენტრალური ნერვული სისტემა 193.
ცენტრალური დაღლილობა 255.
ც. ნ. ს.-ს უკოორდინაციო მოქმედება 260.
ცნობიერება და ნებითი მოძრაობა 446.

ძ.

ძილი 447, მთავარი პირობები 448, ინდივიდური გზით 449, გაღვიძება 451, პ ა ვ ლ ო ვ ი ს ჰიპოთეზა 453, უმოძრაობა ძილის დროს 457, ლაპარაკი და მოძრაობა ძილში 458.

წ.

წარმოდგენები 436 490, მამოძრავებელი 445.
წერა-კითხვის ინერვაცია 489.
წითელი ბირთვები 297.
წინაღმდეგობა 8, ცოცხალი ქსოვილის 8.
წონასწორობის რეფლექსი 306.
წყლტუ კუნთი აგებულება 29, აგზნება აგზნებულება 109, გამტარებლობა 110, მექანიკური ეფექტი 110, რეფრაქტორული ფაზები 111, ტეტანუსი 112, ავტომატიური მოქმედება 112, პრაქტიკუმი 114.

ჩ.

ჩვეულება 434.
ჩვეულებრივი ლაპარაკი 485.
ჩონჩხის კუნთის ავტონომიური ინერვაცია 187.

ჰ.

ჰექსოზოდიფოსფორ მჟავა 90.
ჰიპნოზი— დახასიათება 463, გამოწვევა 460, ჰიპნოზის დროს ახალი ასოციაციის განვითარება 462, სიღრმე 463, შეწყვეტა 464.
პალუცინაცია 465.

სახელგამის გამოცემანი

უმაღლესი სკოლებისათვის

ზ. ყანჩაველი—ბოტანიკა, I, ზოგადი ნაწილი . ფ. 8 მ. — კ.

პროფ. ბერიტაშვილი—კუნთების ფიზიოლოგია, ნ. I (რუსულად), 148 გვ. ფ.— მ. 60 კ.

მისივე კუნთების ფიზიოლოგია, ნ. II (რუსულ.), 416 გვ. ფ.— მ. 60 კ.

პროფ. გეხტმანი—მსოფლიო ეკონ. გეოგრაფია, 406 გვ. ფ. 3 მ. 50 კ.

კულჩიცკი—ჰისტოლოგიის საფუძვლები, ნ. I (ზ. მაისურაძის თარგმანი) . . ფ. 3 მ 50 კ

პროფ. მაჭავარიანი—მუცლის ღრუს ქირურგია, ფერადი სურათებით, 363 გვ. . ფ 6 მ. — კ.

პროფ. ნათიშვილი—ადამიანის ნორმალური ანატომია, I ნ. (გაიყიდა) . ფ. 1 მ. 50 კ.

მისივე—ადამიანის ნორმალური ანატომია, ნ. II (გაიყიდა) ფ. 1 მ. 50 კ.

მალაევი—ჰისტოლოგიის პრაქტიკული რვეული, 68 გვ. ფ.— მ. 80 კ.

პროფ. შ. ნუცუბიძე—ლოღიკა, პროპედევტური კურსი, 123 გვ. . ფ. 1 მ. 50 კ.

თუმანიშვილი—გინეკოლოგია, 224 გვ. ფ. 2 მ. — კ.

ზ. ყანჩაველი—ბოტანიკა, ნ. II (იბეჭდება).

მ. ფარცვანიძე—ვეტერინარიის საფუძვლები (იბეჭდება).

პროფ. პოზედინსკი—მეანობის სახელმძღვანელო (პროფ. თიკანაძის თარგმანი) (იბეჭდება).

პროფ. მაჭავარიანი—კიდურის ქირურგია (იბეჭდება).

პროფ. გოგიტიძე—ბავშვის კვება. (გამოვა საჩქაროდ)