

ქართვან ბარბა

# ზოგადი და სპორტის ნეფრიტოლოგია

ტომი 1

თბილისი - 2022

წინამდებარე ორტომეულ სახელმძღვანელოში განხილული და სისტემატიზირებულია ზოგადი და სპორტული ნუტრიციოლოგიის თანამედროვე ტენდენციები, კვებითი სისტემები, ანთროპომეტრიციოლოგიის საკითხები, სხეულის კომპოზიცია და მეფასების მეთოდები; ენერგიის ცვლა და მისი თავისებურებები სპორტსმენებში; ადამიანის ზოგადად და სპორტსმენის, ორგანიზმის, ენერგეტიკული მოთხოვნილებების მეფასების მეთოდები და საშუალებები, მიკრო და მაკრონუტრიენტების, წყლის როლი ადამიანის ჯანმრთელობისათვის;

**პირველი ტომი შედგება 3 ნაწილისაგან:**

1. ნუტრიციოლოგია როგორც მეცნიერება;
2. საკვების მონელების ფიზიოლოგია და ბიოქიმია;
3. ნუტრიენტების ბიოლოგიური როლი და მეტაბოლიზმი. ენერგეტიკული ცვლა.

**მეორე ტომი შედგება 6 ნაწილისაგან:**

1. სხეულის კომპოზიცია და მეფასების მეთოდები;
2. ფაქტიური კვების შესწავლის მეთოდები;
3. კვება და ჯანმრთელობა;
4. ენერგიის ბალანსი, წონის კორექცია და მენეჯმენტი
5. კვება, ფიზიკური აქტივობა და სპორტი;
6. სპორტსმენის კვების თავისებურებები.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია უმაღლესი სამედიცინო სასწავლებლების, რეაბილიტაციის მიმართულების სტუდენტების, ექიმების, რეაბილიტოლოგების, ფიზიკური თერაპევტების და მედიცინის სხვადასხვა დარგის სპეციალისტებისათვის; ასევე - მწვრთნელების, ფიტნეს ინსტრუქტორებისათვის, რომელთაც აქვთ სურვილი მიიღონ ცოდნა ადამიანის კვების - ნუტრიციოლოგიის შესახებ.

**რედაქტორები:**

მედიცინის დოქტორი, პროფესორი ქეთევან დადიანი;

მედიცინის დოქტორი მანანა სტენლი-გობეჯიშვილი

**რეცენზენტები:**

მედიცინის დოქტორი, პროფესორი ლია კაკიაშვილი

მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ზურაბ კახაბრიშვილი

**დაიბეჭდა შპს "თბილისელები-პრინტი"**

© ქეთევან ბერიძე, 2022

ISBN 978-9941-8-4448-5 (ყველა ტომის)

ISBN 978-9941-8-4449-2 (პირველი ტომის)

# აბრევიატურა

- ადდ- ალიმენტარულ დამოკიდებული დაავადებები;  
ადფ - ადენოზინდიფოსფატი;  
ადჰ - ანტიდიურეტიული ჰორმონი;  
აიდ- არაინფექციური დაავადებები;  
აქტჰ - ადენოკორტიკოტროპული ჰორმონი;  
ატფ - ადენოზინტრიფოსფატი;  
ამფ - ადენოზინმონოფოსფატი;  
ბააან - ბიოლოგიურად აქტიური არაალიმენტარული ნივთიერე-  
ბები);  
ბად - ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები;  
ბან - ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება;  
გ.ი. გლიცემიური ინდექსი;  
გიდ - გულის იშემიური დაავადება;  
გიპ - გასტროინჰიბირებადი პოლიპეპტიდი;  
გსს - გულ-სისხლძარღვთა სისტემა;  
ენს - ენდოკრინული სისტემა;  
ვიპ - ვაზოაქტიური ინტერსტინალური პეპტიდი;  
თტჰ - თირეოტროპული ჰორმონი;  
კნტ - კუჭ-ნაწლავის ტრაქტი;  
კრს- კარდიო-რესპირატორული სისტემა;მნ - მსხვილი ნაწლავი;  
მმკ - მიგრირებადი მიოელექტრონული კომპლექსი  
ნს - ნერვული სისტემა;  
პნმ - პირველადი ნაღვლოვანი მჟავები;  
რს- რესპირატორული სისტემა;  
სკ - სუნთქვის კოეფიციენტი;  
სმკ - საჭმლის მომნელებელი კონვეირი;

სმს - საჭმლის მომნელებელი სისტემა;

სმპ - საჭმლის მონელების პროცესი;

სმტ - საჭმლის მომნელებელი ტრაქტი;

სმფ - საჭმლის მომნელებელი ფერმენტები

სმჯ - საჭმლის მომნელებელი ჯირკვლები;

სნ - საკვები ნივთიერებები;

სმწ- საჭმლის მომნელებელი წვენები;

სსდღ - საკვების სპეციფიური დინამიური მოქმედება;

სტპ - სომატოტროპული ჰორმონი;

ფაკ - ფიზიკური აქტივობის კოეფიციენტი;

ქრპ - ქოლესტოლინ-რელიზინგ პეპტიდი

წნ - წვრილი ნაწლავი

ჯანმო - ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაცია;

AI (adequate intake) ადექვატური მიღება

APUD -systems-amine precursor uptake and decarboxylation systems  
ამინების წინამორბედთა მთანთქმისა და დეკარბოქსილირების  
სისტემები;

DRI – (dietary reference intake) - საკვებით მისაღები რეკომენდებული რაოდენობა

EAR – (estimated average requirement) სავარაუდო საშუალო მოთხოვნილება

GALT - Gut associated lymphoid tissue - ნაწლავის ასოცირებული ლიმფოიდური ქსოვილი

LDL დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდები;

RDA (recommended dietary allowance) დასაშვები დღიური რეკომენდებული რაოდენობა

VIP ვაზოაქტიური ნაწლავური პეპტიდი (Vasoactive intestinal peptide)

TTH – თირეოტროპული ჰორმონი

UL – (upper limit) უსაფრთხო ზედა ზღვრული დოზა



# სარჩევი

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| აბრევიატურა .....                                                                                           | 3  |
| შესავალი .....                                                                                              | 9  |
| ნაწილი I.....                                                                                               | 13 |
| ნუტრიციოლოგია, როგორც მკვნიარება .....                                                                      | 13 |
| თავი 1. ნუტრიციოლოგიის განვითარება.....                                                                     | 13 |
| 1.1. ადრეული წარმოდგენები კვებაზე .....                                                                     | 13 |
| 1.2. სრულფასოვანი კვების დეფინიციის ევოლუცია .....                                                          | 18 |
| 1.3. ალტარნატიული კვების თეორიები .....                                                                     | 22 |
| თავი 2. თანამედროვე ნუტრიციოლოგიის მიზნები და ამოცანები;<br>ცნებები.....                                    | 25 |
| 2.1. ნუტრიციოლოგიის მიზნები და ამოცანები.....                                                               | 25 |
| 2.2. ნუტრიციოლოგიის ძირითადი ცნებები.....                                                                   | 26 |
| 2.3. ოპტიმალური კვება.....                                                                                  | 28 |
| 2.4. ანთროპონუტრიციოლოგია ჯანდაცვისა და<br>ალიმენტარულდამოკიდებული დაავადებების<br>პროფილაქტიკისათვის ..... | 34 |
| ნაწილი II.....                                                                                              | 38 |
| საკვების მონაღების ფიზიოლოგია და ბიოქიმია .....                                                             | 38 |
| თავი 3. საკვების მონაღება .....                                                                             | 38 |
| 3.1. საჭმლის მონაღებალი სისტემის ფუნქციები და საკვების<br>მონაღება .....                                    | 38 |
| 3.1.1. საკვების მონელება პირის ღრუში.....                                                                   | 42 |
| 3.1.2. ნერწყვის შემადგენლობა და ფუნქციები.....                                                              | 42 |
| 3.2. საყლაპავის ფუნქციები და ფიზიოლოგიური როლი.....                                                         | 44 |
| 3.3. საკვების მონაღება კუჭში.....                                                                           | 47 |
| 3.3.1. კუჭის წვენის შემადგენლობა და თვისებები .....                                                         | 48 |
| 3.3.2. კუჭის ლიპოლიზური ფერმენტები.....                                                                     | 50 |
| 3.3.3. კუჭის სეკრეციის რეგულაცია .....                                                                      | 51 |
| 3.3.4. საკვების გადასვლა კუჭიდან ნაწლავებში.....                                                            | 53 |
| 3.4. საკვების მონაღება წვრილ ნაწლავში .....                                                                 | 55 |
| 3.4.1. წვრილი ნაწლავის სეკრეტორული ფუნქცია .....                                                            | 56 |
| 3.4.2. ღრუსმიერი (ღრუს შიდა) და მემბრანული მონელება .....                                                   | 57 |

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.3. წვრილი ნაწლავის მოტორული ფუნქცია.....                                                            | 59  |
| 3.4.4. წვრილ ნაწლავში შეწოვა.....                                                                       | 61  |
| 3.4.4.1 ცილის ჰიდროლიზის პროდუქტების შეწოვა .....                                                       | 62  |
| 3.4.4.2. ნახშირწყლების შეწოვა.....                                                                      | 64  |
| 3.4.4.3. ნაღვლის მჟავების, ლიპიდების (ცხიმების) შეწოვა .....                                            | 66  |
| 3.4.4.4. წყლისა და ელექტროლიტების შეწოვა .....                                                          | 68  |
| 3.4.4.5. ზოგიერთი წყალში და ცხიმშიხსნადი ვიტამინების შეწოვა .....                                       | 71  |
| 3.4.5. წვრილი ნაწლავის ენდოკრინული სისტემა.....                                                         | 73  |
| 3.4.6. ენტერალური გარემო და ჰომეოსტაზი .....                                                            | 74  |
| 3.5. მსხვილი ნაწლავი .....                                                                              | 76  |
| 3.5.1. აბსორბცია მსხვილ ნაწლავში .....                                                                  | 77  |
| 3.5.2. მსხვილი ნაწლავის მოტორული ფუნქცია .....                                                          | 81  |
| 3.5.3. დეფეკაციის აქტი .....                                                                            | 82  |
| 3.6. ნაწლავის მიკროფლორა: შიგნითი ბიოცენოზი და ფუნქციები .....                                          | 84  |
| 3.7. კუჭ-ვარდის ჯირკვალის საკვები ნივთიერებების გავლენა<br>პანკრეასული ფუნქციის საკვების საკვების ..... | 89  |
| 3.7.1. საჭმლის მონელების ფაზები და კუჭ-ვარდის ჯირკვლის სეკრეცია.....                                    | 90  |
| 3.8. ღვიძლი და ნივთიერებათა ცვლა.....                                                                   | 94  |
| 3.8.2. ნახშირწყლების ცვლა .....                                                                         | 100 |
| 3.8.3. ლიპიდების ცვლა.....                                                                              | 102 |
| 3.8.4. ღვიძლის როლი სხვა მეტაბოლურ პროცესებში.....                                                      | 104 |
| თავი 4. მადი და შიმშილი.....                                                                            | 108 |
| 4.1. შიმშილისა და დანაყოფის გრძნობის განვითარების<br>მექანიზმები.....                                   | 108 |
| 4.2. საკვების აუტანლობა.....                                                                            | 111 |
| თავი 5. ნუტრიციონალი ბიოლოგიური როლი, მეტაბოლიზმი.....                                                  | 113 |
| 5.1. ცილები .....                                                                                       | 113 |
| 5.1.1. ცილების აგებულება და ამინომჟავური შემადგენლობა .....                                             | 113 |
| 5.1.2. ცილის ფუნქციები .....                                                                            | 115 |
| 5.1.3. ცილის კვებითი ღირებულება.....                                                                    | 117 |
| 5.1.3.1. შეუცვლელი და შენაცვლადი ამინომჟავები.....                                                      | 117 |
| 5.1.3.2. ცილის კვებითი ხარისხის შეფასება .....                                                          | 119 |
| 5.1.3.3. ცილის მონელება და ამინომჟავების შეწოვა .....                                                   | 121 |
| 5.1.3.4. ამინომჟავების მეტაბოლიზმი და ცილის აღდგენა.....                                                | 123 |
| 5.1.3.5. მოთხოვნილება ცილაზე .....                                                                      | 125 |
| 5.1.3.6. აზოტოვანი ბალანსი.....                                                                         | 126 |
| 5.1.3.7. ცილა-კალორიული უმარისობა .....                                                                 | 128 |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1.3.8. ცილის შემცველობა საკვებ პროდუქტებში და ცილაზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილება..... | 129 |
| 5.2. ცხიმები.....                                                                       | 131 |
| 5.2.1. ცხიმის ფუნქციები.....                                                            | 132 |
| 5.2.2. ცხიმების აგებულება და კლასიფიკაცია.....                                          | 133 |
| 5.2.3. ტრიგლიცერიდები; ცხიმოვანი მჟავები.....                                           | 139 |
| 5.2.4. ფოსფოლიპიდები და ცხიმების სხვა კომპონენტები.....                                 | 141 |
| 5.2.5. ლიპიდების მონელება, შეწოვა და ტრანსპორტი.....                                    | 141 |
| 5.2.6. სისხლის პლაზმის ლიპოპროტეინები.....                                              | 142 |
| 5.2.7. ლიპიდების მეტბოლიზმი.....                                                        | 143 |
| ლიპიდების ცვლა ორგანოებსა და ქსოვილებში.....                                            | 143 |
| 5.2.8. შეუცვლელი ცხიმოვანი მჟავების ბიოლოგიური როლი.....                                | 145 |
| 5.2.8.1. ომეგა 3 და ომეგა 6 ცხიმოვანი მჟავებზე მოთხოვნილება.....                        | 145 |
| 5.2.9. საკვები ცხიმების და ქოლესტერინის როლი ათეროსკლეროზის განვითარებაში.....          | 146 |
| 5.2.10. ქოლესტერინი.....                                                                | 147 |
| 5.2.10.1. სისხლის ლიპიდები, როგორც ათეროსკლეროზის განვითარების რისკფაქტორები.....       | 149 |
| 5.2.11. ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების გავლენა სისხლში ქოლესტერინის დონეზე.....              | 149 |
| 5.2.12. პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების გავლენა.....                                       | 150 |
| 5.3. ნახშირწყლები.....                                                                  | 152 |
| 5.3.1. საკვები ნახშირწყლების აგებულება, კლასიფიკაცია და თვისებები.....                  | 152 |
| 5.3.1.1. მარტივი ნახშირწყლები ( შაქრები).....                                           | 152 |
| 5.3.1.2. რთული ნახშირწყლები.....                                                        | 157 |
| 5.3.2. ნახშირწყლების კვებითი ღირებულება.....                                            | 159 |
| 5.3.2.1. საკვებ პროდუქტებში ნახშირწყლების შემცველობა.....                               | 159 |
| 5.3.3. ნახშირწყლების მონელება და ათვისება.....                                          | 160 |
| 5.3.4. ნახშირწყლების მეტაბოლიზმი და ფუნქციები.....                                      | 160 |
| 5.3.5. საკვები ბოჭკოს ფიზიოლოგიური ფუნქციები.....                                       | 163 |
| 5.4. ორგანიზმის მოთხოვნილება ნახშირწყლებზე.....                                         | 164 |
| თავი 6. ენერგეტიკული ცვლა. ენერგიაზე მოთხოვნილება.....                                  | 166 |
| 6.1. ორგანიზმის ენერგობუარჯი და ენერგომოთხოვნიება.....                                  | 166 |
| 6.1.1. ძირითადი ცვლის ენერგობუარჯი.....                                                 | 167 |
| 6.1.2. ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ძირითად ცვალზე.....                         | 168 |
| 6.1.3. ფიზიკური აქტივობის ენერგობუარჯი.....                                             | 172 |

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1.4. საკვებისმიერი თერმოგენეზი .....                                                        | 175 |
| 6.1.5. ფაქულტატიური თერმოგენეზი .....                                                         | 176 |
| 6.2. ადამიანის ორგანიზმის ენერგოხარჯის განსაზღვრის<br>მეთოდები .....                          | 177 |
| 6.3. ენერგიის წყარო ორგანიზმისათვის .....                                                     | 180 |
| 6.3.1. ძირითადი ნუტრიენტების ენერგეტიკული ღირებულების<br>კოეფიციენტი .....                    | 181 |
| 6.3.2. საკვების ენერგეტიკული და ნუტრიენტული სიმკვრივე .....                                   | 182 |
| თავი 7 ვიტამინები .....                                                                       | 184 |
| 7.1. ვიტამინების ფიზიოლოგიური როლი .....                                                      | 184 |
| 7.2. ვიტამინებზე მოთხოვნილება; ვიტამინების უკმარისობა:<br>ავიტამინოზი და ჰიპოვიტამინოზი ..... | 187 |
| 7.3. ვიტამინების ძირითადი ფიზიოლოგიური თვისებები და<br>ვიტამინების ძირითადი წყაროები .....    | 193 |
| თავი 8 მინერალური ნივთიერებები .....                                                          | 207 |
| 8.1. მინერალური ნივთიერებების ფუნქციები .....                                                 | 208 |
| 8.2. მინერალური ნივთიერებების ფიზიოლოგიური<br>ფუნქციები, მოთხოვნილება, კვაბითი წყარო .....    | 212 |
| თავი 9. საკვების ბიოლოგიურად აქტიური<br>არაალიმენტარული კომპონენტები .....                    | 226 |
| 9.1. ტერპენები .....                                                                          | 228 |
| 9.2. ფენოლები და პოლიფენოლები .....                                                           | 228 |
| თავი 10. წყალი .....                                                                          | 232 |
| 10.1. წყლის ბიოლოგიური ფუნქციები .....                                                        | 233 |
| 10.2. მოთხოვნილება წყალზე და მოხმარების რეგულირება;<br>წყლის დაფიციტის გამოვლინებები .....    | 234 |
| თავი 11. საკვები პროდუქტების კლასიფიკაცია და კვაბითი<br>ღირებულება .....                      | 238 |
| 11.1. რძე და რძის პროდუქტები .....                                                            | 238 |
| 11.2. ხორცის პროდუქტები და ხორცის შემცველები .....                                            | 241 |
| 11.3. გარეცვლილი პროდუქტები .....                                                             | 248 |
| 11.4. ხილი და ბოსტნეული .....                                                                 | 249 |
| 11.5. ცხიმიანი, შაქრები, საკონდიტრო ნაწარმი .....                                             | 250 |
| დანართი .....                                                                                 | 252 |
| ლიტერატურა .....                                                                              | 283 |

## შესავალი

ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის (ჯანმო) ექსპერტთა 2001 წლის დასკვნის მიხედვით, არაინფექციური დაავადებები საერო ავადობის 47%-ს, ხოლო გარდაცვალების მაჩვენებელი შეადგენს საერთო სიკვდილიანობის 60%-ს. არაინფექციური დაავადებების განვითარებისა და ამ დაავადებებით სიკვდილიანობის მიზეზთა შორის, მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ისეთ ფაქტორებს, რომლებიც პირდაპირ უკავშირდებიან კვების სხვადასხვა ფორმით დარღვევას და არასაკმარის ფიზიკურ აქტივობებს (ჰიპოდინამია). ისეთი დაავადებებისათვის, როგორიცაა: გულ-სისხლძარღვთა სისტემის (გსს) დაავადებები, მე-2 ტიპის დიაბეტი, ოსტეოპოროზი სხვადასხვა ფორმის კიბო, სისხლის, გასტროენტეროლოგიური და სხვ. აღნიშნული ორი ფაქტორი (კვების დარღვევა, ჰიპოდინამია) წარმოადგენს ცალსახად დადასტურებულ ერთ-ერთ გამომწვევ მიზეზს.

კაცობრიობის არსებობის მანძილზე და დღემდე, მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს კვების დეფიციტი და ამასთან დაკავშირებული დაავადებები, მაგრამ ბოლო ათწლეულებში თავი იჩინა საპირისპირო პრობლემამ, როგორც განვითარებად, ისე მაღალგანვითარებულ ქვეყნებში - საკვებისა და ზოგიერთი საკვები ნივთიერების ჭარბი მოხმარება, რაც ასევე იქნა აღიარებული რიგი გავრცელებული დაავადებები, გამომწვევ ან/და მაპროვოცირებელ ფაქტორებად.

დღეისათვის, მედიცინის სხვადასხვა სფეროს წამყვანი ექსპერტები აღიარებენ, რომ კვების ხასიათი წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს, რომელიც განსაზღვრავს ადამიანის ჯანმრთელობას. ჯანმრთელობა წარმოადგენს თანამედროვე

ადამიანის ცხოვრების ხარისხის მაჩვენებლს, რომლის მიღწევის უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი, როგორც აღვნიშნეთ, არის სრულ-ფასოვანი კვება და ფიზიკური აქტივობა.

ადამიანის ჯანმრთელობაში, არაინფექციური დაავადებების პრევენციაში კვების როლი დადასტურებულია არაერთი ფართომასშტაბური, ეპიდემიოლოგიური, კლინიკური, რანდომიზირებული კვლევით. ნუტრიციოლოგიის ერთ-ერთ მთავარ ამოცანას (კვების ეპიდემიოლოგიასთან ერთად) წარმოადგენს შეისწავლოს ურთიერთკავშირი კვების ხასიათს, საკვების ცალკეულ კომპონენტსა და არაინფექციური, ქრონიკული დაავადებების განვითარებას შორის. რა თქმა უნდა, ქრონიკულ დაავადებებს გააჩნიათ მრავალი სხვა ეთიოლოგიური (გამომწვევი) რისკფაქტორი, ამასთან, თითოეული ინდივიდის ორგანიზმი ერთნაირად არ რეაგირებს საკვები ნივთიერებების დეფიციტსა და სიჭარბეზე და ეს დამოკიდებულია ინდივიდის ორგანიზმის ინდივიდუალურ თავისებურებებზე, რომელთა შორის უმეტესწილად, წამყვანი როლი ენდოკრინულ სისტემას განეკუთვნება.

ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში მიიჩნეოდა, რომ ნუტრიციოლოგია და სპორტული მეცნიერებები, აბსოლუტურად სხვადასხვა დისციპლინების შესწავლის საგანი იყო და ეს ორი დარგი არ იკვეთებოდა. სხვადასხვა მეცნიერებების: ნუტრიციოლოგიის, ფიზიოლოგიის, ბიოქიმიის, დატვირთვის ფიზიოლოგიის და ბიოქიმიის და სხვ. მიღწევებმა ცხადყო ადამიანის ჯანმრთელობაზე ფიზიკური აქტივობის ზემოქმედებისა და კვების (დიეტის, სწორი რაციონის) გავლენის თანაბარწილი მნიშვნელობა.

ბოლო პერიოდში, სპორტულ მედიცინაში მნიშვნელოვანი ყურადღება მიექცა ორგანიზმის ნუტრიციული უზრუნველყოფის საკითხებს, რამეთუ ცალსახად გამოიკვეთა კვების როლი სპორტულ მიღწევებში, სპორტულ შრომისუნარიანობაში და მის აღდგენაში,

ფიზიკური მაჩვენებლების განვითარება/გაუმჯობესებაში, ტრავმის პრევენციაში, სტრესის მართვაში, სპორტსმენის ზოგად ჯანმრთელობაში.

2002-2003 წლებში ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციისა და გაეროს შესაბამისი სამსახურების პრიორიტეტულ სამუშაო მიმართულებად განისაზღვრა გლობალური სტრატეგიის შემუშავება კვების, ფიზიკური აქტივობისა და ჯანმრთელობის სფეროში. აღნიშნული სტრატეგიის საერთო მიზანს წარმოადგენდა მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუმჯობესება ჯანსაღი კვებითა და ფიზიკური აქტივობით. 2003 წლის ჯანმოს ევროპის რეგიონის საკონსულტაციო შეხვედრაზე „ჯანმოს გლობალური სტრატეგია კვების რეჟიმის და რაციონის, ფიზიკური აქტივობის და ჯანმრთელობის სფეროში“ (კოპენჰაგენი 2003) შემუშავებული და რეკომენდაციის სახით შეთავაზებული იქნა საკითხის გადაჭრის სტრატეგიები და მიდგომები.

სხვადასხვა ქვეყნების მიერ წარმოდგენილი რეკომენდაციები პირველ ყოვლისა მოიცავს<sup>1</sup>:

- ფართო პროფილის ექიმების ცოდნის ამაღლება ფიზიკური აქტივობის მნიშვნელობის შესახებ, ადამიანის ჯანმრთელობისა და აიდ-ის პროფილაქტიკაში;  
კომპიუტერული მეთოდური სახელმძღვანელოების შექმნა ფიზიკური აქტივობის ზოგადი საკითხების შესახებ;

შემუშავდეს და დაინერგოს ფიზიკური აქტივობის გამოყენებით განსაზღვრული ცხოვრების წესის „რეცეპტები“, რომელებიც გამოყენებული იქნება, როგორც დაავადების კონსერვატიული მკურნალობის ალტერნატიული ან დამატებითი სამკურნალო საშუალება;

---

1 მოცემული რეკომენდაციები ჩამოყალიბებულია სხვადასხვა ქვეყნის წარმომადგენლების მიერ ჯანმო-ს სესიაზე (2003; 2-4. აპრილი) წარდგენილი მოხსენებების ანალიზითა და ინტეგრაციით.

მჭიდრო კავშირები სხვადასხვა ორგანიზაციებს შორის, რომელთაც შეუძლიათ კონსულტაციების გაწევა ცხოვრების ჯანსაღი წესის საკითხების შესახებ და ფიზიკური აღზრდის, სპორტის მეცადინეობების ორგანიზება და კონტროლი;

სახელმწიფო პოლიტიკა კვების დარგში მიმართული უნდა იყოს სხეულის ჯანსაღი წონის პროპაგანდაზე, მასებში ცოდნის ამაღლებაზე ჯანსაღი კვების და ფიზიკური აქტივობის მნიშვნელობაზე, ჯანმრთელობის შენარჩუნებასა და დაავადებების პრევენციაში;

პოლიტიკა ფიზიკური აქტივობისა და კვების სფეროში ურთიერთკავშირშია, განსაკუთრებით ქარბი წონის საკითხებთან დაკავშირებით; მოკლე დროში მიღწეული უნდა იქნას სამი მთავარი მიზანი: გაიზარდოს ადამიანთა რიცხვი, რომლებიც ჩართულები იქნებიან გამაჯანსაღებელ ფიზიკურ აქტივობებში, ჰიპოდინამიის შემცირება, ამაღლდეს ცოდნის დონე ჯანმრთელობის, სწორი კვებისა და ფიზიკური ვარჯიშის გავლენის შესახებ.

გადამუშავებული პროდუქტების წარმოების ზრდა, სწრაფი ურბანიზაცია და ცხოვრების წესის ცვლა განაპირობებს კვების მოდელში ძვრებს. მრავალფეროვანი, ბალანსირებული, ჯანსაღი კვების რაციონის ზუსტი შემადგენლობა დამოკიდებულია ინდივიდუალურ თავისებურებებზე (ასაკი, სქესი, ცხოვრების წესი, ფიზიკური აქტივობის დონე, კულტურულ-ეთნიკური კვებითი ქცევები და სხვ.), მაგრამ ჯანსაღი კვების ძირითადი პრინციპები ერთია ყველაასათვის.



# **ნაწილი I**

## **ნუტრიციოლოგია, როგორც მეცნიერება**

### **თავი 1. ნუტრიციოლოგიის განვითარება**

#### **1.1. აღრეული წარმოდგენები კვებაზე**

დიეტოლოგია და ნუტრიციოლოგია სათავეებს შორეულ წარსულში იღებს. ჩვ. წ. აღ–მდე 1500 წლით დათარიღებული „ებერსის პაპირუსი“ უხვად შეიცავს ინფორმაციას, რჩევებს და რეცეპტებს საკვების თვისებებისა და მოხმარების შესახებ. ამ მეცნიერებების განვითარებაში განსაკუთრებული წვლილი მიუძღვით ჰიპოკრატეს, დიოკლეს, გალენს, ავიცენას, რომლებიც საკვებს მიიჩნევდნენ ორგანიზმის ჯანმრთელობის საფუძვლად და ავადმყოფობის შემთხვევაში - სამკურნალო საშუალებად. ჰიპოკრატეს ეკუთვნის გამოთქმა: "საკვები ნივთიერებები უნდა იყოს სამკურნალო საშუალება და სამკურნალო საშუალება უნდა იყოს საკვები ნივთიერებები". მისივე ნაშრომებში, კერძოდ, ტრაქტატში „კვება“, რომელიც ჩვ.წ. აღრიცხვამდე V საუკუნით თარიღდება, გამოთქმულია მოსაზრება, რომ საკვები, რომელსაც იღებს ადამიანი, ჯერ იშლება და მიეწოდება ორგანიზმის ყველა ნაწილს, შემდეგ გარდაისახება კუნთებად, ძვლებად და სხვ. საკვების ძალა განისაზღვრება მისი ყველა თვისების შეჯამებით. ჰიპოკრატეს მიერ ფაქტიურად წამოყენებული იყო მოსაზრება საკვების ენერგეტიკული ღირებულების შესახებ.

აღკემოვნმა პირველმა გამოთქვა მოსაზრება ფიზიოლოგიურ პროცესებს შორის ბალანსის შესახებ; ნაშრომებში „დიეტის შე-

სახეზე“ და „აფორიზმები“ წერს, რომ კარგად ბალანსირებული კვების რეჟიმი აუცილებელია ჯანსაღი ცხოვრებისათვის, ხოლო ბალანსის დარღვევა იწვევს ავადმყოფობას. საკვები და ვარჯიში ხასიათდებიან რა ურთიერთსაწინააღმდეგო თვისებებით, მაინც მუშაობენ ერთობლივად. ვარჯიშის „ბუნება“ ისეთია, რომ მოითხოვს მასალის ხარჯვას, ხოლო საკვები და სასმელი - ავსებს დანახარჯს. ჯანმრთელობად განიხილებოდა როგორც ბალანსი მოხმარებასა და გაჯერებას შორის. ალკემეონი წერდა, რომ ცალკეული ინდივიდისთვის, აღნაგობის მიხედვით, საკვების მიღებასა და ვარჯიშს შორის ზუსტი პროპორციის დადგენის შესაძლებლობის შემთხვევაში, ყოველგვარი ცდომილების გარეშე დადგინდებოდა ადამიანის ჯანმრთელობა. მხოლოდ 2300 წლის შემდეგ, შესაძლებელი გახდა ენერგოხარჯის მოსვენებულ მდგომარეობაში, დატვირთვის დროს და საკვებით მიღებული ენერგიის განსაზღვრა.

არისტოტელე თავის შრომებში წერდა, რომ კვება ემსახურება ადამიანის გარკვეულ მოთხოვნილებებს; *ყველა არსება იკვებება მისთვის შესაფერისი საკვებით და უფრო მეტიც, საკვები ნებისმიერი არსებისათვის არის ის, რისი ათვისებაც შეუძლია*; კვების უმთავრესი დანიშნულებაა, ადაღდგინოს ის, რაც ორგანიზმმა დაკარგა. კვების დროს ფორმირდება კუნთები, ხოლო საკვების ჭარბი მოხმარება იწვევს ცხიმის წარმოქმნას. არისტოტელე ამტკიცებდა, რომ ცხოველები, რომლებიც ძალიან ცხიმიანები იყვნენ, ადრე ბერდებოდნენ და ნაკლებად ნაყოფიერები იყვნენ.

გალენი, რომელიც არისტოტელეს მიმდევარი იყო, ამტკიცებდა, რომ საკვები საჭიროა არა მხოლოდ როგორც საშენი მასალა, არამედ როგორც საწვავი ბუნებრივი სითბოს წარმოსაქმნელად. გალენმა გამოთქვა მოსაზრება სუნთქვის ჟანგვით ფუნქციაზე.

ავიცენას მიერ დაწერილ ტრაქტატში (980-1037წ.) „კანონი“,

კვება განიხილება როგორც ასიმილაციის პროცესი; იგი ვარაუდობდა, რომ ორგანიზმში არის ის, რისი საშუალებითაც საკვები გარდაიქმნება საკვების მომხმარებლის ორგანიზმის მსგავს ნივთიერებად, იმისათვის, რომ შეავსოს ორგანიზმის არსებობის პროცესში დაკარგული ნივთიერებები. ამგვარად, თანამედროვე ხედვით, ავიცენამ ივარაუდა ფერმენტების არსებობა და გარედან საკვებით მიღებული რთული ნივთიერებების სახეობასპეციფიკური გარდაქმნა.

მე-17 საუკუნეში ბიოლოგიაში და ფიზიკაში ექსპერიმენტული მეთოდების გამოყენებამ საფუძველი ჩაუყარა კონცეფციის განვითარებას, რომელმაც შესაძლებელი გახადა ორგანიზმში ერთმანეთთან დაკავშირებულიყო სითბოს წარმოქმნის, სუნთქვის და წვის პროცესები. ლავუაზიემ დემონსტრირების გზით დაადასტურა, რომ სითბოს წარმოქმნა მატერიის წვით და ორგანიზმში სუნთქვის შედეგად მსგავსი პროცესებია. სეგვინმა აღმოაჩინა, რომ ჟანგბადის მოხმარება იზრდება ფიზიკური აქტივობის დროს, ხოლო შიმშილის დროს - მნიშვნელოვნად მცირდება. ეს იყო პირველი ექსპერიმენტები იმის დასადგენად, რასაც მოგვიანებით ეწოდა ძირითადი ცვლა და საკვების სპეციფიკური დინამიური მოქმედება.

მე-18 საუკუნეში, ცოცხალი მატერიის ოთხი ელემენტის: წყალბადის, ნახშირბადის, ჟანგბადისა და აზოტის აღმოჩენამ რევოლუციური ცვლილებები მოახდინა ქიმიის განვითარებაში. ლავუაზიემ წარმოადგინა ორგანული ნაერთები, როგორც ამ ოთხი ელემენტის სხვადასხვა რაოდენობრივი კომბინაცია. ამ ცოდნამ საშუალება მისცა ფიზიოლოგებს შეესწავლათ, როგორ გარდაიქმნება საკვები სხეულის სუბსტანციად. ამ საკითხის გარკვევაში უმნიშვნელოვანესი წვლილი შეიტანეს ბერტოლეტმა და ფურკრუამ.

კვების შესახებ მეცნიერების განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი განეკუთვნება მე-19 საუკუნის გერმანელ ქიმიკოსს, ლი-

ბიხსს, რომელმაც მეცნიერულად დაასაბუთა ძირითადი საკვები ნივთიერებების მნიშვნელობა და შექმნა პირველი, მეცნიერულად დასაბუთებული საკვები ნივთიერებების კლასიფიკაცია. ლიბიხის მიერ ჩამოყალიბებული ძირითადი დებულებები დღემდე არსებითად არ შეცვლილა. მეცნიერმა ყველა საკვები ნივთიერება დაყო პლასტიკურ, სასუნთქ ნივთიერებად და მარილებად. პლასტიკურ ნივთიერებებს მიაკუთვნა აზოტისა და გოგირდის შემცველი ნივთიერებები, რომლებიც გამოიყენებოდა ქსოვილების შენებასა და აღდგენაზე, მათი განსაკუთრებული როლი იკვეთებოდა ორგანიზმის ზრდა-განვითარებისთვის. თანამედროვე განმარტებით, იგი საუბრობდა ცილებზე. ლიბიხი აიგივებდა მცენარეულ და ცხოველურ ცილას, მიიჩნევდა რა მათ თანაბარდირებულოვან ნივთიერებად; სუნთქვით ნივთიერებებს მიაკუთვნებდა ადვილად დაჟანგვად ნივთიერებებს, რომლებიც არ შეიცავდნენ აზოტს და უზრუნველყოფდნენ ორგანიზმის ენერგომოთხოვნილებებს, ანუ ნახშირწყლებს და ცხიმებს. ორგანიზმის ცხოველმყოფელობისათვის კიდევ ერთ მნიშვნელოვან კომპონენტად მიიჩნევდა მარილებს, ანუ მინერალურ ნივთიერებებს. ლიბიხის მოსაზრებები რაციონის შემადგენელი კომპონენტების შესახებ საყოველთაოდ მიღებული იყო მე-20 საუკუნის დასაწყისამდე.

კვების მეცნიერების განვითარებაში მნიშვნელოვანია გერმანელი ფიზიოლოგის, კარლ ფოიტის შრომები. მისი კვლევები ნივთიერებათა ცვლისა და საკვები ნივთიერებების ნორმირების შესახებ (საუბარია ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების მოხმარების ნორმებზე) ბაზისური შრომებია და მნიშვნელოვანი გარდატეხა მოახდინეს კვების შესახებ მეცნიერების განვითარებაში. ფოიტმა და მეტენკოფერმა დაადგინეს ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების წვის ( ცვლის ) თავისებურებები ფიზიკური დატვირთვის პირობებში, მოსვენებულ მდგომარეობაში და გარემოს სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში. ფოიტიმ კვლევებით

აჩვენა, რომ ფიზიკური მუშაობა უკავშირდება ნახშირწყლების (და არა ცილების, როგორც ამას აღწერდა ლიბიხი) და ცხიმების ინტენსიურ დაშლას, ხოლო ცილების გაზრდილი დაშლა ხდება მიმშლილისა და ორგანიზმის ზრდის დროს. ფოიტმა ასევე ექსპერიმენტულად დაამტკიცა, რომ ცილების დაშლის ინტენსივობის მაჩვენებელი შარდით გამოყოფილი აზოტია. სხვადასხვა სახის ფიზიკური დატვირთვების დროს, ენერგობარჯის შესწავლის საფუძველზე, მან დაადგინა თითოეული ნივთიერების მოხმარების რაოდენობა, კერძოდ, 3055კკალ. ენერგეტიკული ღირებულების რაციონის შემთხვევაში დღიური ნორმები განსაზღვრა შემდეგნაირად: ცილა 118გ; ცხიმი 56გ; ნახშირწყლები 500გ. მე-20 საუკუნის დასაწყისში რუბნერის შრომებში დადასტურებული იყო, რომ ორგანიზმში საკვები ნივთიერებების გარდაქმნის შედეგად გამონთავისუფლება ენერგია, რომელსაც ორგანიზმი იყენებს სასიცოცხლო ფუნქციების და ფიზიკური მუშაობის განსახორციელებლად. ამავე პერიოდში, ავტოტერიის მიერ განსაზღვრული იქნა ძირითადი ნივთიერებების ენერგოღირებულება: 1გ. ცილა დაჟანგვის შედეგად იძლევა - 4,1კკალ. ენერგიას, 1გ. ნახშირწყალი - 4,1კკალ., ხოლო 1გ. ცხიმი 9,3კკალ. (დღეს უმნიშვნელოდაა შეცვლილი საკვები ნივთიერებების ფიზიოლოგიური ათვისებადობის გათვალისწინებით).

მე-19 საუკუნეში მკვლევართა ყურადღება მიპყრობილი იყო შემდეგი, პრინციპულად მნიშვნელოვანი საკითხების გადაჭრაზე: მეტაბოლიზმისა და კვების კონცეფციის შემუშავება, კვებითი თერმოგენეზი და სიმსუქნე, ცილის როლი კვებაში, ადეკვატური კვების კონცეფცია და ვიტამინების აღმოჩენა და შესწავლა. ამავე პერიოდში, პირველად ჩატარდა არაერთი რაოდენობრივი კვლევა ზოგადი მეტაბოლიზმის შესასწავლად და ამ კვლევათა უმეტესობა ეფუძნებოდა სუნთქვის მაჩვენებლებს და ნივთიერებების ექსკრეციას (გამოყოფას) შარდით და განავლით. მრავალ მეცნი-

ერს ჰქონდა მცდელობა შეესწავლა ორგანიზმის შიდა გარემოში საკვები ნივთიერებების მოხვედრა და როგორ ხდება მათი ათვისება, დაშლა და გამოძევა. ფრანგი მეცნიერის, ბერნარდის მიერ გლიკონეოგენეზისა და ღვიძლში გლიკოგენის ბიოსინთეზის შესწავლამ, არსებითი როლი ითამაშა კვების შესახებ მეცნიერების განვითარებაში.

## **1.2. სრულფასოვანი კვების ღეფინიციის ევოლუცია**

მე-19 საუკუნის დასაწყისამდე აღიარება ჰქონდა ჰიპოკრატეს ჰიპოთეზას, რომლის მიხედვითაც, არსებობდა მხოლოდ ერთი კვებითი სუბსტანტი, რომელსაც შეიცავდა სხვადასხვა სახის საკვები და მონელების პროცესში გამოიყოფოდა საკვებიდან. ამ დროისათვის უკვე ცნობილი იყო, რომ მცენარეთა და ცხოველთა ქსოვილები შეიცავდნენ აზოტს, მაგრამ მისი მნიშვნელობა ცხოველთა კვებაში გაუგებარი იყო. 1816 წელს ფრანგმა ფიზიოლოგმა, ფრანკო მაგენდიმ, ექსპერიმენტით დაადგინა, რომ ძაღლების რაციონში აზოტის შემცველი ნივთიერებების (სუბსტანტების) ამოღებით, ცხოველები იღუპებოდნენ. ამ ექსპერიმენტით მეცნიერმა დაადასტურა რაციონში აზოტოვანი კომპონენტების შემცველობის სასიცოცხლო მნიშვნელობა.

მე-19 საუკუნის დასასრულს ამერიკელმა მეცნიერმა, ატვოტერმა, დიდი ძალისხმევის შედეგად დაარწმუნა შეერთებული შტატების მთავრობა, დაეფინანსებინა ადამიანის კვების კვლევები. ატვოტერმა ჩაატარა სხვადასხვა კვლევები ქვეყნის მასშტაბით სასოფლო-სამეურნეო ექსპერიმენტის სადგურებზე, რის შედეგადაც, 1896 წელს გამოქვეყნდა ამერიკული საკვების 2600 ქიმიური ანალიზი. იცოდა რა ყველა მნიშვნელოვანი პროდუქტის ქიმიური შემადგენლობა და მათი ენერგეტიკული ღირებულება, პროდუქტებში ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების კონცენტრაცია, ამ ნივთიერებების ათვისების ხარისხი, ადამიანის ორგანიზმის

მოთხოვნილების გათვალისწინებით ცილებზე და ენერგიაზე, შესაძლოდ ჩათვალია ადამიანის კვების შექმნა ფიზიოლოგიურ საფუძვლებზე. ატვორტერის ბალანსირებული კვების თეორია ეფუძნებოდა ემპირიულ ცოდნას: **რაციონი ითვლება ბალანსირებულად, თუ ის აირჩევა ადამიანის მიერ მხოლოდ მისი გემოვნების, პრიორიტეტებისა და მოთხოვნილებების მიხედვით.**

კვების სტანდარტები პირველად მოწოდებული იყო მაღდერის მიერ 1847 წელს და ეფუძნებოდა ჰოლანდიის არმიაში მიღებულ კვების რაციონს, რომლის მიხედვითაც დღის განმავლობაში საჭირო იყო 100გ. ცილის მიღება. ადამიანებისათვის, რომლთაც ქონდათ შედარებით მსუბუქი ფიზიკური სამუშაო, რეკომენდებული იყო 60გ. ცილა დღეში.

კვების რაციონის სხვა ვარიანტი იქნა მოწოდებული პლეფერის მიერ, რომლის გათვლები ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების რაოდენობის შესახებ ეფუძნებოდა მუშების სხვადასხვა ჯგუფების მიერ მოხმარებული საკვების შესწავლასა და ანალიზს. მისი რეკომენდაციები იყო ასეთი: ცილა 71გ.- დან 184გ.-მდე; 28-71 ცხიმი, ნახშირწყლები ფიზიკური აქტივობის ხარისხის მიხედვით 340გ.-დან - 567გ.-მდე. ასეთი რაციონის ენერგეტიკული ღირებულება შეადგენდა 1900-3640კკალ. ყურადსაღებია, რომ ცილების რაოდენობა იყო მაღალი (ენერგეტიკული წილი 15-20%), ხოლო ცხიმებისა, შეფარდებითად დაბალი (13-18% ენერგეტიკული წილის), დღევანდელ მოხმარებასა და ნორმებთან შედარებით. ვოიტმა გერმანელი მუშების კვების რაციონის რაოდენობრივი და თვისობრივი შესწავლით შეიმუშავა სრულფასოვანი რაციონი, რომლის მიხედვითაც, რაციონში ცილის შემცველობა უნდა ყოფილიყო 118გ, ცხიმის 54გ, ხოლო ნახშირწყლებისა - 500გ. ასეთი რაციონის ენერგეტიკული ღირებულება განისაზღვრა 3055კკალ.-ით, რომლის 15,5% მიიღებოდა ცილებით და 16,5% - ცხიმებით. აღსანიშნავია, რომ ვოიტმა ცალკე განსაზღვრა ცილის

ნორმა მამაკაცებისათვის, როლებიც დაკავებულნი იყვნენ მძიმე ფიზიკური შრომით - 145გ. , ხოლო მამაკაცებისათვის შედარებით მსუბუქი ფიზიკური შრომით - 125გ. წლების განმავლობაში, ამერიკისა და ევროპის წამყვანი მეცნიერები რეკომენდაციას უწევდნენ ამ ნორმებს და განსაზღვრავდნენ კვების სფეროში კვლევების მიმართულებას.

1938 წ. მაკკოლამ ჩამოაყალიბა ახალი კონცეფცია - სრულფასოვანი რაციონი, რომელიც შედგება მრავალი ქიმიური კომპონენტისაგან და იმ კომბინაციით, რომელსაც რეალურად ხარჯავს ორგანიზმი. სრულფასოვანი რაციონი უნდა შეიცავდეს ყველა იმ ნივთიერებას და იმ რაოდენობით, რომელიც ესაჭიროება ორგანიზმს ფიზიოლოგიური ჯანმრთელობის შესანარჩუნებლად; ამასთან, სრულფასოვანი რაციონი მაქსიმალურად უნდა გამოირიცხავდეს მავნე ფაქტორებს.

დროთა განმავლობაში, ბალანსირებული კვების თეორია იქნა გადახედილი, რაც განაპირობა სამეცნიერო კვლევებმა და აღმოჩენებმა ისეთ სფეროებში, როგორიცაა მონელების ფიზიოლოგია, მიკრობიოლოგია, ბიოქიმია. აღმოჩენილი და გამოკვლეული იქნა კედლისმიერი მონელება, საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის ჰორმონული სისტემა, მიღებული იქნა ახალი ცნობები ნაწლავის სიმბიოტური მიკროფლორის ფუნქციის და მათი ადამიანის ორგანიზმთან ურთიერთქმედების შესახებ. ახლად მიღებული კლინიკური და ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე გაჩნდა ადეკვატური კვების თეორია.

ადეკვატური კვების თეორიის ძირითადი დებულებებია: კვებითი ნივთიერებები წარმოიქმნებიან საკვებიდან მათი მაკრომოლეკულების ფერმენტული დაშლით ღრუსმიერი და მემბრანული მონელების შედეგად და ასევე, ნაწლავში სიმბიოტური მიკროფლორის მონაწილეობით წარმოქმნილი ახალი ქიმიური კომპონენტებისაგან, რომელთა შორის არის შეუცვლელი ნივთი-



ერეებიც. საკვების აუცილებელ კომპონენტს წარმოადგენს არა მხოლოდ სასარგებლო, არამედ ე.წ. ბალასტური ნივთიერებებიც (საკვები ბოჭკო). ადეკვატური კვების თეორიის საფუძველზე შემუშავებულია საკვების მიღების სხვადასხვა მეცნიერული კონცეფცია.

მე-20 საუკუნის მე-2 ნახევრიდან განვითარება დაიწყო ე.წ. ინდივიდუალური კვების სისტემამ. აღნიშნულ სისტემას საფუძვლად უდევს საკვები პროდუქტების სამრეწველო გადამამუშავება წარმოების მოცულობის, მათი შენახვის ვადის გაზრდის, საგემოვნო და გარეგნული იერსახის გაუმჯობესების მიზნით; ფართოდ განვითარდა კონსერვების, შენახვის გრძელვადიანი საკონდიტრო ნაწარმის, რაფინირებული ნახევარფაბრიკატების წარმოება. ინდუსტრიული კვება საკმაოდ მოსახერხებელი გახდა მოსახლეობისათვის და მომგებიანი წარმოებებისათვის, მაგრამ იქონია არაკეთილსასურველი გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე. საწყისი საკვები პროდუქტების მასშტაბურმა რაფინაციამ, კონსერვატიების, საღებავების, სტაბილიზატორების, ემულგატორების და სხვ. დამატებამ, მარცვლეული და ხილ-ბოსტნეული პროდუქტებისაგან გარსის მოცილებამ (რომლების შეიცავენ ვიტამინებსა და ფერმენტებს), ხილის დამუშავებამ ანტიბიოტიკებითა და პარაფინით ვარგისიანობის ვადის გაზრდის მიზნით, საქონლისა და ფრინველის საკვებში ანტიბიოტიკებისა და ანაბოლური ჰორმონების დამატებამ და სხვა, გამოიწვია ადამიანის რაციონის ბალანსირებულობის დარღვევა, ვიტამინებისა და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების დეფიციტი. აღნიშნული გარემოება ხდება „ადაპტაციის“ დაავადებათა (სიმსუქნე, ჰიპერტონია, დიაბეტი, სიმსივნე და სხვ.) განვითარების მიზეზი, რის შედეგადაც იზრდება სიკვდილიანობა და მცირდება სიცოცხლის ხანგრძლივობა.

მიუხედავად იმისა, რომ მაღალგანვითარებულ ქვეყნებში

ფაქტურად არ გვხვდება საკვების დეფიციტით გამოწვეული დაავადებები, მსოფლიოში ჯერ კიდევ გავრცელებულია დაავადებები, რომლებიც განპირობებულია არასწორი კვებით. განვითარებულ ქვეყნებში (და ღღეს, შეიძლება ითქვას, ნაკლებად განვითარებულებშიც) კვების დარღვევით გამოწვეულ დაავადებებს შორის, ყველაზე ხშირად ვხვდებით სიმსუქნეს, გულის იშემიურ დაავადებას, კარიესს, მე-2 ტიპის დიაბეტს და სხვ. სინამდვილეს არ შეეფერება მოსაზრება, რომ კვების პრობლემის გადაჭრა უკავშირდება სოციალურ-ეკონომიკურ პრობლემებს; მრავალ განვითარებულ ქვეყანაში გადაუჭრელია რაციონალური კვების საკითხები და მდგომარეობა არაფრით განსხვავდება განვითარებად ქვეყნებში არსებული მდგომარეობისაგან. საზოგადოებისა და მეცნიერების განვითარებამ რამდენადმე შეცვალა კვების კონცეფცია და ღღევანდელი ხედვით, „ცუდი კვება“ ეს არ არის მხოლოდ კვების რომელიმე კომპონენტის დეფიციტი, არამედ შეუკავებლობა ან /და სრულფასოვანი კვების მოთხოვნებისაღმე შეუსაბამობა.

### **1.3. ალტერნატიული კვების თეორიები**

ბოლო პერიოდში ჩამოყალიბდა არატრადიციული, ალტერნატიული კვების თეორიები, რომელთაგან ყველაზე პოპულარულია: დაყოფილი კვება, მთავარი კვებითი ფაქტორის კონცეფცია, ვეგეტარიანელობა, წინაპართა კვების კონცეფცია, „მოჩვენებითი“ წამლის კონცეფცია, ადექვატური სამკურნალო-სახეობრივი კვების კონცეფცია (მატალოვის მიხედვით), კვება იოგის სისტემის მიხედვით, აიურვერდული კვება, შიმშილი სამკურნალო ან პროფილაქტიკური და სხვ. თითოეულ ამ თეორიას აქვს დადებითი მხარეები, მაგრამ ყველა მათგანს გააჩნია სხვადასხვა უარყოფითი და ზოგჯერ, ჯანმრთელობისათვის სახიფათო მხარეებიც. ჩამოთვლილი კვების თეორიებიდან განვიხილავთ რამდენიმეს.

**დაყოფილი კვების თეორია** – ფუძემდებელია ამერიკელი დი-

ეტოლოგი შელტონი(1895–1985). მკვეთრად რეგლამენტირებულია შეთავსებადი და შეუთავსებადი პროდუქტები, რასაც ხსნის კუჭში მონელების პროცესების თავისებურებით; კერძოდ, ცილები მონელება მხოლოდ მჟავა არეში, კუჭის ქვედა ნაწილში ფერმენტების ზემოქმედებით; ნახშირწყლები – კუჭის ზედა ნაწილში ნერწყვის ფერმენტების ზემოქმედებით ტუტე არეში. კუჭის მჟავა გარემოში ნერწყვის ფერმენტების აქტივობა ითრგუნება და ნახშირწყლების მონელება წყდება. რელაურად, საკვების მონელების ძირითადი პროცესი მიმდინარეობს ნაწლავში და არა კუჭში. საჭმლის მომნელებელი წვენის ფერმენტული შემადგენლობა უზრუნველყოფს მრავალკომპონენტიანი საკვების მონელებას. ბუნებაში არ არსებობს პროდუქტი, რომელიც შედგება მხოლოდ ცილის, ნახშირწყლის ან ცხიმისაგან, როგორც წესი, პროდუქტები შეიცავენ სხვადასხვა საკვებ ნივთიერებებს. განსაკუთრებით მიუღებელია ამგვარი კვება სპორტსმენებისათვის, როდესაც ფიზიკური დატვირთვების შემდეგ საჭიროა ორგანიზმის სწრაფად უზრუნველყოფა ცილითა და ნახშირწყლებით (უნდა მოხდეს ცილა–ნახშირწყლოვანი საკვების მიღება).

**მთავარი კვებითი ფაქტორის კონცეფცია** უპირატესობას ანიჭებს კვების ერთ ან რამდენიმე კომპონენტს. ამ კონცეფციის შიგნით არის რამდენიმე მიმდინარეობა. იაპონური მაკრობიოტიკული სწავლების მიხედვით, მთავარი ყურადღება ენიჭება რაციონში ნატრიუმისა და კალიუმის სწორ თანაფარდობას, ტუტოვანი ექვივალენტის დომინანტობას და რაციონიდან იმ კვებითი პროდუქტების გამორიცხვას, რომელთაც აქვთ მჟავა ექვივალენტი. (ე.ი. ცილოვან – განსაკუთრებით ხორცს და ხორცპროდუქტებს). მაკრობიოტიკული სწავლების საწინააღმდეგოდ, ჯარვისის თეორიის მიხედვით, რაციონში რეკომენდებულია მჟავა ექვივალენტის პროდუქტების გამოყენება.

**ვეგეტარიანელობა**, რომელიც ალტერნატიული კვების ყვე-

ლაზე ძველ სისტემას წარმოადგენს, მთლიანად ან თითქმის მთლიანად გამორიცხავს ცხოველური პროდუქტის გამოყენებას. ამ თეორიის მიმდევრების მოსაზრებით, ცხოველური პროდუქტები ხელს უწყობს ორგანიზმში ტოქსიური ნივთიერების წარმოქმნა დაგროვებას, რაც იწვევს ჯანმრთელობის მოშლას. ვეგეტარიანული კვების შემთხვევაში, ჩვეულებრივ კვებასთან შედარებით მცირდება ათეროსკლეროზის განვითარების რისკი, ჰიპერტონია, უმჯობესდება ნაღვლის დრენაჟი და ღვიძლის ფუნქციები, შედარებით მცირეა ნაწლავის სიმსივნის სიხშირე და სხვ. ამასთან, ვერ ხდება ორგანიზმის უზრუნველყოფა სრულფასოვანი ცილებით, უჯერი ცხიმოვანი მჟავებით, რკინით, ზოგიერთი ვიტამინით; საჭირო ხდება ისეთი მოცულობით მცენარეული საკვების მიღება, რომლის მონელებაც ართულებს ნაწლავის ფუნქციონირებას. ამდენად, კვების ეს ტიპიც განსაკუთრებით მიუღებელია სპორტსმენტათვის.

## **თავი 2. თანამედროვე ნუტრიციოლოგიის მიზნები და ამოცანები; ცნებები**

### **2.1. ნუტრიციოლოგიის მიზნები და ამოცანები**

ნუტრიციოლოგია მეცნიერებაა კვების შესახებ, რომლის ამოცანაა ადამიანის რაციონალური კვების დაფუძნება და ორგანიზება.

ნუტრიციოლოგის მთავარი მიზანი ადამიანის ორგანიზმზე არასრულფასოვანი კვების ზემოქმედების კანონზომიერებების გამოვლენაა; უფრო დეტალურად რომ ვთქვათ, შეისწავლოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე საკვების მიღებისა და ზემოქმედების კანონზომიერებები; მოიძებნოს საკვების ადვილი ათვისების, მონელების, უტილიზაციისა და ორგანიზმიდან გამოძევების გზები; შეისწავლოს ადამიანის მიერ საკვების არჩევის მოტივი და ამ არჩევანის მექანიზმების გავლენა მის ჯანმრთელობაზე.

ნუტრიციოლოგიის მთავარ, ძირითად ამოცანას წარმოადგენს ნუტრიენტთა დეფიციტის აღმოფხვრა სწორი რაციონის შედგენის საშუალებით, საკვებ პროდუქტებში შემავალი კვებითი ნივთიერებების და კომპონენტების, საკვების მიღების წესების, საკვების ურთიერთქმედების კანონების, ორგანიზმზე საკვების გავლენის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (ბად) ადამიანის ორგანიზმზე ზემოქმედების შესწავლა; კვებასთან დაკავშირებული პრობლემების მიზეზთა ანალიზი.

ნუტრიციოლოგიას გააჩნია სამი მიმართულება:

- საკვების წარმოება და მოხმარების ორგანიზაცია; მეტაბოლიზმის პროცესები, საკვები ნივთიერებების ათვისებას და გადანაწილება და ორგანიზმზე მათი მოქმედება;

საკვები, როგორც ადამიანის ორგანიზმზე პროფილაქტიკური და სამკურნალო ზემოქმედების ფაქტორი.

## **2.2. ნუტრიციოლოგიის ძირითადი ცნებები**

**ნუტრიციეტიკები** – კვების ესენციალური (შეუცვლელი) კომპონენტია, რომლებსაც შეიცავს საკვები პროდუქტი; არ გროვდება ორგანიზმში, ვერ სინთეზირდება სხვა ნივთიერებებიდან ორგანიზმის მიერ, რის გამოც მათი მიწოდება უნდა ხდებოდეს მუდმივად. მათ რისხვს მიეკუთვნება: ვიტამინები და მათი წინამორბედები, პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები, მინერალური ნივთიერებები, მიკროელემენტები, ზოგიერთი ამინომჟავა, მონო- და დისაქარიდები და სხვ.

**ნუტრიენტები** – საკვების შემადგენელი კომპონენტები (ცილა, ცხიმი, ნახშირწყალი, ვიტამინი, მიკროელემენტი, ფერმენტი და სხვ)

**მაკრონუტრიენტები** – ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები;

**მიკრონუტრიენტები** – ვიტამინები (ცხიმში და წყალში ხსნადი); მინერალური ნივთიერებები (მიკრო და მაკროელემენტები); ვიტამინის მსგავსი ნივთიერებები და სხვ.

**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები** – ბუნებრივი ნატურალური ნივთიერებების კონცენტრატია, რომელიც გამოიყოფა ბუნებრივი მცენარეული ან ცხოველური (მათ შორის ზღვის) საკვები ნედლეულისაგან, ან მიიღება ნივთიერებათა ქიმიური სინთეზით და იდენტურია ბუნებრივი ანალოგის.

**პრობიოტიკი** – მიკროორგანიზმები, რომელთა მიღება შესაძლებელია სასაგებლო იყოს ორგანიზმისათვის. უმეტესობა პრობიოტიკებისა ბაქტერიებია, შესაძლებელია, იყოს სხვა მიკროორგანიზმებიც, მაგალითად საფუარის სოკო.

**პუბიოტიკები** – ბიოლოგიურად აქტიური საკვები რომელთა შემადგენლობაში შედის ცოცხალი მიკროორგანიზმები და/ან

მათი მეტაბოლიტები, რომლებიც ახდენენ საჭმლის მომნელებელი სისტემის მიკროფლორის შემადგენლობისა და ბიოლოგიური აქტიურობის ნორმალიზაციას. ეუბიოტიკები შექმნილია ადამიანის ნაწლავის მიკროფლორის საფუძველზე და ზღუდავენ პათოგენური მიკრობების გამრავლებას. ეფექტური საშუალებებია ნაწლავის დისბაქტერიოზის პროფილაქტიკისათვის და დამხმარე საშუალებაა ნაწლავთა სხვადასხვა დაავადებების მკურნალობის დროს

**პარაფარმაცევტიკები** – საკვები ნივთიერებებისა და სამკურნალო მცენარეების, ზღვის პროდუქტებისა და ცხოველური ქსოვილების ორგანული კომპონენტებია: ორგანული მჟავები, ბიოფლავონოიდები, კოფეინი, ბიოგენური ამინები, რეგულატორული დი- და ოლიგოპეპტიდები. გამოიყენება ორგანოთა და სისტემების ფუნქციური აქტივობის, ფიზიოლოგიური საზღვრების შენარჩუნებისათვის, როგორც პროფილაქტიკური და სამკურნალო საშუალება.

**ნუტრიომი** – აუცილებელი საკვები ფაქტორების ერთობლიობა, რათა შენარჩუნდეს დინამიური წონასწორობა პიროვნებას, როგორც ევოლუციის პროცესში ჩამოყალიბებულ ბიოლოგიურ სახეობასა და გარემოს შორის, რომელიც მიზნად ისახავს სასიცოცხლო აქტივობის უზრუნველყოფას, სახეობების შენარჩუნებას და რეპროდუქციას, სხეულის ადაპტაციური პოტენციალის, ანტიოქსიდანტური დაცვის, აპოპტოზის, მეტაბოლიზმის, იმუნური სისტემის ფუნქციის შენარჩუნებას. ნუტრიომი, არსებითად, არის ოპტიმალური კვების ფორმულა, რომელიც მუდმივად იხვეწება და ივსება.

**პროტეომი** – ექსპრესიული ცილების ერთობლიობა მოცემული ტიპის უჯრედის ან ორგანიზმში მოცემულ პირობებში, მოცემულ დროში.

**მეტაბოლომი** – არის დაბალი მოლეკულური წონის მეტაბო-

ლიტების სრული ნაკრები (როგორიცაა მეტაბოლური შუალედური ნივთიერებები, ჰორმონები და სხვა სასიგნალო მოლეკულები და მეორადი მეტაბოლიტები), რომლებიც გვხვდება როგორც ბიოლოგიურ ნიმუშში, ასევე ერთ ორგანიზმში.

**მიკრობიომი** – მიკროორგანიზმთა ერთობლიობა, რომელიც ბინადრობს ადამიანის ორგანიზმში.

**ქსენობიოტიკი** - ორგანიზმისათვის უცხო ნივთიერებები (პესტიციდები, სხვა სამეურნეო ქიმიკატები, საყოფაცხოვრებო ქიმიკატები, საკვები დანამატები: საღებავები, კონსერვანტები, სტაბილიზატორები და სხვ. წამლების უმეტესობა და სხვ.) რომლებიც ვერ გამოიყენებიან ორგანიზმის მიერ, მაგრამ შეუძლიათ გამოიწვიონ სხვადასხვა დაავადებები.

### **2.3. ოპტიმალური კვება**

ბოლო პერიოდში მედიცინის სხვადასხვა დარგის სპეციალისტების გაზრდილი ყურადღება კვების პრობლემების მიმართ, განპირობებულია ჯანმრთელობისათვის იმ ნეგატიური შედეგების გაცნობიერებით, რასაც იწვევს დღეისათვის ფართოდ გავრცელებული, ყველა ასაკის მოსახლეობის კვების სტრუქტურისა და კვებითი სტატუსის დარღვევა. ბიოქიმიის, უჯრედული ბიოლოგიის, გენეტიკის და სხვა ფუნდამენტური მეცნიერების განვითარებამ მნიშვნელოვნად გააღრმავა შეხედულებები როგორც ძირითადი ნუტრიენტების, ისე საკვების მთელი რიგი მინორული, ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტების შესახებ, რომლებიც მონაწილეობენ სხვადასხვა ორგანოებისა და სისტემების ფუნქციურ რეგულაციებში და მნიშვნელოვანი როლი აკისრიათ ალიმენტარულდამოკიდებული დაავადებების (აღდ) განვითარების რისკის შემცირებაში. ფაქტიური კვებისა და მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შეფასების მიზნით, მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში ჩატარებულმა ფართომასშტაბურმა ეპიდემიოლოგი-



ურმა კვლევებმა გამოავლინეს ენერგოხარჯის მნიშვნელოვნად დაბალი დონე, კვებითი სტატუსის ყველაზე მეტად გავრცელებული ფორმები, რომლებიც იწვევენ გსს-ის დაავადებებს, ონკოლოგიურ დაავადებებს, მე-2 ტიპის დიაბეტს, ოსტეოპოროზებს და სხვ.

თანამედროვე ადამიანის კვების სტრუქტურა ხასიათდება ბიოლოგიურად ღირებული კვებითი პროდუქტების მოხმარების მნიშვნელოვანი შემცირებით. განსაკუთრებით ყურადღებას იქცევს ცხოველური ცხიმის მოხმარების მნიშვნელოვანი ზრდა, პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების, ვიტამინების, მაკრო- და მიკროელემენტების, კვებითი ბოჭკოს დეფიციტი. კალციუმის დეფიციტი, განსაკუთრებით მოხუცებში, ზრდის ოსტეოპოროზისა და მოტეხილობების განვითარების რისკს; რკინის დეფიციტი, განსაკუთრებით ორსულებსა და მცირე ასაკის ბავშვებში წარმოადგენს ანემიის განვითარების მაღალ რისკფაქტორს; იოდის დეფიციტი, განსაკუთრებით ბავშვთა ასაკში, ცნს-ის ინტენსიური განვითარების პერიოდში იწვევს ინტელექტუალური განვითარების შეფერხებას; ასევე მნიშვნელოვანია ფთორის, სელენისა და თუთიის დეფიციტი, რომლებიც იწვევენ სხვადასხვა დაავადების განვითარების პროვოცირებას, ანტიოქსიდანტური, იმუნური სისტემის ფუნქციურ დაქვეითებას და სხვ.

ჯანსაღი კვების შესახებ თანამედროვე წარმოდგენებს საფუძვლად უდევს ოპტიმალური კვების კონცეფცია, რომელიც ითვალისწინებს ორგანიზმის მოთხოვნილებების უზრუნველყოფის გარდაუვალობასა და აუცილებლობას არა მხოლოდ ესენციალური (მუუცვლელი) მაკრო- და მიკრონუტრიენტებით, არამედ რიგი ბიოლოგიურად აქტიური საკვები კომპონენტებით, რომელთა ჩამონათვალი და მნიშვნელობა დღითიდღე ფართოვდება.

ოპტიმალური კვების კონცეფცია ეფუძნება ორ ფუნდამენტურ კანონს: პირველი გულისხმობს მიღებული და გახარჯული

ენერგიის სრულ შესაბამისობას, მეორე - მაკრონუტრიენტების (ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები) ფიზიოლოგიური მოთხოვნილებებისა და თანაფარდობებით მოხმარების აუცილებლობას. ნებისმიერი ამ კანონის დარღვევა გარდაუვლად იწვევს კვებითი სტატუსის დარღვევას და, როგორც შედეგი, ადღ-ის განვითარებას.

ოპტიმალური კვების კონცეფცია წარმოადგენს ბალანსირებული კვების კონცეფციის ერთგვარ განვრცობას. ორგანიზმის ფერმენტული ნაკრების შესაბამისობა საკვების ქიმიურ შემადგენლობასთან მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რომელიც აუცილებლად უნდა იყოს დაცული საკვების ასიმილაციის და საკვები ნივთიერებების დამღის ყველა ეტაპზე: სმტ-ში (მონელების, შეწოვისა და ქსოვილებში საკვები ნივთიერებების მიწოდების პროცესში), უჯრედსა და სუბუჯრედულ სტრუქტურებში (უჯრედული კვებისა და ორგანიზმიდან ცვლის პროდუქტების გამოყოფის ეტაპზე). ორგანიზმის გენეტიკური დაავადებების დროს განვითარებულმა ფერმენტულმა კონსტელაციებმა, შესაძლებელია, მკვეთრად შეცვალოს სახეობისათვის დამახასიათებელი კვების შეუცვლელი ფაქტორების კომპლექსი.

მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში ცალკეული პოპულაციის ფაქტიური კვებისა და მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის, ეპიდემიოლოგიური კვლევის შედეგად დადგინდა საკვების ე.წ. მინორული, ბიოლოგიურად აქტიური კომპლექსები, როგორიცაა: ინდოლი, ფლავონოიდები, იზოთიოციანატები, ფიტოსტეროლები და სხვ. მაკრო- და მიკრონუტრიენტებზე ორგანიზმის მოთხოვნილების ნორმები ძირითადად დადგენილია და ამ ეტაპზე მიმდინარეობს მისი დაზუსტება იმ თვალსაზრისით, რომ გათვალისწინებული იყოს დამატებითი ხარჯები ფიზიკური, ფსიქიკური, ემოციური, ქიმიური და სხვა სახის დატვირთვების ადაპტაციური რეაქციების უზრუნველსაყოფად. საკვების მინო-

რული, ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტებისათვის ნორმები დადგენილი არ არის და შეგვიძლია მხოლოდ ვივარაუდოთ ჯანმრთელობისათვის სასრგებლო/ხელსაყრელ რაციონებში მათი შემცველობა ეპიდემიოლოგიური კვლევებით მიღებული შედეგებით გამოთვლილი დონის მიხედვით.

დღეისათვის დადგენილია დღე-ღამეში საკვებით მიღებული ადრე არანორმირებული მიკრონუტრიენტების, ე.წ. უსაფრთხო და ადეკვატური მოხმარების მაჩვენებლები ისეთი მიკრონუტრიენტებისათვის, როგორიცაა: ვანადიუმი, ნიკელი, ქრომი, კაჟი. მიმდინარეობს ბრომის, კადმიუმის, ლითიუმის ალუმინის და სხვა ნივთიერებების ნორმების დადგენა.

კვების სტრუქტურის მიზანმიმართული ცვლილება გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე და შეუძლია სხვადასხვა დაავადებების, მაგალითად, მეორე ტიპის შაქრიანი დიაბეტის, გსს-ის დაავადებების, კიბოს, ოსტეოპოროზების და სხვ. განვითარების პრევენცია.

არსებობს სარწმუნო მტკიცებულებები იმის შესახებ, რომ ჭარბად მოხმარებული მაღალკალორიული საკვები დაბალი კვებითი ღირებულებითა და მიკრონუტრიენტებით, ზრდის სიმსუქნის განვითარების რისკს. სიმსუქნის განვითარების რისკის შემცირების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან დაცვით ფაქტორს წარმოადგენს საკვები ბოჭკოს მაღალი შემცველობის რაციონი. დადასტურებულია ჭარბი წონის და სიმსუქნის როლი მე-2 ტიპის დიაბეტის, ავთვისებიანი წარმონაქმნების, გსს-ის დაავადებების განვითარების რისკის გაზრდაში. რაციონში არანაკლებ 400გ. ბოსტნეულისა და ხილის (სწორად შერჩევის შემთხვევაში) გამოყენება მნიშვნელოვნად ამცირებს აღნიშნული დაავადებების განვითარების რისკს.

მოსახლეობის დიდ ნაწილს სულ უფრო ხშირად უვლინდება არასაკმარისი ადაპტაციის ანუ მაღადაპტაციის სიმპტომები - გარემოს არახელსაყრელი ფაქტორების მიმართ არასპეციფიური

რეზისტენტობის დეფიციტი, იმუნოდეფიციტი. ორგანიზმის არასაკმარისი უზრუნველყოფა, პირველ რიგში, მიკრონუტრიენტებითა და მინორმული, ბოლოგიურად აქტიური კომპონენტებით, წარმოადგენს მაღადაპტაციის ძირითად მიზეზს. ამავდროულად, შეგვიძლია გავზარდოთ ადაპტაციური პოტენციალი სპეციალურად შერჩეული დიეტების გამოყენებით. ადაპტაციური პოტენციალის ოთხი ძირითადი კომპონენტია: ანტიოქსიდანტური დაცვის სისტემა, ქსენობიოტიკების ფერმენტული მეტაბოლიზმის სისტემა, იმუნური სისტემა და აპოპტოზის (უჯრედების დაღუპვა) რეგულაციის სისტემა.

საკვების მინორული კომპონენტები ამ სისტემაზე გავლენას ახდენს სიგნალის უჯრედშიდა გადაცემის მექანიზმებით და რეცეპტორული მოლეკულებით, რომლებიც პასუხისმგებლები არიან ქსენობიოტიკების მეტაბოლიზმის პირველი და მეორე ფაზის ფერმენტების გენურ ექსპრესიაზე; გარდა ამისა, ეს შეიძლება იყოს ნაერთები, რომლებიც იწვევენ ლიზოცომების მემბრანის სტაბილიზაციას ან დესტაბილიზაციას; ამ უკანასკნელ შემთხვევაში, ხდება ლიზოსომური ფერმენტების, პირველ რიგში B- , D- და L - კეტოფსინების გამოყოფა, მათი ზემოქმედება მიტოქონდრიებზე და გარკვეული მექანიზმების კასკადის გაშვება, რომელიც იწვევს უჯრედების დაპროგრამებულ დაღუპვას (აპოპტოზი).

მნიშვნელოვან ახალ მიმართულებას წარმოადგენს რეგულატორული პეპტიდების შესწავლა, რომლებიც წარმოიქმნებიან სმტ-ში საკვები ცილის მონელების პროცესში; ეს პეპტიდები შეიწოვება და ავლენენ რეგულაციურ ზემოქმედებას დნჯ-სთან კონფორმაციული ურთიერთდამოკიდებულების შედეგად. დადგენილია მჭიდრო სტრუქტურული შესაბამისობა რიგი მნიშვნელოვანი გენების შემადგენლობაში შემავალი დნჯ-ს ოლიგოპეპტიდურ მიმდევრობას და შესაბამის რეგულატორულ პეპტიდებს შორის. აღნიშნულის ხარჯზე, პეპტიდებს, სხვადასხვა ფუნქციურად მნიშ-

ვნელოვანი ფერმენტული ცილების სინთეზისათვის შეუძლიათ მოახდინონ გენების ექსპრესიის სტიმულირება ან დამუხრუჭება.

მიიჩნევა, რომ ადამიანი ადაპტირებულია მრავალი სხვადასხვა ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტის მოხმარებაზე. ამ კომპონენტებს უწოდებენ ქემოპროტექტორებს და ქემოპრევენტორებს. დადასტურებულია, რომ ფიტოქემოპროტექტორების დაბალ შემცველობას რაციონში თან სდევს გსს-ის და ონკოლოგიური დაავადებების განვითარების რისკის ზრდა. დღეისათვის შემუშავებულია და ფართოდ გამოიყენება ბად-ები, რომლებიც შეიცავენ ბუნებრივ ბიოაქტიურ ნაერთებს. მოცემულ ეტაპზე აქტიურად შეისწავლება საკვებში შემავალი ინდოლი და იზოტიოციანიდი, ფლავონოიდები და საკვები ბოჭკო.

**ფლავონოიდები** მცენარეული წარმოშობის, არასაკვები არომატული პოლიფენოლების ნაერთები: ფლავანოლი, ფლავონი, ფლავანონი, იზოფლავონი. თითოეული მათგანი შედის სხვადასხვა ხილის, ციტრუსის, კენკრის, ბოსტნეულის, ბალახების და პარკოსნების შემადგენლობაში. ამ ნივთიერებების მაღალი ბიოაქტივობა განპირობებულია მათი ანტიოქსიდანტური თვისებებით, შეუძლიათ ანთებისა და ქსოვილთა დესტრუქციის ფაქტორ-პრომოტორების წარმოქმნისა და გამონთავისუფლების დათრგუნვა, ქსენობიოტიკების მეტაბოლიზმისათვის საჭირო ფერმენტების აქტივაციის რეგულირება.

**ფიტოსტეროლები** - წარმოადგენენ საკვების ბიოლოგიურად აქტიურ, მინორულ კომპონენტებს, რომელთა 250-ზე მეტი წარმომადგენელი გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია სხვადასხვა მცენარეული და ზღვის პროდუქტებისაგან. ისინი ხელს უწყობენ სისხლში ქოლესტერინის დონის მნიშვნელოვან შემცირებას.

**ინდოლი და იზოტიოციანატი** - მიეკუთვნებიან ბუნებრივ ქემოპროტექტორებს, წარმოადგენენ მცენარეული გლუკოზიპოლატების ჰიდროლიზის პროდუქტს (შეიცავს ყველა სახის კომბო-

სტო, განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით შეიცავს ბროკოლი, თაღგამი, ბოლოყი). მათი ბიოლოგიური აქტივობა უკავშირდება მონოქსიგენაზური სისტემის და ქსენობიოტიკების მეტაბოლიზმის მეორე ფაზის ზოგიერთ ფერმენტის აქტივობის ინდუცირების უნარს.

დღეისათვის არსებობს დილემა: ერთის მხრივ, საჭიროა მოხმარებული საკვების მოცულობის შეზღუდვა და მეორე მხრივ - მოხმარებული საკვები პროდუქტების ასორტიმენტის გაზრდა, მიკრონუტრიენტების დეფიციტის ლიკვიდაციის მიზნით.

## **2.4. ანთროპოპოლიციოლოგია ჯანდაცვისა და ალიმენტარულდამოკიდებული დაავადებების პროფილაქტიკისათვის**

**ანთროპოპოლიციოლოგია** - ახალი მეცნიერული მიმართულებაა ანთროპოლოგიური ანატომიისა და ნუტრიციოლოგიის გადაკვეთაზე. მიმართულია ამ ორი მეცნიერების ურთიერთკავშირისა და ურთიერთგავლენის შესწავლაზე, მოსახლეობის ფიზიკური და კვებითი სტატუსი ოპტიმიზაციის და ჯანმრთელობის დაზოგვა/შენარჩუნების, თანამედროვე მაღალეფექტური ტექნოლოგიის რეალიზაციის მიზნით. ანთროპოლოგიური შემადგენელი უზრუნველყოფს ფიზიკური სტატუსის განსაზღვრას როგორც კონკრეტული ინდივიდისათვის, ასევე მთელი პოპულაციისათვის; სხვადასხვა ასაკობრივი ჯგუფებისათვის, ფიზიკური განვითარების დიფერენცირებული სტანდარტების შემუშავებას მრავალი ფაქტორის გათვალისწინებით (ასაკი, სქესი, ეთნოკუთვნილება და სხვ.). ნუტრიციოლოგიის თანამედროვე მიდგომების გამოყენება უზრუნველყოფს ინდივიდის ფიზიკური და კვებითი სტატუსის ოპტიმიზაციას, ანთროპომეტრიული მაჩვენებლების კორექციას და ასაკობრივ-სქესობრივ სტანდარტებთან შესაბამისობაში მოყვანას, რადგან ადამიანის ფიზიკური განვითარების განმსაზღვრელ

ფაქტორებს შორის, კვებითი ფაქტორი უმნიშვნელოვანესია. ანთროპონუტრიციოლოგიის მეთოდური შესაძლებლობები უზრუნველყოფილია კლასიკური, კომპლექსური, ანთროპომეტრიული მეთოდებით, რომელიც მოიცავს ასევე, მნიშვნელოვანი რაოდენობის მახასიათებლების გარემომოწერილობების, დიამეტრების და სხეულის ზედაპირის ფართის და სხვ. ანალიზს; კალიპრომეტრია - სხვადასხვა უბანზე კანქვეშა ცხიმოვანი ქსოვილის განვითარების განსაზღვრისათვის და ბიომიპენდანური კვლევა - საშუალებას იძლევა გამოკვლეული იქნას სხეულის შემადგენელი კომპონენტები - კუნთოვანი და ცხიმოვანი მასის აბსოლუტური და ფარდობითი შემცველობა; ასევე, მნიშვნელოვანია ადამიანის ნუტრიომის, პროტეომის, მეტაბოლომის, მიკრობიომის და გენომის ინდივიდუალური მაჩვენებლების გამოყენება.

ანთროპონუტრიციოლოგიის მნიშვნელოვან ინსტრუმენტს წარმოადგენს სომატოტიპოლოგიური ანალიზი, რომელიც საშუალებას იძლევა ინდივიდი მიკუთვნებული იქნას კონსტიტუციონალურ ჯგუფებს და ტიპებს.

ინდივიდუალიზირებული მიდგომების განვითარება სრულიად შეესაბამება მედიცინის პრედიქტიულ, პრევენციულ და პერსონალიზირებულ კონცეფციას, რომელიც წარმოადგენს შეხედულებათა სისტემას ბაზისურ პრინციპებზე, პრიორიტეტებზე და მიმართულებებზე, მიზანსა და ამოცანებზე ჯანმრთელი და სამკურნალო კვების სფეროში.

პერსონალიზაცია განიხილება როგორც კონკრეტული ადამიანის პროფილაქტიკის, დიაგნოსტიკის, მკურნალობისა და რეაბილიტაციის ტაქტიკა და სტრატეგია, მისი ორგანიზმის ინდივიდუალური მახასიათებლების გათვალისწინებით.

მედიცინისა და ტექნოლოგიების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, მეტად აქტუალურია პროგნოზული მედიცინა და მოლეკულური დიაგნოსტიკა, რომელიც გენომის პერსონალური

აგებულების და მეტაბოლიზმის თავისებურების საფუძველზე, იძლევა საკმაოდ სარწმუნო პროგნოზს გარკვეული დაავადებებისა და პათოლოგიური პროცესების განვითარების შესაძლებლობის შესახებ. ინოვაციური ნაწიბიოტექნოლოგიების პრაქტიკულ მედიცინაში დანერგვა გარკვეულ ტექნიკურ/მატერიალურ სირთულეებთან არის დაკავშირებული. პერსონიფიცირებული მედიცინისათვის მნიშვნელოვან, გამოყენებად მეთოდს წარმოადგენს კონსტიტუციური მორფოლოგიური დიაგნოსტიკა. მეთოდი ეფუძნება შემდეგ გარემოებას: ადამიანის მორფოლოგიურ-კონსტიტუციური ტიპი განისაზღვრება რიგი ანატომიური მახასიათებლებით, რაც დამოკიდებულია სუბიექტის ინდივიდუალურ-ტოპოლოგიურ ცვალებადობაზე და განისაზღვრება ანატომიურ-ანთროპომეტრიული მეთოდების გამოყენების საფუძველზე. სხვადასხვა მორფო-კონსტიტუციურ ტიპს ახასიათებს გენეტიკური განწყობა სხვადასხვა დაავადების განვითარების მიმართ. ე.ი. მორფოლოგიურ-კონსტიტუციური ტიპის განსაზღვრა საშუალებას მოგვცემს გავაკეთოთ წინასწარი პროგნოზი კონკრეტული დაავადების ან პათოლოგიური მდგომარეობების განვითარების შესახებ და შესაბამისად, გავატაროთ ადეკვატური პროფილაქტიკურ-სამკურნალო-სარეაბილიტაციო ღონისძიებები, ნეგატიური შედეგების ეფექტური მინიმალიზაციისათვის.

ტერმინი „კონსტიტუცია“ გულისხმობს ორგანიზმის ნიშან-თვისებათა ერთობლიობას, რომელიც კავშირშია მოცემული პირის რეაქტიულობის თავისებურებებთან და ინდივიდუალური განვითარების ტემპებთან. კონსტიტუციის მორფოლოგიურ პასპორტს წარმოადგენს ადამიანის სომატოტიპი. კონსტიტუციური ტიპის ერთიანი, საყოველთაოდ მიღებული კლასიფიკაცია მოცემულ დრომდე არ არსებობს, თუმცა, პირობითად დადგენილ სომატოტიპურ ჯგუფებში მიკუთვნებული ინდივიდებში იკვეთება ამა თუ იმ დაავადების განვითარების რისკების სხვადასხვა ხარისხი და



ამ ხარისხზე გავლენას ახდენს ასაკიც. გარდა დაავადებებისადმი განწყობისა, აღნაგობა ასოცირდება სისხლში ზოგიერთი მიკროელემენტის დონესთან. სისხლის შრატში კალციუმის და ფოსფორის შემცველობა და ტუტე ფოსფატაზას აქტივობა, ასტენიური აღნაგობის ყმაწვილებს სარწმუნოდ დაბალი აქვთ სხვა აღნაგობის მქონეებთან (მაგ. მკერდისმიერი ტიპი) შედარებით. მკერდისმიერი ტიპის პირებში ფიქსირდება სისხლის შრატში კრეტინინის და საერთო ცილის მნიშვნელოვნად დაბალი დონე, ყველა სხვა აღნაგობის ტიპთან შედარებით.

## **ნაწილი II**

# **საკვების მონელების ფიზიოლოგია და ბიოქიმია**

### **თავი 3. საკვების მონელება**

**საკვების მონელება** – არის ფიზიკური, ქიმიური და ფიზიოლოგიური პროცესების ერთობლიობა, რომელთა შედეგად საკვები ნივთიერებები იმლებიან შედარებით მარტივ ქიმიურ ნივთიერებად. წარმოქმნილი ნივთიერებები კუჭ-ნაწლავის კედლიდან გადადის სისხლსა და ლიმფაში და შეითვისება ორგანიზმის უჯრედების მიერ. ამასთან, მონელების პროცესში, საკვებმა ნივთიერებებმა უნდა დაკარგონ თავიანთი სახეობრივი სპეციფიურობა, წინააღმდეგ შემთხვევაში, იმუნური სისტემის მიერ ისინი აღიქმებიან როგორც უცხო ნივთიერებები.

საჭმლის მომნელებელი კონვეირი (სმკ), ეს არის პროცესების მიმდევრული ჯაჭვი, სადაც ხდება საკვები პროდუქტების დამლა მონომერებად, რომლებიც შეიძლება იყოს შეწოვილი. სმკ რთული ქიმიური სისტემაა საკვების მონელების გამოხატული უწყვეტობით სმს-ის ქვემოთ მდებარე ნაწილებში. სისტემის ფუნქციონალური ფორმირება ემყარება თვითრეგულაციის პრინციპს.

#### **3.1. საჭმლის მომნელებელი სისტემის ფუნქციები და საკვების მონელება**

საკვების მონელებას ახორციელებს ორგანოთა მთელი ჯგუფი, რომლიც შეიძლება გაიყოს ორ ძირითად ნაწილად: საჭმლის მომნელებელი ტრაქტი და საჭმლის მომნელებელი ჯირკვ-

ლები (სანერწყვე, კუჭქვეშა (პანკრეასი) ჯირკვლები და სხვ.).

საჭმლის მომნელებელ ტრაქტს მიეკუთვნება: პირის ღრუ, საყლაპავი, კუჭი, წვრილი და მსხვილი ნაწლავები. მსხვილი ნაწლავი შედგება ექვსი ნაწილისაგან: ბრმა ნაწლავი, ასწვრივი, განივი, დასწვრივი და სიგმოიდური კოლინჯი, სწორი ნაწლავი.

საჭმლის მომნელებელ სისტემას აქვს რიგი ფუნქციები:

**მოტორული ფუნქცია** - ხორციელდება სმს და ბილიარული სისტემის, ჯირკვლების სადინარების კუნთების მეშვეობით და მოიცავს სმჯ-ის სეკრეტის გამოტანას, ლეჭვას, ყლაპვას, ქიშხის გადაადგილებას სმტ-ში, ორგანიზმიდან გადაუმუშავებელი საკვები ნივთიერებების გამოძევებას.

**სეკრეტორული ფუნქცია** - სმჯ-ი გამოიმუშავებენ საჭმლის მომნელებელ სეკრეტებს: ნერწყვს, კუჭისა და ნაწლავების წვენს, ნაღველს. აღნიშნული სეკრეტები შეიცავენ სხვადასხვა საჭმლის მომნელებელ ფერმენტებს: პროტოლიზურს შლიან ცილებს, **ამილოლიზურს** - შლიან ნახშირწყლებს, **ლიპოლიზურს** - შლიან ცხიმებს; ასევე - მჟავებს, ჰორმონებს, ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს.

**ინკრეტორული ფუნქცია** - დაკავშირებულია სმტ-ში რიგი ჰორმონების წარმოქმნასთან, რომლებიც გავლენას ახდენენ საკვების მონელების პროცესზე. ასეთ ჰორმონებს მიეკუთვნება: გასტრინი, სეკრეტინი, ქოლეცისტოკინინ-პანკრეოზიმინი, მოტილინი და სხვა მრავალი ჰორმონი, რომლებიც გავლენას ახდენენ სმს-ის როგორც მოტორულ, ისე სეკრეტორულ ფუნქციებზე. საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში გადაადგილებისას, საკვები მიმდევრობით განიცდის ფერმენტების ზემოქმედებას და საბოლოო ჯამში იშლება.

**ექსკრეტორული ფუნქცია** - გულისხმობს საჭმლის მომნელებელი ჯირკვლების მიერ სმტ-ში ცვლის პროდუქტების გამოყოფას (მაგ. ამიაკი, მარდოვანა, მძიმე მეტალების მარილები, მედიკამე-

ნტები და სხვ.), რომლებიც შემდგომ გამოძევდება ორგანიზმიდან.

**შეწოვის ფუნქცია** - შეწოვა რთული პროცესია, რომელიც გულისხმობს ნივთიერებების გადასვლას სისხლსა და პლაზმაში სმტ-ის კედლის გავლით. შეწოვას ექვემდებარება ძირითადად საკვების ჰიდროლიზური დამლის შედეგად წარმოქმნილი ნივთიერებები, როგორიცაა, მაგალითად: მონოსაქარიდები, ამინომჟავები, ცხიმოვანი მჟავები და სხვ.

საჭმლის მონელების პროცესის ლოკალიზაციის მიხედვით, მონელება შეიძლება იყოს უჯრედშიდა და უჯრედგარეთა.

**უჯრედშიდა მონელება** გულისხმობს საკვები ნივთიერებების ჰიდროლიზს, რომელიც ხდება უჯრედში, ფაგოციტოზის (ფაგოციტოზი არის დიდი ფორმის ნაწილაკების უჯრედის მიერ შეწოვა (ჩვეულებრივ ჩანს მარტივი მიკროსკოპის ქვეშ, ანუ მინიმუმ ასობით ნანომეტრის ზომის) ან პინოციტოზის ( პინოციტოზი არის უჯრედის მიერ მცირე ნაწილაკების შეწოვა: დამლილი ძაგრომოლეკულები (ყველაზე ხშირად ცილები), ან მათი კომპლექსების (მაგალითად, ღვიძლის უჯრედების მიერ LDL შეწოვა სისხლის პლაზმიდან). შედეგად, ჰიდროლიზი ხორციელდება უჯრედული ფერმენტებით (ლიზოსომური) ან საკვების მომწელებელ ვაკუოლში, ან ციტოზოლში (თხევადი მატრიცა უჯრედების შიგნით), რომელთა მემბრანებზეც დაფიქსირებულია ფერმენტები. უჯრედშიდა მონელება მიმდინარეობს ლიმფორეტიკული ჰისტოციტარული სისტემის უჯრედებში და ლეიკოციტებში.

**უჯრედგარე მონელებას** გააჩნია ორი ფორმა: ღრუსმიერი და კედლისმიერი, რომელიც ასევე იწოდება დისტანტურ და კონტაქტურ/მემბრანულ მონელებად.

ღრუსმიერი მონელების პროცესში ფერმენტები, რომლებიც შედიან საჭმლის მომწელებელი სეკრეტების შემადგენლობაში, ახდენენ სნ-ის ჰიდროლიზს სმტ-ის ღრუში. იმის გამო, რომ მონე-

ლება ხორციელდება ფერმენტების გამომუშავების ადგილიდან მოშორებით, მონელების ამ ფორმას უწოდებენ დისტანტურს (დისტანციურს).

კედლისმიერი ანუ მემბრანული ანუ კონტაქტური მონელება ხორციელდება უშუალოდ ნაწლავის კედლის უკრედულ მემბრანაზე განლაგებული ფერმენტების საშუალებით. (სტრუქტურები, რომელზეც მიმაგრებულია ფერმენტები - გლიცოკალიქსი, განლაგებულია წვრილი ნაწლავის ხაოიან ეპითელზე) სნ-ის ჰიდროლიზი კუჭვეშა ჯირკვლის ფერმენტების მოქმედებით იწყება ნაწლავის ღრუში. წარმოქმნილი ოლიგომერები განიცდიან ჰიდროლიზს გლიცოკალიქსზე, აქ აღსობირებული კუჭვეშა ჯირკვლის ფერმენტების ზემოქმედებით. ნაწლავის მემბრანაზე ფიქსირებული მემბრანული ფერმენტების ზემოქმედებით ხდება დიმერების ჰიდროლიზი. წვრილი ნაწლავის ლორწოვანზე ნაკეცების, ხაოებისა და მიკროხაოების არსებობა 300-500-ჯერ ზრდის ნაწლავის ზედაპირის ფართს, რაც განაპირობებს წვრილ ნაწლავში საკმაოდ დიდ ფართზე ჰიდროლიზისა და შეწოვის პროცესების მიმდინარეობას.

საჭმლის მონელება ფერმენტების წარმოშობის მიხედვით, სამი ტიპისაა: აუტოლიზური (ხორციელდება სპ-ში შემავალი ფერმენტების მესვეობით), სიმბიონტური (ხორციელდება ფერმენტების ზემოქმედებით, რომელსაც გამოიმუშავენ ბაქტერიები, უმარტივესები და მაკროორგანიზმი) და საკუთრივი, რომელიც ხორციელდება თავად ორგანიზმში გამომუშავებული ფერმენტებით.

მიუხედავად იმისა, რომ საჭმლის მომნელებელი სისტემა შედგება ერთმანეთისაგან მკვეთრად გამიჯნული ნაწილებისაგან, საჭმლის მონელება წარმოადგენს ერთ მთლიან პროცესს. სმს-ის თითოეულ ნაწილსა და სმჯ-მ შორის არსებობს მჭიდრო კავშირი - სმწ საკვებთან ერთად გადაადგილებისას ხელს უწყობს საკვების

მონელებას, ასევე, ცვლის შიგთავსის რეაქციას და ახდენს ნაწლავის პერისტალტიკის (მოძრაობის) სტიმულირებას.

### **3.1.1. საკვების მონელება პირის ღრუში**

პირის ღრუს საჭმლის მონელებაში რამდენიმე ფუნქცია გააჩნია. პირველი, ეს არის საკვების შეფასება ვარგისიანობაზე, მექანიკური და ნაწილობრივ ქიმიური დამუშავება. პირის ღრუში განლაგებულია გემოვნების, მგრძნობელობის, ტკივილისა და ტემპერატურული მგრძნობელობის რეცეპტორები, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ საკვების მიღება/არმიღების პროცესში.

საკვების მექანიკური გადამუშავება პირის ღრუში დეჰვით იწყება, რაც უზრუნველყოფს საკვების დაქუცმაცებას, გაჯირჯებას ნერწყვით და ლუკმის ფორმირებას. ასეთი ზემოქმედებით იზრდება საკვების შეხების ზედაპირი ფერმენტებისათვის. აღნიშნული გავლენას ახდენს მონელების პროცესზე მთლიანად სმს-ში, აძლიერებს პერისტალტიკას და ფერმენტული სისტემის აქტივაციას.

პირის ღრუში მოხვედრილი საკვები იწვევს პირის ღრუს ჯერ მექანორეცეპტორების, შემდეგ კი თერმო- და ქემორეცეპტორების გაღიზიანებას. პირის ღრუში განლაგებული ნერვების საშუალებით აგზნება გადაეცემა ჯერ მოგრძო ტვინის მგრძნობიარე ბირთვებს და საბოლოოდ, აღწევს ორალური ანალიზატორის ქერქოვან შრეს; აქ მოსული აგზნების ანალიზის შედეგად მიიღება გადაწყვეტილება მიღებული საკვების ვარგისიანობის შესახებ.

### **3.1.2. ნერწყვის შემადგენლობა და ფუნქციები**

საკვები გუნდის (ლუკმის) ჩამოყალიბებაში მონაწილეობს ნერწყვი. ნერწყვს გამოიმუშავებს სამი წყვილი დიდი და მრავალი პატარა სანერწყვე ჯირკვალი. დღე-ღამის განმავლობაში გამო-

მუშავდება საშუალოდ 1500მლ. ნერწყვი (500-2000მლ), ამასთან, ნერწყვის 90%-ს გამოიმუშავებენ ენისქვეშა და პაროტიტული ჯირკვლები. პირის ღრუში იხსნება სამი წყვილი დიდი სანერწყვე ჯირკვლის (პაროტიდული, ყბისქვეშა და ენისქვეშა) სადინარი. წვრილი სანერწყვე ჯირკვლები განლაგებულია ტუჩების, ლოყების, სასის, ენის ლორწოვან გარსებზე. პირის ღრუს მცირე ჯირკვლებში ( პირის ღრუსა და ენის მრავალრიცხოვანი ჯირკვლები) გამომუშავდება მუცინით მდიდარი ლორწოვანი ნერწყვი; მსხვილი წყვილი ჯირკვლები - ყბა-ყურის – გამოყოფენ სეროზულ ნერწყვს, რომელიც ღარიბია ფერმენტებით; ენისქვეშა და ქვედაყბისქვეშა ჯირკვლები გამოყოფენ შერეულ ნერწყვს. ნერწყვი შეიცავს 99.4%წყალს, ფერმენტებს – ამილაზას და მალტაზას, რომლებიც შლიან პოლისაქარიდებს მალტოზად და მონოსაქარიდებად, მჟავა და ტუტე ფოსფატაზას, მცირე რაოდენობით პროტეოლიზურ, ლიპოლიზურ ფერმენტებს, ნუკლეაზას და ბაქტერიციდულ ნივთიერებას ლიზოციმს, რომელიც წარმოადგენს ბაქტერიის გარსის დამშლელ ფერმენტს. ნერწყვის ფერმენტები აქტიურია ნეიტრალურ არეში, კუჭის წვენის მჟავა არე ამუხრუჭებს ნერწყვის ფერმენტების აქტივობას.

ნერწყვს გააჩნია მნიშვნელოვანი ფუნქციები. მომწელებელი ფუნქცია გულისხმობს საკვების დარბილებს-გაჯირჩვებას ნერწყვით და მონელებისა და გადაყლაპვისათვის მომზადებას. ნერწყვი შეიცავს 50-მდე ფერმენტს. მიუხედავად იმისა, რომ საკვები პირის ღრუში 15 წმ-მდე ყოვნდება, პირის ღრუში მონელება მნიშვნელოვანი კომპონენტია მონელების მთელ პროცესში, რამეთუ საკვების დამლის პროცესში ფორმირდება გემოს შეგრძნება და გავლენას ახდენს მაღაზე. პირის ღრუში ფერმენტების ზემოქმედების შედეგად, იწყება ქიმიური დამლა. ამილაზა მლის პოლისაქარიდებს (სახამებელს და გლიკოგენს) მალტოზებად, ხოლო მალტაზა მლის მალტოზას გლუკოზად.

ნერწყვს გააჩნია დამცველობითი ფუნქცია: ნერწყვი იცავს პირის ღრუს ლორწოვანს გამოშრობისაგან, მუცინი ანეიტრალებს მჟავებსა და ტუტეებს, ლიზოციმს აქვს ბაქტერიციდული მოქმედება და მონაწილეობს ლორწოვანის ეპითელიის რეგენერაციაში. ნერწყვში შემავალი ნუკლეაზები შლიან ვირუსების ნუკლეინის მჟავას, რითაც იცავს ორგანიზმს ვირუსული ინფექციებისაგან; ნერწყვის იმუნოგლობულინები იცავს პათოგენური მიკრობებით ინვაზირებისაგან; გარდა ამისა, ნერწყვი შეიცავს შედედების და შედედების საწინააღმდეგო რამდენიმე ფაქტორს.

ნერწყვი წარმოადგენს ბიოლოგიურ გარემოს, რომელიც კონტაქტშია კბილის ემალთან და წარმოადგენს მათთვის კალციუმის, ფოსფორის, თუთიის და სხვა მიკროელემენტებით უზრუნველყოფის წყაროს. ამით ვლინდება ნერწყვის ტროფიკული ფუნქცია; **გამომყოფი ფუნქცია** - ნერწყვში შესაძლებელია გამოიყოს ორგანიზმის ცხოველმყოფელობის პროდუქტები, როგორიცაა: შარდმჟავა, შარდოვანა, ზოგიერთი მედიკამენტი, ტყვიის, ვერცხლისწყლის მარილები და სხვ.

ნერწყვის გამოყოფა ხორციელდება პირობითი და უპირობო რეფლექტებით; ამასთან, მისი რაოდენობა და შემადგენლობა განისაზღვრება საკვების რაოდენობითა და გვარობით. ნერწყვის გამოყოფის ასეთი ადაპტირება უზრუნველყოფილია რეგულაციის ცენტრალური მექანიზმებით. ნერწყვის გამოყოფის რეგულაციაში მნიშვნელოვანი როლი განეკუთვნება ჰუმორულ ფაქტორებს, როგორიცაა ჰიპოფიზის, თირკმელზედა ჯირკვლის, კუჭქვეშა და ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონებს და მეტაბოლიზმის პროდუქტებს.

### **3.2. საყლაპავის ფუნქციები და ფიზიოლოგიური როლი**

საყლაპავი წარმოადგენს 20-22სმ სიგრძის კუნთოვანი აგებულების (პროქსიმალური ნაწილი შედგება მხოლოდ განივზოლიანი კუნთებისგან, შუა ნაწილი გლუვი და განივზოლიანი, ხოლო



დისტალური ნაწილი სფინქტერის ჩათვლით, მხოლოდ გლუვი კუნთებისაგან) მიღს, რომლის ფიზიოლოგიურ ფუნქციას წარმოადგენს გაატაროს საკვები ხახიდან კუჭში ყლაპვის მეშვეობით.

ყლაპვა ნეიროკუნთოვანი რეაქციაა ნებელობითი და უნებლიე კომპონენტებით. საშუალოდ, დღე ღამის განმავლობაში, ადამიანი ასრულებს 600 ყლაპვით მოძრაობას (200-ჯერ კვების პროცესში, 50-ჯერ ძილის დროს, დანარჩენი დროის განმავლობაში 350-ჯერ). ფრანკო მაგენდმა ჯერ კიდევ 1817 წელს აღწერა ყლაპვის 3 ფაზა: ორალური, რომელიც უპირატესად თვითნებურია - სითხის ან დაღუჭილი საკვების გადატანა პირიდან ხახაში. პირის ღრუ წინიდან იხურება ტუჩებით, საკვების გუნდა განთავსდება ენის შუა ნაწილში, განიდევნება მაგარ სასამდე. როგორც კი საკვები გუნდა გაივლის ენის ძირს და ხახის რკალებს, ყლაპვა ხდება უმართავი და იწყება რეფლექტორული ფაზა. ყლაპვის ფარინგიალური ფაზა შედარებით რთულია და მოიცავს ხუთ ეტაპს: პირველ ეტაპზე, რბილი სასის შეკუმშვის შედეგად, იხურება ცხვირხახა, რაც უზრუნველყოფს, რომ საკვები არ მოხვდეს ცხვირის ღრუში და ხელს უწყობს საკვების გადაადგილებას ხახის ქვედა ნაწილში. მეორე ეტაპზე ხორხი გადაადგილდება წინა-ზედა მიმართულებით, რაც იცავს საკვებით ასპირაციისაგან (ლუკმის გადასვლა სასუნთქ გზებში), მესამე ეტაპზე ხორხი იხურება ხორხსარქველით, ცრუ და ქემმარიტი მბგერავი იოგებით, რათა არ მოხდეს საკვების ხორხში მოხვედრა; მეოთხე ეტაპზე, ხორხის დახურვის შემდეგ, ხდება საყლაპავის ზედა სფინქტერის მოდუნება და ბოლოს, მეხუთე ეტაპზე - ხახის შეკუმშვის სტიმულაცია, საკვების გადასვლით გახსნილ საყლაპავში. ეზოფაგალური ფაზა სრულდება საკვების გავლით საყლაპავში და კუჭის კარდიას გავლით კუჭში მოხვედრით.

საყლაპავში საკვების გადაადგილებას ხელს უწყობს ხახის გადმოსროლითი ეფექტით წარმოქმნილი ძალა, სიმძიმის ძალა და საყლაპავის კედლის პერისტალტიკა. გადაადგილებას ასევე ხელს

უწყობს საყლაპავის ლორწოვანი გარსის მიერ გამოშვებული ლორწო. საყლაპავის პერისტალტიკას და ლორწოს წარმოქმნას ასტიმულირებს პარასიმპატიკური ნერვული სისტემა. საყლაპავში ასევე წარმოიქმნება ე.წ. მეორე რიგის პერისტალტიკური ტალღები, რომლებიც შედარებით სუსტია, მაგრამ არსებითი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ასუფთავებს საყლაპავს საკვების ნარჩენებისგან, უცხო სხეულისაგან, კუჭიდან რეტროგრადულად გადმოსროლილი რეფლუქტანტისაგან.

პერისტალტიკის მექანიზმის უმნიშვნელოვანესი თავისებურებაა ყლაპვის დათრგუნვა; როგორც კი გადაიყლაპება მეორე ლუკმა (თუ პირველს არ აქვს გავლილი საყლაპავის განივზოლიანი ნაწილი), ითრგუნება პირველის გადაადგილება. თუ მეორე ლუკმის გადაყლაპვის მომენტში პირველმა ლუკმამ მიაღწია საყლაპავის დისტალურ ნაწილს, პირველი ლუკმის პერისტალტიკა ითრგუნება ნაწილობრივ. სწრაფად განშეორებადი ყლაპვითი მოძრაობები იწვევს საყლაპავის პერისტალტიკის სრულ დათრგუნვას და საყლაპავის ქვედა სფინქტერის ( იგივე გასტროეზოფაგალური, კარდიალური) მოდუნებას. პერისტალტიკის ნორმალიზება შესაძლებელია ნელი ყლაპვითი მოძრაობებით (რაც საშუალებას იძლევა საყლაპავი სრულად განთავისუფლდეს წინა გადაყლაპული ლუკმისგან).

საყლაპავის ფუნქციის რეგულაციას ასევე ახდენს გასტრინი, სეკრეტინი, ქოლეცისტოკინინი და სხვ. და გავლენას ახდენს ფსიქომოციური ფაქტორები და მუცლისა და გულმკერდის ღრუს ორგანოების სომატური დაავადებები. საკვები და საკვებზე ფიქრი, შიში, სიხარული გავლენას ახდენენ საყლაპავის მოტორიკაზე და ზოგ შემთხვევაში იწვევენ მის დისფუნქციას. ტრაქეის, ბრონქების, კუჭის, თორმეტგოჯა ნაწლავის, ნაღვლის ბუშტის გაღიზიანებას შესაძლებელია თან ახლდეს საყლაპავის დისკინეზიური დარღვევები. საყლაპავის ლორწოვანი გარსის გაღიზიანებამ,

თავის მხრივ, შესაძლებელია გამოიწვიოს სხვა ორგანოების რეფლექტორული გაღიზიანება - ცრემლდენა, ნერწყვის გაძლიერებული გამოყოფა, ტაქიპნოე (გახშირებული სუნთქვა), ექსტრასისტოლია, სტენოკარდია და სხვ.

### 3.3. საკვების მონელება კუჭში

კუჭი წარმოადგენს სმტ-ის ყველაზე მოცულობით ნაწილს. ზრდასრული ადამიანის კუჭის მოცულობა საშუალოდ 3ლ. შეადგენს, თუმცა, დამოკიდებულია მიღებული საკვების მოცულობაზე და შესაძლებელია, მერყეობდეს 1,5-დან 4 ლ.-მდე.

კუჭის ძირითადი ფუნქციებია მოტორული, რეზერვუარული, ევაკუატორული, სეკრეტორული, ინკრეტორული, წყალ-მარილვანი ბალანსის და მჟავა ტუტოვანი მდგომარეობის რეგულატორული; განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კუჭის მჟავა- და პეპსინწარმომქმნელი, ლორწოს წარმოქმნის მოტორულ-ევაკუაციური ფუნქციები, ასევე, პროსტოგლანდინებისა და გასტროინესინალური ჰორმონის სინთეზი. კუჭი, გარდა მონელების პროცესისა, მონაწილეობს შუალედური ცვლის პროცესებში, სისხლის pH-ის მუდმივობის შენარჩუნებასა და სისხლწარმოქმნის პროცესში. კუჭის წვეწვს გააჩნია ანტიბაქტერიული მოქმედება.

საკვები, რომელიც კუჭში რამდენიმე საათს ყოვნდება (დაყოვნების დრო დამოკიდებულია საკვების გვარობაზე), დიდდება მოცულობაში, გაჯირჯდება, საკვების კომპონენტების დიდი ნაწილი იხსნება და განიცდის ჰიდროლიზს ნერწყვისა და კუჭის წვენის ფერმენტების ზემოქმედების შედეგად. ნერწყვის კარბოჰიდრაზები განაგრობენ ნახშირწყლების დაშლას მხოლოდ ქიმუსის ცენტრში (იმ უბანზე სადაც ვერ მოასწრო შეღწევა კუჭის წვენმა). კუჭის წვენის ზემოქმედების შედეგად ნერწყვის კარბოჰიდრაზები ინაქტივირდება.

კუჭის წვენის ფერმენტები მოქმედებენ საკვებში შემავალ ცი-

ლებზე, ქიმუსის იმ უბანზე, რომელიც უშუალოდ კონტაქტირებს კუჭის ლორწოვან გარსთან ან ოდნავ მოშორებით სიღრმეში, სადაც მოხდა კუჭის წვენის დიფუზია და არ განეიტრალდა საკვების ბუფერული თვისებების გამო. კონტაქტური ზედაპირის ზომები დამოკიდებულია კუჭის წვენის და საკვების რაოდენობაზე და ამ საკვების შემადგენლობაზე. კუჭში არსებული საკვები მასა მთლიანად არ შეერევა კუჭის წვენს. გაჯირკვებისა და ქიმიური დამუშავების შედეგად ის მრე, რომელიც შეხებაში იყო ლორწოვანთან, ნელ-ნელა, ეტაპობრივად, კუჭის პერისტალტიკის ზემოქმედებით, გადაადგილდება ანტრალური ნაწილისაკენ და იქიდან გადადის ნაწლავებში. ამდენად, კუჭში უპირატესად მიმდინარეობს ღრუსმიერი მონელება, რომელიც გრძელდება რამდენიმე საათის განმავლობაში და წამყვანი მნიშვნელობა ენიჭება კუჭის სეკრეტორულ და მოტორულ ფუნქციებს, თუმცა, გრძელდება ნერწყვის მოქმედებაც.

### **3.3.1. კუჭის წვენის შემადგენლობა და თვისებები**

კუჭის წვენი პროდუცირდება კუჭის ჯირკვლებით, რომლებიც განლაგებულნი არიან კუჭის ლორწოვან გარსში. კუჭის თალის მიდამოში, ჯირკვლების შემადგენლობაში შედის გლანდულოციტები, რომლებიც გამოიმუშავებენ და გამოყოფენ მარილმჟავას, და მუკოციტები, რომლებიც გამოყოფენ მუკოიდურ სეკრეტს. იმის გამო, რომ კუჭის ფუნდალური და პილორული ნაწილის ჯირკვლები აგებულებით განსხვავებულია, გამოიმუშავებენ სხვადასხვა შემადგენლობის წვენებს. წამყვანი როლი კუჭში საკვების მონელებაში განეკუთვნება ფუნდალური ჯირკვლების მიერ გამო-მუშავებულ კუჭის წვენს.

დღე-ღამის განმავლობაში კუჭში გამომუშავდება 2,0-2,5ლ. კუჭის წვენი, რომელიც არის უფერო, გამჭვირვალე სითხე. შეიცავს მარილმჟავას (0,3-0,5%), და ამიტომ აქვს მჟავა რეაქცია (pH-1.5-

1.8.). კუჭში არსებული საკვების მჟავიანობა გაცილებით მაღალია, რადგან ფუნდალური ჯირკვლის წვენები, რამდენაღმე ნეიტრალდება საკვებით, ნერწყვით (ასევე, შესაძლებელია, გაანეიტრალოს კუჭში მოხვედრილმა ნაღველმა).

კუჭში გამომუშავებული მარილმჟავა ხასიათდება მუდმივი კონცენტრაციით, მაგრამ კუჭის წვენის მჟავიანობა ვარირებს, რაც განპირობებულია ერთდროულად ფუნქციონირებადი პარიენტალური გლანდულოციტების და ტუტოვანი კომპონენტების რაოდენობრივი ცვლილებით; რაც უფრო სწრაფად გამოიყოფა კუჭის წვენი, მით უფრო ნაკლებად ნეიტრალიზდება და მით მეტი ექნება მჟავიანობა.

ინგლისელმა მეცნიერმა, უილიამ პრაუტმა (XIX საუკუნე), აღმოაჩინა ქლორწყალბადმჟავა (მარილმჟავა) და ივარაუდა, რომ ქლორი კუჭში ხვდება სისხლიდან პოტენციალთა სხვაობის გამო და სისხლის pH მატულობს, როცა კუჭში სინთეზირდება მარილმჟავა. ეს მოსაზრება დღეს უკვე ცალსახად დადასტურებულია.

კუჭის წვენის მარილმჟავა იწვევს ცილის დენატურაციას და ამით ხელს უწყობს მათ შემდგომ დაშლას პეპსინით, ახდენს პეპსინის აქტივაციას, წარმოქმნის მჟავე არეს, რომელიც აუცილებელია, რომ პეპსინმა დამალოს საკვებში შემავალი ცილები, აქვს ანტიბაქტერიული მოქმედება და მონაწილეობს სმტ-ის ფუნქციის რეგულაციაში.

კუჭის წვენის შემადგენლობაში შედის სხვადასხვა არაორგანული ნივთიერებები: ქლორიდები, სულფატები, ნატრიუმის, კალიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის ბიცარბონატები, ამიაკი. კუჭის წვენის ოსმოსური წნევა უფრო მაღალია, ვიდრე სისხლის პლაზმის.

კუჭის წვენის ორგანული კომპონენტები შეიცავენ აზოტმემცველ ნივთიერებებს: შარდოვანა, შარდმჟავა, რძემჟავა, ამინომჟავებსა და პოლიპეპტიდებს; ცილებს, მუკოპროტეიდებს,

მუკოპროტეაზას. ორგანული ნივთიერებები წარმოადგენენ კუჭის ჯირკვლების სეკრეციის და კუჭის ლორწოვანში ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტს, ასევე, ნაწილი ტრანსპორტირდება სისხლიდან. საკვების მონელებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ფერმენტებს.

მჟავე გარემოში პეპსინოგენიდან პოლიპეპტიდის მოწყვეტით ხდება პეპსინოგენების აქტივაცია; ეს უკანასკნელი წარმოადგენს პეპსინის ინჰიბიტორს. პეპსინად მიიჩნევა ფერმენტი, რომელიც ახდენს ცილის ჰიდროლიზს მაქსიმალური სიჩქარით, როცა მჟავიანობა არის pH 1,5-2,0; პეპსინის სხვა ფრაქციები ახდენენ ცილის ჰიდროლიზს ოპტიმალური მჟავიანობის pH 3,2-3,5 პირობებში და იწოდებიან გასტრიქსინებად. კუჭის წვენში პეპსინისა და გასტრიქსინის თანაფარდობა შეადგენს 1:2-დან 1:5-მდე. ეს ფერმენტები განსხვავდებიან იმით, რომ მოქმედებენ სხვადასხვა ცილებზე. პეპსინი ახდენს რძის შეხაჭოებას.

კუჭის წვენის პროტეაზები ცილებს შლიან მსხვილ პოლიპეპტიდებამდე (ამ დროს ძალიან ცოტა ამინომჟავა გამონთავისუფლდება). ეს ფაზა ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგან დენატურირებული ცილა შემდგომში ადვილად იშლება ამინომჟავებამდე პანკრეასის და წვრილი ნაწლავის წვენებში შემავალი პროტეაზების მოქმედებით.

### 3.3.2. კუჭის ლიპოლიზური ფერმენტები

ზრდასრული ადამიანის ლიპოლიზური ფერმენტები არ ხასიათდება მაღალი აქტივობით. ჯირკვლები, რომლებიც განლაგებულია კუჭის მცირე სიმრუდის მიდამოში, გამოიმუშავებს შედარებით მაღალი მჟავიანობის სეკრეტს პეპსინის შემცველობით, ვიდრე კუჭის დიდი სიმრუდის ჯირკვლები.

კუჭის წვენის მნიშვნელოვან კომპონენტს წარმოადგენს მუკოიდები. ლორწო, რომელიც შეიცავს მუკოიდებს, იცავს კუჭის ლორ-

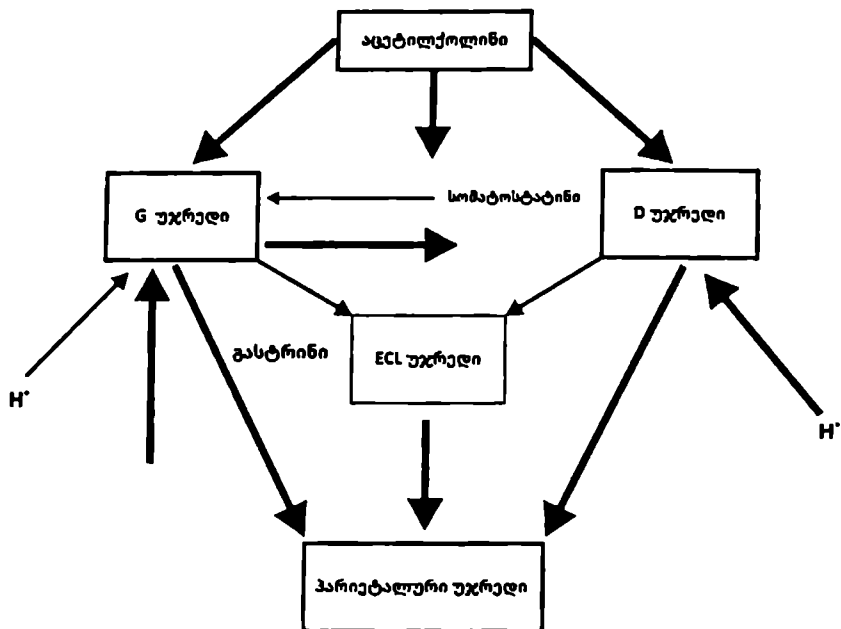
წოვანს მექანიკური და ქიმიური გაღიზიანებისაგან. მუკოიდების რიცხვს მიეკუთვნება გასტრომუკოპროტეიდი.

პილორული ნაწილის ჯირკვლების გამომუშავებული სეკრეტი ხასიათდება მცირე პროტეოლიზური, ლიპოლიზური და ამილო-ლიზური აქტივობით. ამ ფერმენტების ნაწილი გამომუშავდება უშუალოდ პილორული ნაწილის ჯირკვლებში, ნაწილი კი, კუჭში ხვდება სისხლიდან.

პილორული ნაწილის ტუტოვანი სეკრეტი ნაწილობრივ ანეიტრალურს კუჭის მჟავა შიგთავსს, რომელის ევაკუირდება კუჭიდან თორმეტგოჯა ნაწლავში.

### 3.3.3. კუჭის სეკრეციის რეგულაცია

კუჭში საკვების მონელების გარეშე ჯირკვლები გამოიყოფენ მცირე რაოდენობით კუჭის წვენს. საკვების მიღება მნიშვნელოვნად, მკვეთრად ზრდის კუჭში განლაგებული ჯირკვლების მიერ კუმის წვენის გამოყოფას, რაც განპირობებულია კუჭის ჯირკვლების აგზნებით, რომელიც რეგულირდება ნეირო-ჰუმორალური მექანიზმებით. სტიმულატორული და შემაკავებელი რეგულატორული ფაქტორები უზრუნველყოფენ კუჭის წვენის გამოყოფის დამოკიდებულებას საკვების გვარობაზე. საკვების გვარობა განაპირობებს არა მხოლოდ კუჭის წვენის გამოყოფის ხანგრძლივობასა და რაოდენობას, არამედ მის მჟავიანობასა და პეპსინების შემცველობას. მარილმჟავას სეკრეცია რთული პროცესია და მასში მონაწილეობს თავის ტვინის გარკვეული უბნები და ზურგის ტვინი (ცენტრალური რეგულაცია); მისი სეკრეცია ასევე რეგულირდება ენტერალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა მედიატორების ზემოქმედებით კუჭის პარიეტალურ უჯრედებზე (პერიფერიული რეგულაცია).



### აქტივაცია

ECL- ენტეროქრომოფინომსგავსი; G- კნტ-ის ლორწოვანი გარსის ენდოკრინული უჯრედები; (ბ) D – განლაგებულია კუჭში, ნაწლავებში, ლანგეგნგასის უჯრედებში გამოიმუშავებს სომატოსტატინს;



### ინჰიბირება

ენტერალური ნერვული სისტემა: პარიეტალური უჯრედების მიერ მარილმჟავას სეკრეციის რეგულაცია.



## ჰორმონების ზემოქმედება კუჭის ფუნქციურ აქტივობაზე.

| ფუნქცია                  | ჰორმონი                   | მოქმედება                              |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------------------|
| რეგენერაცია              | სტჰ;<br>პროლაქტინი        | სტიმულაცია<br>სტიმულაცია               |
| მარილმჟავას<br>სეკრეციის | აკტჰ;<br>თჰჰ;<br>ინსულინი | სტიმულაცია<br>სტიმულაცია<br>სტიმულაცია |
| ლორწოს წარმოქმნა         | აკტჰ                      | დათრგუნვა                              |

### 3.3.4. საკვების გადასვლა კუჭიდან ნაწლავებში

საკვები კუჭში მონელდება საშუალოდ 8 საათის განმავლობაში, თუმცა, დაყოვნების დრო დამოკიდებულია საკვების გვარობაზე; უპირატესად, ნახშირწყლოვანი საკვების მოხმარებისას დაყოვნების დრო მცირდება, ცილოვანი საკვების დაყოვნებასთან შედარებით; დაყოვნების დრო იზრდება ცხიმოვანი საკვების მოხმარებისას. ცხიმოვანი საკვები კუჭში ყოვნდება დაახლოებით 10 საათის განმავლობაში, ნახშირწყლოვანი - საშუალოდ 6 სთ.

სითხეები ევაკუირდება კუჭიდან ნაწლავებში, კუჭში მოხვედრისთანავე.

ბოლო დრომდე ითვლებოდა, რომ პილორუსის სფინქტერი წარმოადგენდა უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს კუჭიდან საკვების ევაკუაციის დროის განსაზღვრაში; მართლაც, ამ სფინქტერის გაღება უზრუნველყოფს საკვების ევაკუაციას, ხოლო დახურვა - ევაკუაციის შეწყვეტას. დღეისათვის ექსპერიმენტული კვლევებითა და პაციენტებზე დაკვირვებით დადგენილია, რომ საკვების ევაკუაცია დამოკიდებულია არა იმდენად სფინქტერის გაღებაზე, რამდენადაც კუჭის ყველა კუნთის შეკუმშვაზე, განსაკუთრებით პილორუსის კუნთების ძლიერი შეკუმშვაზე. სწორედ ეს უკანას-

კნელი ქმნის წნევის მაღალ გრადიენტს კუჭსა და თორმეტგოჯა ნაწლავს შორის.

ევაკუაციის დროის ცვლილებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს თორმეტგოჯა ნაწლავში წნევა და ამ ნაწლავის პერისტალტიკის აქტივობა. ყველა ჩამოთვლილი ფაქტორი ერთობლივად განაპირობებს კუჭიდან საკვების ევაკუაციის ამა თუ იმ სიჩქარეს, ნეიროჰუმორალური მექანიზმების მეშვეობით. ნეიროჰუმორალური მექანიზმების ზემოქმედებით ევაკუაციის დრო განპირობებულია საკვების კონსისტენციით, ქიმიური შემადგენლობით, pH - ით, კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის შიგთავსის მოცულობით. შედეგად, ეს უზრუნველყოფს წვრილი ნაწლავის გარკვეული ულუფებით ჩატვირთვას.

ევაკუაციის დროის რეგულაციაში წამყვანი მნიშვნელობა ენიჭება რეფლექტორულ მექანიზმებს. საკვების მოქმედება კუჭის მექანორეცეპტორებზე აჩქარებს ევაკუაციას, ხოლო თორმეტგოჯა ნაწლავის რეცეპტორებზე ზემოქმედება, ანელებს. კუჭის შიგთავსის ევაკუაციის შენელებას, ასევე, იწვევს თორმეტგოჯა ნაწლავის ზოგიერთი ნივთიერება (მჟავები, ჰიპერტონული ნივთიერებები: ეთანოლი, გლუკოზა, ცხიმის ჰიდროლიზის პროდუქტები); ევაკუაციის სიჩქარე ასევე დამოკიდებულია კუჭში და წვრილ ნაწლავში ცილის ჰიდროლიზის ხარისხზე.

ევაკუაციის დროის რეგულაციაში მონაწილეობენ გასტროინტესტინალური ჰორმონები. თორმეტგოჯა ნაწლავში კუჭის მჟავე შიგთავსის გადასვლა იწვევს სეკრეტიინის და ქოლეცისტოკინინ-პანკრეოზიმინის გამონთავისუფლებას, რაც ამუხრუჭებს კუჭის მოტორიკას და, შესაბამისად, ევაკუაციას. თუმცა, ახდენენ რა კუჭქვეშა ჯირკვლის წვენისა და ნაღველის გამოყოფას, ზრდიან თორმეტგოჯას შიგთავსის pH-ს, მარილმჟავას ნაწილობრივი განეიტრალებით. ამ პროცესების შედეგად და ქიმუსის გადასვლის შემდეგ თორმეტგოჯა ნაწლავიდან მღივ ნაწლავში, კუჭიდან თო-

რმეტგოჯაში გადმოდის ახალი ულუფა.

ყველა ტიპის გაღიზიანება იწვევს სეკრეციის დასაწყისში დიდი რაოდენობით პეპსინის გამოყოფას, ხოლო დასასრულის-კენ გამოყოფილი პეპსინის რაოდენობა მნიშვნელოვნად მცირდება. კვებითი გამღიზიანებლები, რომლებიც ახდენენ გამოსა-ტულ რეფლექტორულ მოქმედებას, მაგალითად, პური, ახდენენ პეპსინის მაღალი შემცველობის წვენების გამოყოფის სტიმული-რებას, ვიდრე სუსტად გამოსატული რეფლექტორული გაღიზი-ანების გამომწვევი პროდუქტები, მაგალითად, რძე. კუჭის წვენის სეკრეციის შესაბამისობა მიღებულ საკვებთან, უზრუნველყოფს ეფექტურ მონელებას და განპირობებულია ნეირო-ჰუმორალური ფაქტორებით.

### **3.4. საკვების მონელება წვრილ ნაწლავში**

ადამიანის წვრილი ნაწლავი წარმოადგენს სმტ-ის ყველაზე გრძელ ნაწილს, რომლის სიგრძე საშუალოდ შეადგენს 5-6მ და შედგება ორი ნაწილისაგან წვრილი და მსხვილი ნაწლავი. წვრილი ნაწლავი შედგება სამი ნაწილისაგან: თორმეტგოჯა, მღივი და თექოს ნაწლავი. თორმეტგოჯა ნაწლავის სიგრძე საშუ-ალოდ 25-30სმ.-ია. თორმეტგოჯა ნაწლავში იხსნება პანკრეასის (კუჭქვეშა ჯირკვალი) და ნაღვლის ბუშტის სადინარები.

დღის განმავლობაში წვრილ ნაწლავში საშუალოდ 10ლ სი-თხე გაივლის (წყალი, საკვები, ნერწყვი, კუჭის და პანკრეასის წვენი, ნაღველი, ნაწლავის წვენი).

წვრილი ნაწლავების წვენის სეკრეციას ახორციელებენ კრიპ-ტების ფუძესთან განლაგებული ბაზალური უჯრედები, ხოლო საკვები ნივთიერებების აბსორბციას ახორციელებენ აპიკალური უჯრედები. საკვების მიღებებს შორის, წვრილი ნაწლავის სეკრე-ცია აუცილებელია ნაწლავებში წყალ-მარილოვანი წონასწორო-ბის შენარჩუნებისათვის. პარასიმპატიკური ნერვული სისტემა

ახდენს ნაწლავის წვენი სეკრეციის სტიმულაციას, ხოლო სიმპატიკური - ინჰიბიციას. ენტეროციტების ფუნქციურ აქტივობაზე გავლენას ახდენს ნაწლავის ლორწოვანი გარსის ენდოკრინული და პარაკრინული უჯრედების მიერ გამომუშავებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, როგორიცაა სეროტონინი, სომატოსტატინი, VIP და სხვ.

ფუნქციური წონასწორობა სეკრეციასა და აბსორბციას შორის კონტროლირდება მთელი რიგი ფაქტორებით და უზრუნველყოფილია უჯრედშიდა კალციუმით. ნივთიერებები, რომლებიც ახდენენ შეწოვის აქტივაციას - სომატოსტატინი, ნორადრენალინი, ენდოგენური ოპიატები და სხვ. - ამცირებენ უჯრედშიდა კალციუმის დონეს, ხოლო სეროტონინი, ქოლინესტერაზა, ატფ და სხვ. ზრდიან უჯრედშიდა კალციუმის დონეს.

### **3.4.1. წვრილი ნაწლავის სეკრეტორული ფუნქცია**

ნაწლავის წვენი წარმოადგენს წვრილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის პროდუქტს. დუოდენალური ჯირკვლების სეკრეტი წარმოადგენს ბლანტ, უფერო სითხეს სუსტი ტუტე რეაქციით და ხასიათდება სუსტად გამოსატული პროტეოლიზური, ამილოლიზური და ლიპოლიზური აქტივობით. ნაწლავების წვენი შეიცავს სეკრეტებს, წყალში ხსნად ორგანულ და არაორგანულ ნივთიერებებს, რომლებიც ტრანსპორტირდებიან სისხლიდან, ასევე, ნაწლავის ეპითელის დამლილ უჯრედებს. არაორგანული ნივთიერებებიდან ნაწლავის წვენში შედის ქლორი, ნატრიუმის, კალიუმისა და კალციუმის ბიცარბონატები და ფოსფატები; ორგანული ნაერთებიდან - ლორწო, ცილები, ამინომჟავები, მარდოვანა და ცვლის სხვა პროდუქტები; წვენის მყარ ფრაქციაში გვხვდება დაუზიანებელი ეპითელური უჯრედები, მათი ფრაგმენტები.

ფერმენტების უმეტესი ნაწილი სინთეზირდება წვრილი ნაწლავის ლორწოვან გარსში, მაგრამ გარკვეული რაოდენობა ტრან-

სპორტირდება სისხლიდან. ნაწლავის წვენიში 20-ზე მეტი ფერმენტი, რომელიც მონაწილეობს საკვების მონელებაში. ძირითად ფერმენტებს მიეკუთვნება: ენტეროკინაზა, რამდენიმე განსხვავებული პეპტიდაზა, ტუტე ფოსფატაზა, ნუკლეაზა, ლიპაზა, ფოსფოლიპაზა, ამილაზა, ლაქტაზა, საქარაზა. აღნიშნული ფერმენტები ფიქსირებული არიან ხაოიან ეპითელზე და ახორციელებენ კედლისმიერ მონელებას. ნაწლავის წვენის ფერმენტული სპექტრი იცვლება კვების ამა თუ იმ ტიპის რეჟიმის ხანგრძლივი გამოყენებით, გენეტიკური დეფექტების შედეგად, კნტ-ის სხვადასხვა დავადებების დროს და სხვ.

ნაწლავების სეკრეტორულ ფუნქციაში წამყვანი როლი განეკუთვნება ადგილობრივ მექანიზმებს. წვრილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის მექანიკური გაღიზიანება მკვეთრად ზრდის წვენის თხევადი ფრაქციის გამომუშავებას. წვრილი ნაწლავის ქიმიურ სტიმულატორს წარმოადგენს ცილისა და ცხიმის დაშლის პროდუქტები, პანკრეასის წვენი, მარილმჟავა და სხვ. საკვები ნივთიერებების დაშლის პროდუქტების ზემოქმედება წნ-ის ლორწოვან გარსზე უზრუნველყოფს ფერმენტებით მდიდარი სმწ-ის გამომუშავებას.

წვრილ ნაწლავში შეწოვის პროცესში მნიშვნელოვანია ხალების შეკუმშვა, რომლის სტიმულაციასაც იწვევს საკვები ნივთიერებების ჰიდროლიზის პროდუქტები: გლუკოზა, პეპტიდები, ექსტრაქტული ნივთიერებები, ამინომჟავები და სხვ. ასევე, სმს-ის ზოგიერთი ჯირკვლის სეკრეტი, ნაღვლის მჟავები, ჰუმორალური ფაქტორები, მაგალითად ჰორმონი ვილიკინინი, რომელსაც გამოიმუშავებს თორმეტგოჯა და მღივი ნაწლავების ლორწოვანი გარსი.

### **3.4.2. ღრუსმიერი (ღრუს შიდა) და მემბრანული მონელება** საკვები ნივთიერებების ათვისება ხორციელდება სამ ეტაპად:

დრუსმიერი (რლუს შიდა) მონელება, კედლისმიერი მონელება და მეწოვა.

დრუსმიერი მონელება ხორციელდება კუჭიდან გადმოსულ საკვებზე საჭმლის მომნელებელი სეკრეტების პანკრეასული სეკრეტის, ნაღვლის, ნაწლავის წვენის და მათი ფერმენტების ზემოქმედებით. დრუსმიერი მონელების პროცესში ხდება მსხვილმოლეკულური ნივთიერებების ჰიდროლიზი. პეპტიდების ჰიდროლიზი ხორციელდება ტრიფსინის, ქიმოტრიფსინის, კარბოქსიპეპტიდაზისა და ელასტაზის მოქმედებით. ამ ფერმენტების თანმიმდევრული ზემოქმედების შედეგად წარმოიქმნება დაბალმოლეკულური პეპტიდები და მცირე რაოდენობით ამინომჟავები. ნახშირწყლები - გლიკოგენი და სახამებელი ჰიდროლიზირდება პანკრეასული  $\alpha$  - მილაზას ზემოქმედებით, წარმოიქმნება დისაქარიდები და მცირე რაოდენობით გლუკოზა. ცხიმები ნაღვლის არსებობის პირობებში, პანკრეასული ლიპაზას ზემოქმედებით ჰიდროლიზირდება დი- და მონოგლიცერიდებად და გლიცერინად. ოლიგომერების ჰიდროლიზი სრულდება ქობისებურ ეპითელიოციტებში, მიკროხაოებზე და გლიოკალიქსზე ადსორბირებული ფერმენტების მოქმედებით. საბოლოო დაშლის შედეგად წარმოქმნილი მონომერები შეიწოვება სისხლსა და ლიმფაში. დრუსმიერი ჰიდროლიზის პროცესი უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს წვრილი ნაწლავის პროქსიმალურ ნაწილში.

მემბრანული მონელება ხორციელდება ენტეროციტების აპიკალური მემბრანის შიდა ზედაპირზე. ფერმენტები, რომლებიც ამ პროცესში მონაწილეობენ, განლაგებულნი არიან ხაოებზე, ამის გამო, ფერმენტული ჰიდროლიზი ხელმისაწვდომია მხოლოდ ძალიან მცირე ზომის მოლეკულებისათვის. შესაბამისად, ოლიგომერები ამ უბანში ვერ ხვდებიან.

ნახშირწყლების კედლისმიერ ჰიდროლიზში ძირითად მონაწილეობენ შემდეგი ფერმენტები:  $\alpha$ - გლუკოზიდაზები ( ტრეა-

ლაზა, მალტაზა), β-გალაქტოზიდაზები (მაგ. ლაქტაზა) გლუკოამილაზა - γ-ამილაზა, ინვერტაზა და სხვ. ოლიგო- და დიპეპტიდების ჰიდროლიზს ახორციელებს რამდენიმე პეპტიდაზა, ლიპიდებისას - ლიპაზები, ხოლო ფოსფორული ეთერებისას - ტუტე ფოსფატაზა.

ამდენად, მემბრანული მონელება ხორციელდება უშუალოდ ნაწლავის ფერმენტებით, რომლებიც წარმოიქმნებიან ენტეროციტებში და პანკრეასის ფერმენტებით, რომლებიც აბსორბირდებიან ნაწლავის ღრუდან გლიცოკალიქსის სტრუქტურებით.

### **3.4.3. წვრილი ნაწლავის მოტორული ფუნქცია**

წვრილი ნაწლავის მოტორული ფუნქცია განპირობებულია მისი კედლების აგებულების თავისებურებით, კერძოდ: გლუვკუნთოვანი ბოჭკოებით, რომელიც განლაგებულია სამ შრედ - გრძივი და ცირკულარული შრე, კუნთოვანი შრე, რომელიც მოიცავს ხაოებს. წვრილი ნაწლავის შეკუმშვა ხორციელდება გლუვკუნთოვანი უჯრედების გრძივი და განივი ფენების კოორდინირებული შეკუმშვით. გრძივი ფენის შეკუმშვა იწვევს ნაწლავის სითხის გადაადგილებას ნაწლავის ღრუს ცენტრიდან პერიფერიისაკენ, მაგრამ არ მოქმედებს პროპულსურ მოძრაობაზე (ეს მოძრაობა უზრუნველყოფს შეწოვას). ცირკულარული შრის შეკუმშვა, მეტწილად, ხელს უწყობს შიგთავსის გადაადგილებას ნაწლავის გასწვრივ, არსებითად არ მოქმედებს შეწოვაზე. მღივი ნაწლავის მოტორიკა უზრუნველყოფს საკვები ნივთიერებების ეფექტურ აბსორბციას.

განარჩევენ წვრილი ნაწლავის შეკუმშვის რამდენიმე ფორმას: ქანქარასებრი, რითმული სეგმენტაცია, პერისტალტიური და ტონური შეკუმშვები.

ქანქარასებრი შეკუმშვებით მიმდევრულად იცვლება ნაწლავის სიგრძე და დიამეტრი, რაც იწვევს ქიმუსის გადაადგილებას

ხან ერთ, ხან მეორე მხარეს; ამ დროს ხდება ქიმუსის და საჭმლის მომნელებელი წვენების შერევა.

რითმულ სეგმენტაციას უზრუნველყოფს წრიული კუნთების შეკუმშვა, რის შედეგადაც წარმოქმნილი შევიწროებული უბნები ყოფენ ნაწლავს მცირე სეგმენტებად. რითმული სეგმენტაცია იწვევს ქიმუსის „გახეხვას“ და სმწ-თან შერევას.

პერისტალტიკური შეკუმშვა - განპირობებულია გრძივი და წრიული კუნთების ერთდროული შეკუმშვით; ასეთი პერისტალტიკა განაპირობებს ქიმუსის გადაადგილებას ნაწლავის ქვედა ნაწილში.

ტონური შეკუმშვები მიმდინარეობს დაბალი სიჩქარით, არ ვრცელდებათ, შეუძლიათ ნაწლავის სანათურის შევიწროება მოკლე მონაკვეთზე.

წვრილი ნაწლავის მოტორული აქტივობა შენარჩუნდება მანამ, სანამ საკვები კუჭიდან გადადის ნაწლავში. პერისტალტიკური ტალღის აქტივობა და ხანგრძლივობა დამოკიდებულია საკვების დაქუცმაცების ხარისხზე, კალორიულობასა და საკვების გვარობაზე/თვისებებზე.

ნაწლავის შიგთავსის გადაადგილებას აადვილებს მისი ტურბულენტური გადაადგილება და წყლის ცირკულაცია. პროპულსური შეკუმშვების ძირითად მექანიზმს წარმოადგენს დიდი უბნების მომცველი შეკუმშვების წარმოქმნა.

თედოს ნაწლავის დისტალური ნაწილიდან დაწყებული, უკუკავშირი საკვების გადასვლასა და ქიმუსის ტრანსპორტირების სიჩქარეს შორის სუსტდება, ამიტომ, ამ ნაწილში იზრდება ქიმუსში პეპტიდების და ლიპიდების კონცენტრაცია. წვრილ ნაწლავში კაუდალური მიმართულებით მოტორიკა ეწინააღმდეგება მსხვილი ნაწლავიდან მიკროფლორის მოხვედრას და ხელს უწყობს ქიმუსის გადაადგილებას მსხვილ ნაწლავში.

ნაწლავის კონტრაქტური აქტივობის შედეგად შესაძლებელი



ხდება ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნილი ნივთიერებების კონტაქტი გლიცოკალიქსთან და ენტეროციტებთან. გლიცოკალიქსი უზრუნველყოფს ნაწლავის ღრუდან სმფ-ის და ნაწლავში ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნილი ნივთიერებების აბსორბციას; ასევე, გლიცოკალიქსი ასრულებს დამცველობით ფუნქციას - იცავს ენტეროციტებს მექანიკური და ქიმიური ფაქტორების ზემოქმედებისაგან, ახდენს მიკროორგანიზმების ინაქტივაციას, ბოჭავს ანტიგენებს.

ნაწლავის შიგთავსის გადაადგილება ნაწლავში შესაძლებელია მის დისტალურ ნაწილში ორგანული და ფუნქციური წინააღმდეგობის არ არსებობის შემთხვევაში. თუ არსებობს ასეთი წინააღმდეგობა, მიუხედავად ნაწლავის მაღალი მოტორული აქტივობისა, შიგთავსის ევაკუაცია იქნება შეფერხებული.

#### **3.4.4. წვრილ ნაწლავში შეწოვა**

შეწოვა ეწოდება სხვადასხვა ნივთიერებების გადასვლას სისხლსა და ლიმფაში ღრუებიდან ან ღრუ ორგანოების უჯრედიდან, მათი მემბრანებიდან, უჯრედშორისი სივრცეებიდან. უჯრედის მემბრანის განვლადობა განისაზღვრება ტრანსპორტირებადი ნივთიერებების ზომითა და მოლეკულური აგებულებით. განარჩევენ მაკრო- და მიკრომოლეკულების ტრანსპორტს. მაკრომოლეკულების და მათი აგრეგატების ტრანსპორტი ხორციელდება ფაგოციტოზის და პინოციტოზის საშუალებით და ეწოდება ენდოციტოზი. გარკვეული რაოდენობა ნივთიერებისა შესაძლებელია ტრანსპორტირდეს უჯრედშორისი სივრცეებით და ეწოდება პერსორბცია. ეს მექანიზმები ხსნიან ზოგიერთი ნივთიერების, მაგალითად, ზოგიერთი ცილის, სხვა ნივთიერებების და ბაქტერიების გადასვლას ნაწლავის ღრუდან ორგანიზმის შიდა გარემოში. ენდოციტოზთან დაკავშირებულია უჯრედშიდა მონელება.

სმტ-ის ღრუდან ორგანიზმის გარემოში ძირითადად ტრან-

სპორტირდება მიკრომოლეკულები: საკვები ნივთიერებების მონომერები და იონები. ეს ტრანსპორტი იყოფა აქტიურ და პასიურ ტრანსპორტირებად. აქტიური ტრანსპორტი ენერგოდამოკიდებული პროცესია და ხასიათდება გაჯერებით, სპეციფიურობით და ნივთიერებების გადატანის უნარით ელექტროქიმიური და კონცენტრაციული გრადიენტის საწინააღმდეგოდ; ხორციელდება სპეციალური სატრანსპორტო სისტემებით: მობილური და კონფორმაციული გადამტანების და მემბრანის სატრანსპორტო არხებით. აქტიური ტრანსპორტის განხორციელებისათვის საჭირო ენერგიის წყაროს წარმოადგენს  $\text{Na}^+$  - ის ტრანსმემბრანული გრადიენტი, რომელიც წარმოიქმნება ამ იონის  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  - ატფაზის მიერ უჯრედიდან გადმოქაჩვით. ნატრიუმის იონის დაბალი კონცენტრაცია უჯრედში უზრუნველყოფილია ენტეროციტების ბაზალურ პოლუსზე განლაგებული ე.წ. ნატრიუმის ტუმბოთი.

პასიური ტრანსპორტი მოიცავს დიფუზიას, ფილტრაციას და ოსმოსს; ხორციელდება ტრანსპორტირებადი ნივთიერებების კონცენტრაციული, ოსმოსური და ელექტროქიმიური გრადიენტით. დიფუზიის დროს ტრანსპორტირების სიჩქარე პირდაპირ პროპორციულია მემბრანის ორივე მხარეს ნივთიერებათა კონცენტრაციის სხვაობისა. როდესაც სატრანსპორტო სისტემების მეშვეობით ტრანსპორტირებადი ნივთიერების კონცენტრაცია აღწევს გაჯერების გარკვეულ ხარისხს, ტრანსპორტირების სიდიდე იზღუდება. დიფუზიის დროს შეწოვის დამუხრუჭება შესაძლებელია გამოიწვიოს მონათესავე ნივთიერებებმა.

ენდოციტოზის საშუალებით ხდება როგორც დიდმოლეკულური, მაგ. ჰემოგლობინი, ფერიტინი, ქოლესტერინი, კობალამინი და სხვ., ისე დაბალმოლეკული ნივთიერებების შეწოვა.

#### **3.4.4.1 ცილის ჰიდროლიზის პროდუქტების შეწოვა**

ზრდასრული ადამიანის ორგანიზმის მოთხოვნილება ცი-

ლაზე საშუალოდ შეადგენს 0,7-1,0გ/კგ. სხეულის წონაზე. ამ რაოდენობის უზრუნველყოფა ხორციელდება როგორც საკვებით მიღებული ცილებით, ასევე, ორგანიზმის რეუტილიზირებადი ენდოგენური ცილით, რომელიც მოიცავს სმწ-ში შემავალ 10-30გ. ცილას და 25გ. ცილა დესქვამირებული ეპითელიდან. განავალთან ერთად ყოველდღიურად იკარგება არაუმეტეს ცილის 10%-ისა, დანარჩენი ჰიდროლიზირდება და შეიწოვება. სხვადასხვა ამინომჟავის შეწოვა წვრილი ნაწლავის სხვადასხვა უბანზე განსხვავებული სიჩქარით ხდება. სწრაფად შეიწოვება მეთონინი, არგინინი, ლეიციანი, შედარებით ნელა - თიროზინი, ფენილალანინი, მეთიონინი და კიდევ ურო ნელა შეიწოვება გლუტამინის მჟავა, ალანინი, სერინი.

ამინომჟავების უმეტესობა აქტიურად შეიწოვება ეპითელიოციტების აპიკალური მემბრანიდან ზოგიერთი ჯგუფის სპეციფიური გადამტანების საშუალებით. პროცესს თან ახლავს ენერგიის მნიშვნელოვანი ხარჯი, რაც უზრუნველყოფილია ატფ-ით. დიფუზიით შეწოვილი ამინომჟავების რაოდენობა უმნიშვნელოა. ამინომჟავები ეპითელიოციტებიდან უჯრედშორის სითხეში ტრანსპორტირდება შემსუბუქებული დიფუზიის მექანიზმით. უმეტესობა ამინომჟავებისა, რომელიც წარმოიქმნება ცილის და პეპტიდების ჰიდროლიზის პროცესში უფრო სწრაფად შეიწოვება, ვიდრე თავისუფალი ამინომჟავები, რომლებიც პირდაპირ ხვდებიან წვრილ ნაწლავში. სხვადასხვა ამინომჟავების შეწოვას შორის არსებობს რთული ურთიერთდამოკიდებულება, რის გამოც გარკვეულმა ამინომჟავებმა შესაძლებელია დააჩქარონ ან შეანელონ სხვა ამინომჟავების შეწოვა.

ამინომჟავების შეწოვის ინტენსივობა დამოკიდებულია ადამიანის ასაკზე, ორგანიზმის ცილოვანი ცვლის დონეზე, სისხლში თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობის დონეზე, ნერვულ, ჰუმორულ და სხვა ფაქტორებზე.

მეწოვილი და სისხლში გადასული ამინომჟავები კარის ვენის სისტემით ხვდებიან ღვიძლში, სადაც ექვემდებარებიან სხვადასხვა ტიპის გარდაქმნებს. ამინომჟავების მნიშვნელოვანი ნაწილი მოიხმარება ცილების სინთეზისათვის. ამინომჟავები ღვიძლში დუზამინირდებიან, ხოლო ნაწილი ექვემდებარება ფერმენტულ რეამინირებას. სისხლის მიერ მთელ ორგანიზმში გადატანილი ამინომჟავები წარმოადგენენ სხვადასხვა ქსოვილების ცილოვანი სტრუქტურის, ჰორმონების, ფერმენტების, იმუნური უჯრედების, ჰემოგლობინის და სხვ. ცილოვანი წარმოშობის ნივთიერებების საშენ მასალას. ამინომჟავების მცირე ნაწილი გამოიყენება როგორც ენერგიის წყარო.

#### **3.4.4.2. ნახშირწყლების მეწოვა**

ნახშირწყლები უპირატესად შეიწოვება მღივ ნაწლავში მონოსაქარიდების სახით. ყველაზე სწრაფად შეიწოვება ჰექსოზები - გლუკოზა, გალაქტოზა და სხვ., პენტოზები შეიწოვება გაცილებით ნელა.

გლუკოზისა და სხვა მონოსაქარიდების ტრანსპორტი აქტივირდება ნატრიუმის იონის ტრანსპორტირებით, აპიკალური მემბრანის გავლით. გლუკოზა აკუმულირდება ნაწლავის ეპითელიოციტებში. გლუკოზის შემდგომი გადასვლა უჯრედშორის სითხეში და სისხლში ბაზალური და ლატერალური მემბრანების გავლით ხორციელდება პასიურად, გრადიენტის კონცენტრაციით. სხვადასხვა მონოსაქარიდის მეწოვა წვრილი ნაწლავის სხვადასხვა უბანზე სხვადასხვა სიჩქარით ხდება და დამოკიდებულია ნახშირწყლების ჰიდროლიზზე, წარმოქმნილი მონომერების კონცენტრაციაზე, ნაწლავის ეპითელიოციტების სატრანსპორტო სისტემების თავისებურებებზე. ნახშირწყლების მეწოვას წვრილ ნაწლავში აძლიერებს ზოგიერთი ამინომჟავა და მკვეთრად მუხრუჭდება ქსოვილოვანი სუნთქვის ინჰიბიტორების (მაგ. როტე-

ნონი, ანტიმიცინი, ციანიდები, ნახშირჟანგი) მოქმედებით, შესაბამისად, ატფ-ის დეფიციტის დროს. გლუკოზის შეწოვა მლივ ნაწლავში 3-ჯერ აღემატება მის შეწოვას თუძო ნაწლავში. ნახშირწყლების შეწოვაზე, ასევე, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დიეტა და მრავალი გარემო ფაქტორი, რაც მიუთითებს ამ პროცესების რეგულაციის ნეიროჰუმორულ მექანიზმებზე. შეწოვის ინტენსივობა იცვლება თავის ტვინის ქერქის, ქერქვეშა სტრუქტურების, ტვინის ღეროსა და ზურგის ტვინის ზემოქმედებით. პარასიმპათიკური ზემოქმედება აძლიერებს, ხოლო სიმპათიკური, ამუხრუჭებს შეწოვას.

ნახშირწყლების შეწოვის რეგულაციაში, გარდა ნერვული სისტემისა, მონაწილეობენ შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლები. გლუკოზის შეწოვას აძლიერებს თირკმელზედა, ფარისებური, კუჭქვეშა ჯირკვლების და ჰიპოფიზის ჰორმონები; სეროტონინი და აცეტილქოლინი, ასევე, აძლიერებენ ამ პროცესს; რამდენადმე აფერხებს გლუკოზის შეწოვას ჰისტამინი და მნიშვნელოვნად ამუხრუჭებს - სომატოსტატინი. გლუკოზის შეწოვაზე რეგულატორული ზემოქმედება ვლინდება შეწოვის სხვადასხვა მექანიზმებზე და ტრანსპორტზე (ხაოების მოძრაობა, გადამტანების აქტივობა, უჯრედშიდა მეტაბოლიზმი, განვლადობა, ადგილობრივი სისხლის მიმოქცევის დონე და სხვ.) ზოგიერთი ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერების ზემოქმედებით.

შეწოვილი მონოსაქარიდები კარის ვენით ხვდება ღვიძლში, სადაც მნიშვნელოვანი ნაწილი განიცდის გარდაქმნას გლიკოგენად, ნაწილი გადადის სისხლის საერთო მიმოქცევაში და გამოიყენება როგორც ენერგიის წყარო. ნახშირწყლების გარკვეული ნაწილი გარდაიქმნება ტრიგლიცერიდებად და გროვდება ცხიმის დეპოში. გლუკოზის შეწოვის, გლიკოგენის სინთეზის, გლიკოგენის დაშლის და გლუკოზის გამონთავისუფლების და ქსოვილების მიერ გლუკოზის მოხმარების თანაფარდობის რეგულაციის მექა-

ნიშნები, უზრუნველყოფენ სისხლში მოცირკულირე გლუკოზის დონის მუდმივობის შენარჩუნებას.

#### **3.4.4.3. ნაღვლის მჟავების, ლიპიდების (ცხიმების) შეწოვა**

ნაღვლის მჟავები სპეციფიური სტეროიდული ნაერთებია, რომლებიც სინთეზირდებიან ღვიძლში ქოლესტერილისაგან და ახასიათებთ დეტერგენტული (გამსხნელ) მოქმედება. განასხვავებენ პირველად და მეორად ნაღვლოვან მჟავებს. პირველად ნაღვლოვან მჟავებს (პნმ) მიეკუთვნება ქოლინის და ქენოდეოქსიქოლენის მჟავები. ცხიმოვანი, ცხიმის შემცველი პროდუქტების მოხმარების შემდეგ, მჟავები, რომლებიც შედიან ნაღვლის შემადგელობაში, ნაღველთან ერთად ხვდებიან წვრილ ნაწლავში. წვრილი ნაწლავის ქვედა სეგმენტებში პნმ-ზე მიკროფლორის ზემოქმედებით წარმოიქმნება მეორადი ნაღვლოვანი მჟავები - დეოქსიქოლენის, ლითოქოლენის და სხვ. ცხიმოვანი მჟავები ნატრიუმის მარილის ფორმით, ადვილად შეიწოვება და პორტალური სისტემით უკან ბრუნდება ღვიძლში. ნაღვლის მჟავების გარკვეული ნაწილი შესაძლებელია დარჩეს თქმთ ნაწლავში და იქიდან გადავიდეს მსხვილ ნაწლავში. ბაქტერიების ზემოქმედებით ეს ნაღვლოვანი მჟავები დეკონიუგირდება, გარდაიქმნება თავისუფალ და მეორად ნაღვლოვან მჟავებად. მათი გარკვეული ნაწილი მსხვილი ნაწლავიდან ღვიწკის მექანიზმით შეიწოვება და დაახლოებით 5% გამოძევდება განავლოვანი მასებით.

მეორადი ნაღვლოვანი მჟავები აფერხებენ ნატრიუმის ქლორიდის და წყლის შეწოვას, ასტიმულირებენ კალიუმის სეკრეციას და ნაწლავის პროპულსიურ მოტორიკას, რითაც ხელს უწყობენ დიარეის განვითარებას. ნაღვლის მჟავების ენტეროჰეპატურ ცირკულაციას მნიშვნელოვანი ფიზიოლოგიური როლი აკისრიათ, რადგან ეს ცხიმოვანი მჟავები აქტიურად მონაწილეობენ ცხიმების მონელებასა და შეწოვაში; გააჩნიათ რა დეტერგენტული

თვისებები, ნაღვლის ცხიმოვანი მჟავები, ხელს უწყობენ ტრიგლიცერიდების ემულსიად გარდაქმნას; ემულგირებული ტრიგლიცერიდები წარმოადგენენ წყალში უხსნად ნივთიერებებს, რის გამოც აღვილდება პანკრეასული ლიპაზის მიერ მათი დაშლა.

ნაღვლოვანი მარილები განაპირობებენ ცხიმში ხსნადი ვიტამინების შეწოვას.

ცხიმოვანი მჟავები და მონოგლიცერიდები ლორწოვან გარსში შეიწოვება მაქსიმუმ 10წმ. დიამეტრის მიცელების სახით მაშინ, როცა მიცელარული ფაზის მესამე კომპონენტი, ნაღვლის მჟავები, რჩება ნაწლავის ღრუში და მოგვიანებით შეიწოვება თქმ ნაწლავის ქვედა უბნებში. ნაღვლის მჟავების შეუცვლელი ფუნქციაა ცხიმოვანი მჟავებისა და მონოგლიცერიდების გადატანა ნაწლავის ემულსიიდან ლორწოვანი გარსის უჯრედებამდე, სადაც ისინი შეიწოვებიან პასიური დიფუზიით.

ნაღვლის მჟავები იღებენ აქტიურ მონაწილეობას ცხიმის მონელებისა და შეწოვის ყველა ეტაპზე: ემულგირება, ჰიდროლიზური დაშლა, ჰიდროლიზის პროდუქტების წყალში გახსნა, მათი გადატანა ენტეროციტებთან, უჯრედშიდა რეესტერიფიკაციის სტიმულაცია.

კონიუგირებული ნაღვლის მჟავები წარმოადგენენ პოლარულ ლიპიდებს და ეწოდებათ ამფიპათები. ისინი იხსნებიან წყალში და წარმოქმნიან დაბალი კონცენტრაციის ხსნარებს. კონცენტრაციის გარკვეული ზღვარის გადაჭარბება იწვევს ნაღვლოვანი მარილების სპონტანური აგრეგატების, მიცელიების წარმოქმნას.

პანკრეასული ლიპაზის ზემოქმედების შედეგად, ემულგირებული ცხიმები ეტაპობრივად გადადიან მონოგლიცერიდებისა და ცხიმოვანი მჟავების ფორმით მიცელარულ მდგომარეობაში. ცხიმები ძირითადად შეიწოვება წვრილი ნაწლავის ზედა ნაწილში, ამასთან, ცხიმის ქარბი მოხმარების შემთხვევაში, შეწოვა ეფექტურად მიმდინარეობს თქმ ნაწლავშიც. პარასიმპათიკური

ზემოქმედება აძლიერებს, ხოლო სიმპატიკური ანელებს ცხიმის შეწოვას. ცხიმის შეწოვა ძლიერდება თირკმელზედა, ფარისებრი ჯირკვლის და ჰიპოფიზის ჰორმონების, დუოდენალური ჰორმონების - სეკრეტინისა და ქოლეცისტოკინინ-პანკრეოზიმინის მოქმედებით.

### **ცხიმოვანი მჟავების შემდგომი გარდაქმნა და შეწოვა**

ენტეროციტებში, ცხიმოვანი მჟავებისა და მონოგლიცერიდებისგან კვლავ წარმოიქმნება ტრიგლიცერიდები და ხელატიმცრონების სახით ცხიმი ხვდება ლიმფასა და სისხლში. შეწოვილი ცხიმის შემდგომი გარდაქმნა დამოკიდებულია მათში შემავალი ცხიმოვანი მჟავების ჯაჭვის სიგრძეზე.

გრძელჯაჭვიანი ცხიმოვანი მჟავები ლიმფაში გადადიან ტრიგლიცერიდების სახით, ხოლო საშუალოჯაჭვიანი და განსაკუთრებით მოკლეჯაჭვიანები - კარის ვენის სისხლში, თავისუფალი სახით, ხელატიმცრონებისა და ტრიგლიცერიდების წარმოქმნის გარეშე. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ ცხიმის დეპოში შესაძლებელია დაგროვდეს უცხო სახეობისათვის დამახასიათებელი ცხიმი (ანუ საკვებით მიღებული ცხიმი გროვდება პრაქტიკულად შეუცვლელი). აღნიშნული ფაქტი მიანიშნებს წვრილი ნაწლავის მიერ, მოცემული სახეობისათვის დამახასიათებელი ცხიმის რესინთუზირების უნარს გარკვეულ შეზღუდვაზე. დეპონირებული ცხიმი ორგანიზმის მიერ გამოიყენება ენერგეტიკული და პლასტიკური მიზნებით.

### **3.4.4.4. წყლისა და ელექტროლიტების შეწოვა**

საჭმლის მომნელებელი ტრაქტი მნიშვნელოვან მონაწილეობას ღებულობს ორგანიზმის წყალმარილოვან ცვლაში. წყალი სმტ-ში ხვდება საკვებით, სითხეებით, საჭმლის მომნელებელი ჯირკვლების სეკრეტით. ზრდასრული ადამიანის წვრილ ნაწლავში ყოველდღიურად ხვდება 2-2,5ლ. წყალი, 1მოლი ნატრიუმის



ქლორიდი საკვებიდან და წყლიდან და საშუალოდ 6-7ლ. საჭმლის მომნელებელი წვენების შემადგენლობიდან. წყლისა და მარილების შეწოვა ხდება თითქმის მთელს სმტ-ში: კუჭში შეიწოვება დაღუული წყლის 1,5%, წვრილ ნაწლავში - 80%, მსხვილ ნაწლავში - 5%; წყლის ძირითადი ნაწილი გადადის სისხლში, მცირე ნაწილი - ლიმფაში.

კვების ხასიათის მიუხედავად, ნაწლავის შიგთავსის ოსმოსური წნევა უკვე თორმეტგოჯა ნაწლავში იზო- ან ჰიპოტონურია; თედო ნაწლავის დისტალურ ნაწილში კი, ყოველთვის ჰიპოტონურია. ამდენად, წყლისა და  $\text{NaCl}$  - ის (სუფრის მარილი) შეწოვა ყოველთვის ხდება კონცენტრაციის გრადიენტის საწინააღმდეგოდ, ანუ აქტიური ტრანსპორტის საშუალებით.

წყლის, ელექტროლიტების და მრავალი ორგანული ნივთიერებების აბსორბციის მთავარი მექანიზმი ენტეროციტების მემბრანის ბაზოლათერალურ უბნებზე ლოკალიზებული  $\text{Na}^+ \text{K}^+$  - ატფ-აზაა. ეს მექანიზმი მოითხოვს ენერგიის ხარჯვას (ატფ-ის) და ასევე, საჭიროა მაგნიუმის იონების არსებობა იმისათვის, რომ წარიმართოს ცვლის პროცესი - უჯრედიდან გამოვიდეს ნატრიუმის (სამი) იონი და უჯრედში შევიდეს კალიუმის (ორი) იონი. რამდენადაც უჯრედი ჯამურად კარგავს დადებითად დამუხტულ იონებს, უჯრედის ელექტრონული პოტენციალი; არაუჯრედული სითხის პოტენციალთან მიმართებაში, ხდება უარყოფითი.  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  - ატფ-აზა ქმნის ნატრიუმის გრადიენტს, რომელიც ხელს უწყობს ნატრიუმის დაბრუნებას უჯრედში. ამიტომ, მრავალი ნივთიერება ტრანსპორტირდება უჯრედში ნატრიუმთან ერთად. ნივთიერებათა ასეთ ჯგუფს მიეკუთვნება: ამინომჟავები, დი- და ტრიპეპტიდები, გლუკოზა, ნაღვლის მჟავას მარილები; თითოეული ამ ნივთიერებისათვის საჭიროა საკუთარი სატრანსპორტო ცილა. ნატრიუმის იონები აუმჯობესებენ გლუკოზის შეწოვას, თავის მხრივ, გლუკოზა აძლიერებს ნატრიუმის იონების შეწოვას.

წერილ ნაწლავში გლიკოლიზისა და ჟანგვითი პროცესების შედეგად გამონთავისუფლებული ენერგია ზრდის წყლის შეწოვას. წყლის შეწოვა მნიშვნელოვნად ნელდება, თუ საკვების მონელების პროცესში არ მონაწილეობს ნაღველი. ნაწლავებში pH 6,8 პირობებში აღინიშნება  $\text{Na}^+$  და წყლის შეწოვის ყველაზე მაღალი ინტენსივობა, ხოლო pH – 3,0 პირობებში შეწოვა მთლიანად წყდება. წყლის შეწოვის ინტენსივობაზე გავლენას ახდენს ასევე, პირობითრეფლექტორული ზემოქმედება და შინაგანი სეკრეციის ჰორმონები; წყლის, გლუკოზისა და ლიპიდების შეწოვას აძლიერებს თიროქსინი, აკტი - აძლიერებს წყლისა და ქლორიდების შეწოვას, მაგრამ არ მოქმედებს გლუკოზის შეწოვაზე; გასტროინტერსტიციული ჰორმონები, როგორიცაა გასტრინი, სეკრეტინი, ქოლეცისტოკინინ-პანკრეოზიმინი ასუსტებენ წყლის შეწოვას.

ნატრიუმი თითქმის არ შეიწოვება კუჭში; უმნიშვნელო რაოდენობით შეიწოვება მღივ ნაწლავში და ძირითადი ნაწილი შეიწოვება თუძო ნაწლავსა და მსხვილ ნაწლავში; ქლორი შეიწოვება ნატრიუმთან ერთად; გარდა ამისა, ქლორის იონები შეიწოვება კუჭში; კალიუმის იონები შეიწოვება წვრილ ნაწლავში, ელექტროქიმიური გრადიენტით, პასიური ტრანსპორტის მექანიზმით.

ორვალენტიანი იონები სმტ-იდან შეიწოვება ძალიან ნელა; კალციუმი შეიწოვება 50-ჯერ უფრო ნელა, ვიდრე ნატრიუმის იონები, მაგრამ უფრო სწრაფად, ვიდრე  $\text{Fe}^{+2}$ ;  $\text{Zn}^{+2}$  და  $\text{Mn}^{+2}$ . კალციუმის შეწოვა აქტიურდება ნაღველმჟავებით და ვიტამინ D-ს, პანკრეასის წვენების, ნატრიუმის მონაწილეობით. კალციუმის დეფიციტის შემთხვევაში, მისი შეწოვა ძლიერდება და ამამი მონაწილეობენ ჰიპოფიზის, თირკმელზედა ჯირკვლის, ფარისებრი და პარაფარისებრი ჯირკვლების ჰორმონები.

რკინას ორგანიზმი იღებს ცხოველური (ჰემირებული რკინა) და მცენარეული (არაჰემირებული) საკვები პროდუქტით. ჰემირებული რკინის შეწოვა ინტენსიურად ხდება თორმეტგოჯა (დუოდუ-

ნუმში) და მლივ ნაწლავში. არაჰემირებული რკინა ორგანიზმში ხვდება სამვალენტო იონის სახით ( $Fe^{3+}$ ) და უხსნადია წვრილი ნაწლავის ტუტე არეში. კუჭის მჟავას კუჭში სამვალენტო იონის იონი გადაყავს ორვალენტო იონად, რომელიც იხსნება ტუტე გარემოში და ადვილად შეიწოვება. არაჰემირებული რკინის შეწოვა დამოკიდებულია საკვების კომპონენტებზე, რომლებსაც შეუძლიათ რკინის სოლუბილიზირება (გახსნა) (მაგალითად, ვიტამინი C) ან მათთან მდგრადი ნაერთების წარმოქმნა (მაგ. ფოსფატები, მცენარეული ცილები). რკინის შეწოვა თორმეტგოჯა ნაწლავში 7-ჯერ აღემატება მის შეწოვას წვრილი ნაწლავის დისტალურ ნაწილში. რკინა გამოდის უჯრედიდან ხაოების კაპილარულ ქსელში; სიხლში ის უკავშირდება ცილა ტრანსფერინს. რკინის გადასვლა სისხლის პლაზმად რეგულირდება ორგანიზმის მოთხოვნილების მიხედვით ჭარბი რაოდენობა გროვდება ქსოვილებში ფერიტინის სახით.

#### **3.4.4.5. ზოგიერთი წყალში და ცხიმში ხსნადი ვიტამინების შეწოვა**

წვრილ ნაწლავში მოხვედრილ ვიტამინებს ენტეროციტების მემბრანის გადალახვა შეუძლიათ მხოლოდ განსაკუთრებული ფორმით არსებობის შემთხვევაში. შეკავშირებული ფორმები, მაგალითად, რეტინოლ-ეთერი ენტეროციტების მემრანაზე იშლება ნაწლავის ფერმენტების ზემოქმედებით, თავისუფალი ფორმით უერთდებიან გადამტანებს და აქტიურად ტრანსპორტირდებიან უჯრედში. ციტოპლაზმად თავისუფალი ვიტამინები კვლავ განიცდიან რეესტერიფიკაციას და ფოსფოლირირებას. ასევე, შესაძლებელია, ზოგიერთი ვიტამინის სინთეზი, მაგალითად, რეტინოლის სინთეზი  $\beta$ -კაროტინისგან.

ფოლის მჟავას ბიოლოგიურად აქტიური ფორმა ტეტრაჰიდროფოლის მჟავა წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს კომპონენტს დეზოქსირიბინიდან ნუკლეინის მჟავას თიმიდინის სინთეზში.

ფოლის მჟავას დეფიციტი იწვევს მაკროციტარული ანემიის განვითარებას.

ფოლატები, რომელსაც მწვანე ხილი და ბოსტნეული შიცავს, ორგანიზმში ხვდება პტეროილპოლიგლუტამატის სახით; შეიწოვება მლივ ნაწლავში და ჰიდროლიზდება მონომერებად მიკროზომებზე განლაგებული ფერმენტის, კონუგაზას ზემოქმედებით, გადაიტანება უჯრედში სპეციფიური სატრანსპორტო ცილით. ენტეროციტებში პტეროილგლუტამატი განიცდის მეთილირებას, ტოვებს უჯრედს და კარის ვენით გადაიტანება ღვიძლში.

ციანოკობალამინი (ვიტამინი  $B_{12}$ ) წარმოადგენს კოენზიმს ამინომჟავების მეტაბოლიზმისათვის. ბალანსირებული კვების პირობებში, ადამიანი დღის განმავლობაში საკვებით იღებს 5-10მკგ.  $B_{12}$ -ს. გამომდინარე იქიდან, რომ ღვიძლში არის ციანოკობალამინის საკმაო მარაგი, დეფიციტით გამოწვეული ჰიპო-/ავიტამინოზი შესაძლებელია განვითარდეს, თუ არ იქნება საკმარისი რაოდენობით მიღებული ეს ვიტამინი 1-3 წლის განმავლობაში. ვიტამინ  $B_{12}$ -ის რეზორბციისათვის საჭიროა ე.წ. შინაგანი ფაქტორი - მუკოპროტეინი, რომელსაც უკავშირდება, წარმოქმნის სტაბილურ კომპლექსს და შეიწოვება უპირატესად თეძო ნაწლავში. ენტეროციტებიდან გამოსვლის შემდეგ, უკავშირდება  $\beta$ -გლობულინს (ტრანსკობალამინი), გადადის პორტალურ სისტემაში, უკავშირდება  $\alpha$ -გლობულინს. ღვიძლიდან ნაწილობრივ გადადის ნაღვლის შემადგენლობაში, ნაწლავებში და ისევ რეზორბცირდება.

ცხიმში ხსნადი ვიტამინები, რომელთაც მიეკუთვნება A, D, E და K ვიტამინები, ნაწლავებში შეიწოვება დაახლოებით ისევე, როგორც ცხიმები.

ვიტამინ A - ს (რეტინოლი) წყაროს ორგანიზმისათვის წარმოადგენს  $\beta$  - კაროტინი (ასევე რეტინოლური ნივთიერებები), რომელიც პასიური დიფუზიის გზით ხვდება ენტეროციტებში, სადაც იშლება და წარმოიქმნება რეტინოლი.

რეტინოლური ნაერთების შეწოვის მექანიზმი ანალოგიურია

ქოლესტერილის შეწოვის მექანიზმისა; რეტინოლური ნაერთები ჩამენდება ლიპოპროტეინულ ქილომიკრონებში და გადადის ლიმფურ სისტემაში.

ვიტამინი D, რომელიც ორგანიზმში ხვდება საკვებით, აბსორბირდება ენტეროციტების მიერ და ქილომიკრონების სახით გამოდის უჯრედიდან. სისხლში მოხვედრილი ვიტამინი D არა-აქტიურია, სანამ არ მოხდება მისი ჰიდროქსილირება ღვიძლსა და თირკმელში.

ვიტამინ E -ს აქტიურ ფორმას წარმოადგენს  $\alpha$  - ტოკოფეროლი, რომლის ძირითადი წყარო არის ბოსტნეული და პური/პურპროდუქტები. წვრილ ნაწლავში ეთერული ფორმით მოხვედრილი ვიტამინი განიცდის ჰიდროლიზს პანკრეასული ესტერაზას მოქმედებით; აღსორბირდება პასიური დიფუზიის მექანიზმით, უერთდება (ჩამენდება) ქილომიკრონში და ხვდება ლიმფურ სისტემაში.

ვიტამინი K მიიღება მწვანე ბოსტნეულით და ფოთლოვანი ბაღჩეულით, ასევე, სინთეზირდება ნაწლავის მიკროფლორის მიერ. ნაწლავებში აბსორბირდება პასიური დიფუზიის მექანიზმით და ლიმფურ სისტემაში ხვდება ქილომიკრონის ფორმით.

### 3.4.5. წვრილი ნაწლავის ენდოკრინული სისტემა

წვრილი ნაწლავი წარმოადგენს არა მხოლოდ საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის ნაწილს, არამედ მნიშველოვან შინაგანი სეკრეციის ორგანოს. შინაგან სეკრეციას ახორციელებენ APUD - სისტემის ენტეროციტები, რომელიც განლაგებულია ნაწლავის ლორწოვანი გარსის ენდოთელიარულ პლასტებში.

კნტ-ის ფუნქციონირებას აკონტროლებს 20-ზე მეტი ჰორმონი და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება. ზოგიერთი ჰორმონი/პეპტიდი, სინთეზის ლოკაცია და მათი ზემოქმედება მონელების პროცესებზე (იხ. დანართი ცხრილი 1).

ნივთიერებებს შორის, რომლებიც აკონტროლებენ სმს-ის

ფუნქციონირებას, აღსანიშნავია, ვაზოაქტიური ინტერსტინალური პეპტიდი, სუბსტანცია P, ბომბეზინი, ენკეფალინი, ენდორფინი, ნეიროპეპტიდები და სხვა, რომლებიც უშუალო გავლენას ახდენენ მონელების პროცესებზე.

### 3.4.6. ენტერალური გარემო და ჰომეოსტაზი

1940 წ. ვალტერ ბრედფორდ ქენონმა (ამერიკელი ფიზიოლოგი) დაადგინა, რომ ორგანიზმის შინაგანი გარემოს მდგრადობა შენარჩუნებულია მაკორიგირებელი ფიზიოლოგიური მექანიზმებით და შინაგანი გარემოს კონსტანტების ვარირება დამოკიდებულია შინაგანი და გარეგანი ფაქტორების ცვლილებაზე. ქენონმა შინაგანი გარემოს ვარიაბელური წონასწორობის მდგრადობას უწოდა ჰომეოსტაზი. სხვა მეცნიერების მიერ წამოყენებული იქნა მოსაზრება იმის შესახებ, რომ ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ორგანო, რომელიც უზრუნველყოფს ჰომეოსტაზს, არის საჭმლის მომნელებელი სისტემა და დადასტურდა ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში ენტერალური გარემოს როლი.

ენტერალური გარემოს მუდმივობა აქტიური მონელების პერიოდში, რეგულირდება ნუტრიენტების შეწოვის სიჩქარეს და მათი უტილიზაციის და დეპონირების სიჩქარეს შორის წონასწორობის დამყარების გზით, რადგანაც სისხლში მოხვედრილი ნუტრიენტების დეპონირების საშუალება რეგლამენტირებულია, ჰომეოსტაზის შენარჩუნება ხდება ელექტროლიტებისა და საკვები ნივთიერებების შეწოვის სიჩქარის შეზღუდვით.

ბალანსირებული კვების პირობებში, როცა ნუტრიენტებს შორის სწორი თანაფარდობაა, ეს ნივთიერებები ნაწილობრივ შეიწოვება სმტ-ის გასტროდუოდენალურ ნაწილში; ყველა სხვა შემთხვევაში, ნივთიერებათა მასა ქიმუსში იზრდება მით მეტად, რაც ნაკლებია ამ ნივთიერების შემცველობა საკვებში, ანუ ხდება ნუტრიენტების ცვლა, რათა შენარჩუნებული იქნეს ქიმუსის ჰომეო-

სტაზი სისხლის პლაზმის კონცენტრაციის ფარგლებში. რაციონში დიდი რაოდენობით ნახშირწყლების და მცირე რაოდენობით ცხიმისა და წყლის შემცველობის შემთხვევაში, ნახშირწყლების ძირითადი რაოდენობა შეიწოვება; ლიპიდები, წყალი, ნატრიუმი და ქლორი აქტიურად სეკრეტირდება სისხლიდან ენტერალურ გარემოში. კალიუმის, ნატრიუმის, ფოსფორის და აზოტოვანი პროდუქტების სიდიდე და მიმართულება, დამოკიდებულია რაციონში მათ შემცველობაზე და მასში ნუტრიენტების თანაფარდობაზე.

ქიმუსის წყლითა და ენტერალური ნუტრიენტებით შევსების შედეგად, მათი კონცენტრაცია სტაბილიზირდება. ამასთან, ელექტროლიტებისა და ძირითადი ნუტრიენტების კონცენტრაცია უახლოვდება ორგანიზმის შინაგანი გარემოსათვის დამახასიათებელ მაჩვენებლებს. უმეტესი ნივთიერებების კონცენტრაცია მკვეთრად ეცემა ენდოგენური წყლით განზავების ხარჯზე, ხოლო ლიპიდების, ნატრიუმის და ქლორის კონცენტრაცია, მიუხედავად განზავებისა, მნიშვნელოვნად მატულობს გასტროდუოდენალურ ნაწილში მათი ინტენსიური შესვლით.

ქიმუსის შემადგენლობის ფარდობითი მუდმივობა შენარჩუნდება ენდოგენური ნივთიერებების რეცირკულაციით. ენდოგენური ნივთიერებების ინტენსიური გამოყოფის დროს სისხლში ჩნდება მათი კონცენტრაციის შემცირების რისკი. ასეთ შემთხვევაში, უნდა მოხდეს ენდოგენური ნივთიერებების მობილიზება ღებოდან. ერთ-ერთ ასეთ ღებოს წარმოადგენს წვრილი ნაწლავი, რომელშიც ნუტრიენტები ხვდებიან ნაწლავის წვენიდან იმ პერიოდში, როდესაც სისხლში ამ ნივთიერებების კონცენტრაცია აღწევს დასაშვებ ზღვარის მაქსიმუმს. ორგანიზმის ნუტრიენტებით შევსების ასეთი მექანიზმი წარმოადგენს კვებითი ჰომეოსტაზის შენარჩუნების საფუძველს.

### 3.5. მსხვილი ნაწლავი

მსხვილი ნაწლავი ასრულებს რეზერვუარულ და ექსკრეტორულ ფუნქციას, მონაწილეობს წყალ-მარილოვანი ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში. ფუნქციური თვალსაზრისით, მსხვილი ნაწლავი არაერთგავეროვანია. ბრმა და აღმავალ (ასწვრივი, აღმავალი კოლინჯი) ნაწლავში ხდება სითხის, ელექტროლიტების, ვიტამინების შეწოვა, მიკროორგანიზმების მონაწილეობით იმ პეპტიდების უტილიზაცია, რომელიც არ იქნა შეწოვილი წვრილ ნაწლავში. გასწვრივ კოლინჯში, წყლის შეწოვის შედეგად ხდება განავლოვანი მასების გამკვრივება. კოლინჯის მარცხენა ნაკეციდან სიგმოიდური კოლინჯის შუანაწილამდე, მსხვილი ნაწლავი წარმოადგენს რეზერვუარს ფეკალური მასებისათვის. სიგმოიდური ნაწლავის დისტალური ნაწილი, სწორი ნაწლავი, ანალური არხი ახდენენ ფეკალური მასების შეკავებას და გამოძევებას.

მსხვილ ნაწლავში ქიმუსის გადაადგილების დრო საშუალოდ 30-40სთ-ს შეადგენს. ზოგჯერ ეს დრო, შესაძლებელია, 60-70სთ. იყოს. ბრმა ნაწლავში, განივ კოლინჯში, დაღმავალ კოლინჯში ქიმუსი ყოვნდება 18-20სთ., სიგმოიდურ და სწორ ნაწლავში 12სთ. ნაწლავის შიგთავსის გადაადგილების დაჩქარებას იწვევს ისეთი საკვების მიღება, რომელიც შეიცავს მოუნელებად უჯრედის და ბიჭკოს, წვრილი ნაწლავის შიგთავსის სწრაფი პასაჟი, ფიზიკური დატვირთვა, სტრესული მდგომარეობა. ქიმუსის გადაადგილება მსხვილ ნაწლავში ნელდება კუჭის ევაკუაციის მკვეთრად გამოხატული დარღვევების, წვრილი ნაწლავის სტენოზის დროს.

მსხვილ ნაწლავში საკვების მონელება პრაქტიკულად არ ხდება; შეიწოვება მიკროფლორის მიერ პროდუცირებული გლუკოზა, ამინომჟავები, ვიტამინები, 95%-მდე წყალი და ელექტროლიტები. მსხვილი ნაწლავის უხვი მიკროფლორა ახდენს აუთვისებელი ნუტრიენტების უტილიზაციას. ნარჩენი საკვების მიკრობული მეტაბოლიზმის შედეგად წარმოქმნილი ორგანული



მკვავები, ნახშირორჟანგი, მეთანი, გოგირდწყალბადი, ტოქსიკური ნივთიერებები: ფენოლი, ინდოლი, სკატოლი და სხვ. შეიწოვება და მათი შემდგომი გაუვნებელყოფა მოხდება ღვიძლში.

მსხვილი ნაწლავის სეკრეტი იზოტონური, ტუტე რეაქციის მქონეა და თითქმის არ შეიცავს ფერმენტებს. მცირე რაოდენობით გვხვდება საქარაზები, პეპტიდაზა, ამილაზა, ტუტე ფოსფატაზა და ლიზოციმი. ბრმა ნაწლავის მიერ მცირე რაოდენობით გამოშვებული ლორწოთი მდიდარი სითხე, დიდი რაოდენობით შეიცავს IgA - ს და ლიზოციმს.

მსხვილი ნაწლავის ეპითელური უჯრედების აპიკალური მემბრანის განვლადობა ქლორისა და ნატრიუმის იონებისათვის, რომლებიც წარმოიქმნებიან ნაწლავის ღრუში, იზრდება უჯრედშიდა კალციუმის და ციკლური ამფ-ის კონცენტრაციის გაზრდის შედეგად.

მსხვილი ნაწლავის მოტორიკა, სეკრეცია და სისხლმომარაგება, როგორც წესი, ხდება ერთი მიმართულებით. სიმპათიკური ბოჭკოების გაღიზიანება ამუხრუჭებს ნაწლავის მოტორიკას, იწვევს სისხლძარღვების სპაზმს და ამავდროულად, თრგუნავს ლორწოს სეკრეციას. ნივთიერებები, რომლებიც იწვევენ ნაწლავის ლორწოვანის გაღიზიანებას ან მექანიკური ფაქტორის ზემოქმედებას, იწვევს სეკრეციის გაძლიერებას, რომელიც ხდება ინერვაციისაგან დამოუკიდებლად.

### **3.5.1. აბსორბცია მსხვილ ნაწლავში**

ყოველდღიურად კოლინჯში ხვდება საშუალოდ 1.5-2ლ. სითხე. მსხვილ ნაწლავში ხდება ნატრიუმის და ქლორის იონების შეწოვა; წყლისა და ელექტროლიტების რაოდენობა, რომელიც ყოველდღიურად ხვდება და აბსორბირდება მსხვილ ნაწლავში (იხ. დანართი ცხრილი 2).

მსხვილი ნაწლავის სხვადასხვა უბნის ლორწოვანი გარსიდან

ზემოთ ჩამოთვლი ნივთიერებები, ერთნაირი რაოდენობით არ აბსორბირდება. სხვადასხვა უბანში აბსორბციისა და ელექტრონული პოტენციალის განსხვავებულობა უზრუნველყოფს წყლისა და ელექტროლიტების ბალანსს. კალციუმის არხების ბლოკირება ახდენს თქმ და მსხვილ ნაწლავში წყლის აბსორბციის სტიმულირებას. მსხვილ ნაწლავში წყლის შეწოვა ხორციელდება პასიური შეწოვის მექანიზმით, რომელიც რეგულირდება ოსმოსური და ჰიდროსტატიკური წნევით.

მსხვილ ნაწლავში ელექტროლიტების ინტენსიური შეწოვა, ხელს უწყობს იონების კონცენტრაციის მაღალი გრადიენტის შენარჩუნებას ნაწლავის შიგთავსსა და სისხლის პლაზმას შორის. ელექტროლიტების აქტიური ტრანსპორტი ინარჩუნებს პოტენციალის მნიშვნელოვან სხვაობას ლორწოვანი გარსის ზედაპირსა და ინტერსტიციალურ სითხეს შორის. ნატრიუმის აბსორბცია ნაწლავის დრუდან პლაზმაში ხორციელდება კონცენტრაციული და ელექტრული გრადიენტის საწინააღმდეგოდ. ნატრიუმის აქტიური ტრანსპორტი, შესაძლებელია, ნაწლავის ლორწოვანი გარსის ბაზალური მემბრანის ნატრი-კალი-ატფ-აზას დახმარებით. ნატრიუმის აქტიური ტრანსპორტი ხორციელდება ეპითელური უჯრედების მეშვეობით, თუმცა, შესაძლებელია, ნატრიუმის პასიური ტრანსპორტიც, ნატრიუმის მიერ უჯრედშორისი სივრცის და უჯრედშორისი ნაერთების გავლით, ოსმოსური კონცენტრაციული და ელექტრული გრადიენტის შესაბამისად.

კალიუმის შემცველობა ნაწლავში მნიშვნელოვნად აღემატება მის შემცველობას განავალში, რაც უზრუნველყოფს ელექტრონული პოტენციალის სხვაობას. თხევად ფეკალში კალიუმის შემცველობის ზრდა განპირობებულია ნაწლავის შიგთავსის მოცულობის შემცირებით, წყლის შეწოვის და ნაწლავში ლორწოსთან და დესქვამირებულ ეპითელთან კალიუმის გადასვლის ხარჯზე, ლორწოვანი გარსის ფენებს შორის ელექტრონული პო-

ტენციალის მნიშვნელოვანი სხვაობის გამო. კალიუმის აქტიური სეკრეცია უკავშირდება ნატრი-კალიუმის ცვლას. ექსპერიმენტულად დადასტურებულია კალიუმის სეკრეციის დამოკიდებულება ორგანიზმში ელექტროლიტების შემცველობაზე. მიუხედავად თხევად ფეკალურ მასებში კალციის დიდი შემცველობისა, მისი დღეღამური ექსკრეცია შეადგენს 8-10 მმოლ/ლ -ს.

ქლორიდების შეწოვა ხდება ქიმიური კონცენტრაციის გრადიენტის საწინააღმდეგოდ, მაგრამ ელექტრული გრადიენტის შესაბამისად. ნაწლავის ლორწოვანი გარსის შიგნითა ზედაპირის და ინტერსტინალურ სითხეს შორის პოტენციალის სხვაობა, ხელს უწყობს პაციურ აბსორბციას; ამასთან, ექსპერიმენტულად დადასტურებულია ქლორიდების აქტიური აბსორბციაც. თხევად ფეკალში ქლორიდების კონცენტრაცია 5-ჯერ ნაკლებია მათ კონცენტრაციაზე სისხლის პლაზმაში. მიუხედავად ამისა, ქლორიდების დაბალი შემცველობის შემთხვევაშიც კი, აბსორბცია გრძელდება.

ნაწლავის ღრუში ბიკარბონატები რეაქციაში შედიან ორგანულ მჟავებთან, რომელთა შემცველობა დამოკიდებულია ნაწლავის მიკროფლორის შემადგენლობასა და საკვებიდან შეუთვისებელი ნახშირწყლების წილზე. ბიკარბონატები, რომლებიც წარმოიქმნებიან ნაწლავებში, აქვე გროვდებიან ნატრიუმის შეწოვის პერიოდში; ქლორიდების არ არსებობის შემთხვევაში, მათი შემცველობა მცირდება. ამდენად, ქლორიდების ათვისება ხდება ბაქტერიების მიერ ამინური ცვლის შედეგად.

მსხვილ ნაწლავში არ არის შაქრებისა და ამინომჟავების შეწოვისათვის სფეციალური სატრანსპორტო სისტემები. მსხვილ ნაწლავში მოხვედრილი აუთვისებელი ნახშირწყლები, მსხვილი ნაწლავის მიკროფლორის ზემოქმედების შედეგად გადაიქცევიან აქროლად ცხიმოვან მჟავებად, რომელთა ნაწილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის გავლით ხვდება სისხლში, ხოლო დანარჩენი, კოლონოციტების მიერ გამოიყენება ენერგეტიკულ

სუბსტრატად. მოკლეჯაჭვიანი ცხიმოვანი მჟავები ენერგეტიკულ სუბსტრატად შეიძლება გამოყენებული იქნას მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ენერგიის სხვა წყარო არ იარსებებს. ნახშირწყლების მიკრობული ფერმენტაცია აქროლადი ცხიმოვანი მჟავების წარმოქმნით, მიმდინარეობს ზომიერი ჰიპოქსიის და კოლინჯში შიგთავსის შეფერხების პირობებში. ცხიმოვანი მჟავების აბსორბცია ხორციელდება პასიური დიფუზიით ელექტროქიმიური გრადიენტის მიხედვით; ამასთან, აბსორბციის სიჩქარე დამოკიდებულია ცხიმოვანი მჟავას მოლეკულის ზომასა და ხსნადობაზე. მსხვილ ნაწლავში მოხვედრილი აუთვისებელი ცილები გამოიყენება მიკროფლორის მიერ. ზოგიერთი ცილა იშლება ამიაკად, რომელიც შემდგომში შეიწოვება. წვრილ ნაწლავში მოუნელებელი და აუთვისებელი ცილების უმეტესობა მსხვილ ნაწლავში იშლება ტოქსიური მეტაბოლიტების წარმოქმნით, როგორიცაა: პროტეინოგენური ამინები, ინდოლი, ფენოლი, სკოტოლი, კრეზოლი და სხვ. ამ ნივთიერებათა ნაწილი გამოიყოფა ფეკალთან ერთად, ნაწილი გადადის სისხლში და გამოიყოფა შარდით, ხოლო ზოგიერთი - ღვიძლში ერთვება კონუგაციის რეაქციაში გლიკურონის და გოგირდის მჟავასთან და შემდგომ გამოიყოფა შარდით. კალუმის მარილის, ინდოქსისულფატის გამოყოფა პროპორციულია ნაწლავში ღვობითი პროცესების და ღვიძლის გაუვნებელყოფის სიჩქარისა. ღვობის პროდუქტების გაუვნებელყოფა ნაწილობრივ ხდება ენტეროციტებში ციტოქრომ P450 -ის მონაწილეობით.

ნაწლავის ბაქტერიული ფლორა შლის არა მხოლოდ ქიმუსში არსებულ, არამედ სისხლიდან გადმოსულ ნივთიერებებსაც, მაგალითად, კრეატინინს და შარდოვანას.

ჭარბი შარდოვანა ექსკეტირდება ნაწლავში და ბაქტერიის ურეაზას მოქმედებით, იშლება ამიაკამდე.

### 3.5.2. მსხვილი ნაწლავის მოტორული ფუნქცია

მსხვილი ნაწლავის მოტორული ფუნქცია ხასიათდება ნაწლავის კედლის შეკუმშვითი აქტივობით, ღრუსმიდა წნევით და ევაკუატორული ფუნქციით. მსხვილ ნაწლავში ვითარდება შემდეგი ტიპის შეკუმშვები:

**არაპროქსიმალური მოძრაობა** - ცირკულარული კუნთების ბოჭკოების ხშირი, ლოკალური შეკუმშვა, რაც იწვევს ნაწლავის დიამეტრის შემცირებას და ნაწლავის შიგნით წევის მატებას; ეს უზრუნველყოფს შიგთავსის გადაადგილებას.

**პროქსიმალური მოძრაობები** - იშვიათი, ძლიერი, კარგად კოორდინირებული შეკუმშვები; უზრუნველყოფს შიგთავსის გადაადგილებას დისტალური ნაწილისკენ. პროქსიმალური მოძრაობები ძლიერდება საკვების მიღებით და ფიზიკური აქტივობით. დღე-ღამის განმავლობაში, 3-4-ჯერ წარმოიქმნება სპეციფიური შეკუმშვები, რომლებიც მოიცავენ მთლიანად მსხვილ ნაწლავს და უზრუნველყოფს ნაწლავის შიგთავსის გადაადგილებას რექტოსიგმოიდური ნაწილისაკენ. პერისტალტიკის დროს, ფეკალური მასების გადაადგილებას წინ უსწრებს ნაწლავის დისტალური სეგმენტის გაჭიმვა და მოდუნება.

**ტონური შეკუმშვები** - არეგულირებენ ნაწლავის სანათურს და უჯრედშიდა ჰიდროსტატიურ წნევას;

**ანტიპერისტალტიური შეკუმშვები** ვრცელდება პროქსიმალური და დისტალური მიმართულებით, მაგრამ არ მოიცავს მთელ ნაწლავს; ხელს უწყობს შიგთავსის შერევას და შესქელებას.

მსხვილი ნაწლავის მოტორიკის კოორდინაცია ხორციელდება მიოელექტრული აქტივობით. „მშვიერი პერისტალტიკა“ მსხვილ ნაწლავში გრძელდება 10-15 წუთის განმავლობაში საკვების მიღების შემდეგ. საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის ნებისმიერი ნაწილის კედლის ინტრამურალური რეცეპტორების ინტენსიური გაღიზიანება, იწვევს მთლიანად კნტ-ის მოტორიკის შეფერხებას.

ნაწლავის პერისტალტიკის გაძლიერებას, რომელიც გამოწვეულია საკვების მიღებით, ეწოდება „გასტროცეკალური რეფლექსი“. საკვების მიღების შემდეგ, დაახლოებით ყოველ 10-წთში ხდება ნაწლავის აქტივობის გაძლიერება, რასაც თან ახლავს ინტენსიური მოტორიკა, სეკრეციის გაძლიერება და ნაწლავის ლორწოვანი გარსის ჰიპერემია. მიუხედავად იმისა, რომ გასტროცეკალურ რეფლექსს თან ახლავს გასტროილეალური რეფლექსი, ქიმუსის გადასვლა მსხვილ ნაწლავში არ არის აუცილებელი მისი აგზნებისათვის.

გასტროცეკალური რეფლექსი ვითარდება მოცულობითი საკვების მიღების ყოველ ჯერზე. კოლინჯის პერისტალტიკური ტალღები აღწევენ სწორ ნაწლავამდე. სწორი ნაწლავის გავსება ფეკალით იწვევს მისი კედლების გაჭიმვას და დეფეკაციის მოთხოვნილების შეგრძნებას.

მსხვილი ნაწლავის პროქსიმალურ ნაწილს გააჩნია რეცეპტიული რელაქსაციის უნარი. ნაწლავი იღებს მიღებული ქიმუსის ფორმასა და მოცულობას, რაც საშუალებას იძლევა, ქიმუსი ადვილად გადაადგილდეს და შეიწოვოს წყალი და ელექტროლიტები. სითხეები მყარ ნაწილთან შედარებით ნაწლავში გაცილებით აქტიურად გადაადგილდება. დისტალურ ნაწილში, სადაც უპირატესად პროპულსური პერისტალტიკაა გამოხატული, განავლოვანი მასები გადაადგილდება გარკვეული ულუფებით, სწორი ნაწლავის მიმართულებით.

### **3.5.3. დეფეკაციის აქტი**

დეფეკაცია რთულრეფლექტორული აქტია, რომლის დროსაც მუცლის ფარის კუნთების, ღიაფრაგმის, შუასაყარის, სწორი ნაწლავის კუნთების ერთდოული და შეთანხმებული შეკუმშვის და ყითას შიგნითა და გარეთა სფინქტერის მოდუნების შედეგად, ორგანიზმიდან გამოძევდება ფეკალური მასები და აირები. თუ არ

არის დეფეკაციის აქტი, სფინქტერები ტონური შეკუმშვის მდგომარეობაშია. დეფეკაციის უზრუნველყოფა ხდება მუცლის ღრუში წნევის მომატებით, ჭინთვებისას მუცლის ფარის კუნთების შეკუმშვის და ღიაფრაგმის დაწევის შედეგად. დეფეკაციის აქტის დასრულების შემდეგ, სწრაფად იზრდება გარეთა სფინქტერის და მენჯის კუნთების აქტივობა; შედეგად, მენჯის ღრუს კუნთები იწვევს და ანორექტალური კუთხე აღდგება.

დეფეკაციას თან ახლავს მთელი რიგი ცვლილებები გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემის მხრივ. ნაწლავის დაცლა ხდება სწორი ნაწლავის რეცეპტორების, ფეკალური მასებით გაღიზიანების შედეგად. დეფეკაციის მოთხოვნილება დგება, როდესაც სწორ ნაწლავში წნევა მატულობს 40-50 მმ.ვწყ.სვ. -მდე.

დეფეკაციის რეფლექტორული რკალი იკვრება ზურგის ტვინის წელ-გავის ნაწილში და უზრუნველყოფს უნებლიე დეფეკაციას. დეფეკაციის ნებელობითი აქტი ხორციელდება მოგრძო ტვინის ცენტრების, ჰიპოთალამუსის და ქერქის მონაწილეობით. სიმპატიკური ზემოქმედება ზრდის სფინქტერის ტონუსს და აფერხებს ნაწლავის მოტორიკას; პარასიმპატიკური ნერვები ამცირებს სფინქტერის ტონუსს და აძლიერებს სწორი ნაწლავის მოტორიკას.

დეფეკაციის განხორციელებისათვის მუდმივად არახელსაყრელი პირობების შემთხვევაში, გარეთა სფინქტერის ნებელობითი შეკუმშვა იწვევს ანორექტალური კუთხის გაზრდას და ფეკალური მასები ბრუნდება სწორი ნაწლავის ამჟღავნებაში. დეფეკაციის რეგულარულმა შეკავებამ, შესაძლებელია, გამოიწვიოს მომატებული ინტარარექტალური წნევის მიმართ მექანორეცეპტორების ადაპტირება; შედეგად, დეფეკაციური რეფლექსი და შესაბამისად, დეფეკაციის მოთხოვნა დადგება გაცილებით მაღალი ინტარარექტალური წნევის შემთხვევაში. ეს მდგომარეობა ხსნის ყაბზობის განვითარების მექანიზმს.

### 3.6. ნაწლავის მიკროფლორა: შემაღვენლობა და

#### ფუნქციები

მსხვილი ნაწლავის მიკროფლორა დამოკიდებულია რამდენიმე ფაქტორზე, კერძოდ: შეწოვის პროცესებზე, სეკრეციასა და ნაწლავის მოტორიკაზე. ადამიანის მიკროფლორა მრავალფეროვანია; წარმოდგენილია დაახლოებით მიკრობთა 400-500 სახეობით, ხოლო მათი საერთო რაოდენობა ჯანმრთელ ნაწლავში  $10^{14}$  - ია. ნაწლავის დისტალური მიმართულებით მიკრობთა რაოდენობა იზრდება, ხოლო მსხვილ ნაწლავში 1გ. ფეკალში  $10^{11}$  - ია. მღივ ნაწლავში ბაქტერიების რაოდენობა არ აღემატება  $10^4$  -<sup>5</sup> 1მლ ნაწლავის ქიმუსში და ძირითადად წარმოდგენილია სტრეპტო - და სტაფილოკოკით, რძემჟავა ჩხირებით, სხვა გრამდადებითი აერობული ბაქტერიებითა და სოკოებით. თეძო ნაწლავში ბაქტერიების რაოდენობა მატულობს  $10^7$  -<sup>8</sup> -მდე 1მლ ნაწლავის ქიმუსში, რაც განპირობებულია იმით, რომ აქ, გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა, გვხვდება ენტეროკოკები, ნაწლავის ჩხირი, ბაქტერიოიდები და ანაერობული ფლორა. ნაწლავის სანათურში გვხვდება სწრაფად გამრავლებადი კლოსტრიდიები და ლაქტობაცილები.

მიკროფლორის შემაღვენლობა და მათი ფუნქციური აქტივობა დამოკიდებულია კვების ხასიათზე, ნაწლავის შიგთავსის ევაკუაციის დროზე, ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე, მედიკამენტების მიღებაზე და სხვ. მაგალითისთვის, რაციონში ცილის ჩანაცვლება ამინომჟავებით იწვევს ბიფიდობაქტერიების რაოდენობის შემცირებას.

მსხვილი ნაწლავის მიკროფლორა იყოფა სამ ჯგუფად: მთავარ, ანუ რეზიდენტულ, თანმხლებ და ნარჩენ ფლორად.

რეზიდენტული მიკროფლორა შეადგენს კნტ-ის ფლორის 90%-ს, ძირითადად ლოკალიზებულია მსხვილ ნაწლავში და ძირითადად წარმოდგენილია ანაერობული მიკროორგანიზმებით,



როგორიცაა მაგ. ბიფიდობაქტერიები, ბაქტეროიდები და სხვ.

თანმხლები მიკროფლორა შეადგენს კნტ-ის ფლორის 8-10%-ს და ძირითადად, წარმოდგენილია ენტერობაქტერიებისა და ლაქტობაცილებით (ენტეროკოკი, ეშერიხია, ლაქტობაქტერია).

ნარჩენ ფლორას, ძირითადად, მიეკუთვნებიან პირობით პათოგენური ბაქტერიები, როგორიცაა მაგალითად: პროტეა, კლებსიელა, ციტრობაქტერიები და სხვ. პირობით პათოგენური მიკრობები, ძირითადად, ლოკალიზებული არიან მსხვილ ნაწლავში და ჯანმრთელ ორგანიზმში შეადგევენ საერთო ფლორის 0,6%-ს; თუმცა, უმეტესობა ადამიანებს ნარჩენი ფლორა არ უვლინდებათ.

ნაწლავის ნორმალური მიკროფლორა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ადამიანის დაცვით სისტემაში და შინაგანი გარემოს მუდმივობის შენარჩუნებაში. ჯანმრთელი ადამიანის მიკროფლორის შემადგენლობა მეტ-ნაკლებად სტაბილურია, რაც რეგულირდება ერთი მხრივ ბიოცენოზში შემავალ მიკროორგანიზმებს შორის რთული სინერგისტული და ანტაგონისტური დამოკიდებულებებით, მეორე მხრივ - მაკროორგანიზმის ფიზიოლოგიური ფაქტორებით (მექანიკური - ნაწლავის პერისტალტიკა, ეპითელიუმის მუკოპროტეინებით დაფარვა, კნტ-ის ეპითელიის მუდმივი განახლება; ქიმიური - ნაღვლოვანი მჟავები, პეპსინი, ტრიფსინი, მარილმჟავა; იმუნიტეტის სპეციფიური - GALT და არასპეციფიური ფაქტორები - ინტერფერონი, ლიზოციმი, ლაქტოფერინი).

ნორმალური მიკროფლორა ასრულებს ადამიანის ორგანიზმისათვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან ფუნქციებს; პირველ ყოვლისა ეს არის არასპეციფიური დაცვა ნაწლავური ინფექციების გამომწვევებისაგან, მონაწილეობს ანტისხეულების გამომუშავებაში, ახდენენ ზოგიერთი ვიტამინის სინთეზს, მაგ.: C, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, PP, K, ანტოტენის მჟავა; ასევე, მონაწილეობს მონელების პროცესში: შლიან ცელულოზას, ახდენენ ცილების, ცხიმებისა და მაღალმოლეკულური ნახშირწყლების დაშლას, მონაწილეობს

ცილის დამლის პროდუქტების, როგორიცაა ფენოლი, ინდოლი, სკატოლი წარმოქმნაში, ხელს უწყობს რცინის და კალციუმის შეწოვას, ახდენს ენტეროკინაზის და ტუტეფოსფატაზას ინაქტივაციას და ნაწლავის პერისტალტიკის ნორმალიზაციას.

მსხვილი ნაწლავის მიკროფლორის უმეტესობა, ბიფიდობაქტერიები, აციდოფილური ჩხირები, ეშერიხია კოლი, ენტეროკოკი, ხასიათდება გამოხატული ანტაგონისტური თვისებებით როგორც პათოგენური (დაავადების გამომწვევი), ისე არაპათოგენური, მაგრამ ადამიანის ნაწლავური ფლორისათვის არაღამახასიათებელი ფლორის მიმართ.

მსხვილი ნაწლავის მიკროფლორა მონაწილეობს იმუნიტეტის ჩამოყალიბებაში, ახდენს ცხიმოვანი მჟავების დამლას, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ქოლესტერინისა და ნაღვლის მჟავების მეტაბოლიზმის ბოლო ეტაპზე; გარდაქმნის ქოლესტერინს აუთვისებად სტერინად - კოპროსტალონად. ჯანმრთელი ადამიანის ორგანიზმში ნაღვლოვანი მჟავების დაახლოებით 80-85% რეაბსორბირდება, ხოლო დანარჩენი, ბაქტერიული მეტაბოლიტების სახით, გამოძევდება ფეკალურ მასებთან ერთად; მსხვილი ნაწლავის შიგთავსში ამ მეტაბოლიტების არსებობა ამუხრუჭებს წყლის შეწოვას, რითაც იცავს ფეკალური მასების ჭარბ ჰიპოჰიდრატაციას და ხელს უწყობს ნორმალური ფეკალური მასების ჩამოყალიბებას.

ბილირუბინის გარდაქმნას სერკობილინად და ურობილინად ახდენს ნაწლავის დისტალური ნაწილის მიკროფლორა. პათოლოგიური მდგომარეობების დროს, როდესაც ხდება წვრილი ნაწლავის ზედა ნაწილში მიკროორგანიზმების გამრავლება ან მსხვილ ნაწლავში ჭარბი რაოდენობით ნაღვლოვანი მჟავების მოხვედრა, მიკროფლორის ფერმენტატიული აქტივობა ხდება ერთ-ერთი მთავარი პათოგენეზური მექანიზმი წვრილ ნაწლავში შეწოვის დარღვევასა და დიარეის განვითარებაში.

ნორმალური მიკროფლორა ხელს უწყობს მაკროფაგალურ-ჰისტოციტარული სისტემის მომწივებას, გავლენას ახდენს ნაწლავის ლორწოვანი გარსის ფორმირებაზე და შეწოვის ფუნქციაზე. ბიფიდობაქტერიების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი თვისებაა კანცეროგენუზის ხარისხის მნიშვნელოვანი შემცირება.

ნორმალური მიკროფლორის ფუნქციებიდან უნდა გამოვყოთ რამდენიმე მთავარი ფუნქცია: დაცვითი, საჭმლის მონელებაში მონაწილეობა, ვიტამინებისა და ფერმენტების სინთეზი, კნტ-ის მოტორიკის რეგულაცია, კნტ-ის ბიოქიმიური გარემოს მუდმივობის შენარჩუნება. დადებითი ზემოქმედების გარდა, მიკროფლორამ შეიძლება ნეგატიური გავლენაც იქონიოს: გარკვეულ პირობებში, შესაძლებელია, იყოს ინფექციის სენსიბილიზაციის გამომწვევი, ახასიათებს მუტაგენური აქტივობა, წარმოადგენს პლაზმიდების ბანკს; ეშერიხია, ციტრობაქტერიები, კლებსიელები ხასიათდებიან მაღალი ანტილიზოციმური აქტივობით; ნორმალური მიკროფლორის შემადგენლობაში შემავალი ყველა მიკროორგანიზმი ხასიათდება მაღალი ანტიინკომპლემენტარული აქტივობით. ყველა აღწერილი უარყოფითი ზემოქმედება გამოვლინდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დაირღვევა მიკროფლორის შემადგენლობის წონასწორობა. ამიტომ, მნიშვნელოვანია, მთელი ცხოვრების მანძილზე შენარჩუნებული იქნას ნაწლავის მიკროფლორის სწორი შემადგენლობა.

ხანგრძლივი ჰიპოკინეზია მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნაწლავის მიკროფლორის შემადგენლობაზე და ნაწლავში მიმდინარე ლპობისა და დუდილის პროცესებზე; ამასთან, პრაქტიკულად ჯანმრთელი ადამიანის ნაწლავებში იზრდება აერობული მიკროფლორის რაოდენობა, ტოქსიური მეტაბოლიტების რაოდენობა, მათი, განსაკუთრებით მეთანის გამოყოფა ორგანიზმიდან. ეს ფაქტორი წარმოადგენს წყალბადის ტესტის შექმნის საფუძველს - ამოსუნთქულ ჰაერში წყალბადის რაოდენობის განსაზღვრა. ეს

ტესტი წარმატებით გამოიყენება ქარბი ბაქტერიული ზრდის სინდრომის და წვრილი ნაწლავის პასაჟის დროის დიაგნოსტიკაში.

ნაწლავებში წარმოქმნილი ტოქსიკური ნივთიერებები შეიწოვება და იწვევს ღვიძლის ინტოქსიკაციურ დატვირთვას. ღვიძლის ინტოქსიკაციური დატვირთვა აღინიშნება ყაბზობის, ქარბი ბაქტერიული ზრდის სინდრომის, არაბალანსირებული კვების, განსაკუთრებით, სახამებლის ქარბი მოხმარების დროს.

ქარბი ბაქტერიული ზრდის კლინიკური სინდრომი ხასიათდება მადის დაქვეითებით, გულისრევის შეგრძნებით, ყაბზობებითა და ფაღარათით. ღუდის პროცესების დომინირების შემთხვევაში, კლინიკაში წამყვანია მეტეორიზმი, ყურყური, დეფეკაცია ღია ყვითელი, ქაფიანი განავლოვანი მასებით. ღვობის პროცესების გაძლიერებულ მიმდინარეობას ახასიათებს კრეატორეა (კუნთოვანი და შემაერთებელქსოვილოვანი ბოჭკოები განავალში), განავალს აქვს ტუტე რეაქცია და არის წყლოვანი, მუქი ფერის მასები. ქარბი ბაქტერიალური ზრდის სინდრომის გახანგრძლივებული მიმდინარეობის შემთხვევაში შესაძლებელია ჰიპოვიტამინოზების (განსაკუთრებით B ჯგუფის ვიტამინების) განვითარება. ამ სინდრომის ზოგიერთი ფორმა, მაგალითად, სტაფილოკოკური, კანდიდოზური და სხვ. შესაძლებელია, გახდეს გენერალიზირებული ფორმის - სეფსისი განვითარების მიზეზი.

ქარბი ბაქტერიული ზრდის სინდრომის მკურნალობაში ხშირად, საწყის ეტაპზე, გამოიყენება ანტიბიოტიკები. ამას გარდა, გამოიყენება ე.წ. ელემენტარული დიეტა, რომელიც შედგება მხოლოდ მონოსაქარიდების, ამინომჟავების, ცხიმოვანი მჟავების და ვიტამინებისაგან. ასეთი დიეტის ხანგრძლივი გამოყენება იწვევს ნაწლავის ფერმენტების გამოყოფის შემცირებას, რადგან ფერმენტულ სისტემაზე დატვირთვა მნიშვნელოვნად მცირდება, თუმცა ხანმოკლე გამოყენება სამკურნალო საშუალებად, სრულიად გამართლებულია. დადგენილია, რომ ამ დიეტის ყველა კომპონენტი

შეიწოვება წვრილი ნაწლავის პროქსიმალურ ნაწილში; ნაწლავის მიკროორგანიზმები რჩებიან საკვები გარემოს გარეშე და მათი რაოდენობა სწრაფად მცირდება.

### **3.7. კუჭქვეშა ჯირკვალის საკვები ნივთიერებების გავლენა პანკრეასული წვენის საკრეციაზო**

პანკრეასის (კუჭქვეშა ჯირკვლის) ფუნქციები ხორციელდება რამდენიმე ტიპის უჯრედების მიერ. ლანგერგანსის კუნძულში განლაგებული β- უჯრედები გამოიმუშავენ ინსულინს; სხვა ენდოკრინული უჯრედები, რომლებიც განლაგებულნი არიან β- უჯრედების გარშემო, გამოიმუშავენ შემდეგ ფერმენტებს: A - უჯრედები - გლუკაგონს, D - უჯრედები - სომატოსტატინს, F - უჯრედები - პანკრეასულ პოლიპეპტიდს.

პანკრეასის ეგზოგენური სეკრეციის ფუნქცია მდგომარეობს ელექტროლიტებით მდიდარი საჭმლის მომნელებელი ფერმენტებისა და სითხეების გამოიმუშავებაში. დღე-ღამეში პანკრეასი გამოყოფს 1500-2000მლ. ფერმენტების შემცველ სეკრეტს, რომელიც ჩაედინება თორმეტგოჯა ნაწლავში და ეს ფერმენტები აქ აქტივირდებიან. პანკრეასის წვენი მდიდარია ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების დამშლელი ფერმენტებით; ასევე შეიცავს ბიკარბონატებს, რაც განაპირობებს ამ სეკრეტის ტუტე არეს.

საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის პერიოდული მუშაობის შედეგად, უზმოზე და თუ არ მიმდინარეობს საკვების მონელების პროცესი, პანკრეასული წვენი გამოიყოფა მცირე რაოდენობით; სეკრეცია მკვეთრად იზრდება საკვების მიღებიდან 2-3 წუთში და გრძელდება 6-14 საათის განმავლობაში, საკვების შემადგენლობიდან გამომდინარე; რაც უფრო მაღალია კუჭიდან თორმეტგოჯა ნაწლავში გადმოსული საკვების მჟავიანობა, მით მეტი პანკრეასული წვენი გამოიყოფა და მეტი იქნება მასში ბიკარბონატების შემცველობა. ცხიმიანი საკვების მიღება იწვევს მაღალი ლიპო-

ლიზური აქტივობის პანკრეასული წვენის გამოყოფას. კუჭქვეშა ჯირკვლის სეკრეციის დინამიკა, გარკვეულწილად იმეორებს კუჭის წვენის გამოყოფის მრუდს. განსხვავება კუჭისა და კუჭქვეშა ჯირკვლის სეკრეციის მრუდებს შორის განპირობებულია ძირითადად საკვების ბუფერული თვისებებით და კუჭიდან თორმეტგოჯა ნაწლავში შიგთავსის ევაკუაციის სიჩქარით.

ერთგვაროვანი კვების რაციონი გავლენას ახდენს პანკრეასის მუშაობაზე. ცილოვანი საკვების დომინირების შემთხვევაში, პანკრეასის წვენში იზრდება პროტეაზების შემცველობა; უპირატესად ნახშირწყლოვანი კვების შემთხვევაში იზრდება ამილაზების შემცველობა, ხოლო რაციონში ცხიმის ჭარბი რაოდენობა ამცირებს პანკრეასის სეკრეციის მოცულობას და ზრდის მასში ლიპაზების შემცველობას.

### **3.7.1. საჭმლის მონელების ფაზები და კუჭქვეშა ჯირკვლის სეკრეცია**

პანკრეასის სეკრეცია შეიძლება გაიყოს ორ ფაზად: საკვების მონელებათაშორისი და საკვების მონელების.

საკვების მონელებათაშორისი ფაზა იწყება მალევე, ინტერსტინალური მოტორული აქტივობის დასრულების შემდეგ, რომელსაც ეწოდება მიგრირებადი მიოელექტრული კომპლექსი (მმკ). მმკ იყოფა სამ ფაზად: I ფაზა ხასიათდება მოტორული აქტივობის არარსებობით და II და III ფაზა, რომელთაც თან ახლავს მოტორული აქტივობის პროგრესული გაძლიერება. პირველი ფაზის განმავლობაში ფერმენტების, ბიკარბონატების სეკრეცია პანკრეასის მიერ და ნაღველის გამოყოფა ღვიძლიდან ნაღვლის ბუშტიში ყველაზე დაბალ დონეზეა. II და III ფაზებში ხდება პანკრეასული და ბილიარული სეკრეციის გაძლიერება ნაღვლის ბუშტის ნაწილობრივი შეკუმშვით, რაც ემთხვევა მიოელექტრული აქტივობის მომატებას.

წვრილი ნაწლავის ზედა ნაწილში, მონელებათმორის ფაზაში, გამოიყოფა საჭმლის მომნელებელი ფერმენტი მოტილინი, რომლის როლი ადამიანისათვის ბოლომდე არ არის შესწავლილი, თუმცა ცნობილია, რომ მნიშვნელოვანია მძკ-სათვის.

პანკრეასის მიერ საჭმლის მომნელებელი წვენების წარმოქმნა რთული პროცესია, რომელშიც გამოყოფენ სამ სხვადასხვა ფაზას. პირველი ფაზა, რომელსაც ცეფალური ანუ რთულრეფლექტორული ფაზა ეწოდება, ხორციელდება ცდომილი ნერვის საშუალებით; იწყება საკვების სენსორული აღქმით, საკვების დანახვა, სუნის შეგრძნება, ტაქტილური აღქმა (შეხებით), გემოს შეგრძნება და აუცილებელია ფერმენტებისა და ბიკარბონატების სეკრეციის გაზრდისათვის. ექსპერიმენტული კვლევებით დადასტურებულია, რომ პანკრეასული წვენის გამოყოფის გაძლიერება განპირობებულია აცინარულ უჯრედებზე ცდომილი ნერვის ქოლინერგული ზემოქმედებით და თორმეტგოჯა ნაწლავის სეკრეტის აციდოფიკაციით; ეს უკანასკნელი კი განპირობებულია მარილმჟავას სეკრეციის გაზრდით (მარილმჟავას სეკრეციის გაზრდას იწვევს საკვების დანახვა, სუნის და გემოს შეგრძნება). დუოდენალური აციდოფიკაცია იწვევს თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვანი გარსის სეკრეტინის გამონთავისუფლებას. რეგულაციური პროცესის უკუკავშირის მექანიზმები ხორციელდება თორმეტგოჯა ნაწლავის შიგთავსის ბუფერირებით, რაც ამუხრუჭებს სეკრეტინის გამოყოფას. სეკრეტინის გამოყოფის შემცირება განპირობებულია იმით, რომ ინჰიბირდება სეკრეტინის მჟავური სტიმულაცია. ამ გზით ითრგუნება პანკრეასის ჯირვლის სეკრეცია. პანკრეასში განლაგებულია პეპტიდმემცველი ნეირონები. ცნობილია, რომ ვაგუსურ სტიმულაციას ასევე შეუძლია გამოიწვიოს ვაზოაქტიური პეპტიდების მსგავსი პეპტიდის, გასტრინ-პელიზინგ პეპტიდის, ქოლეცისტოკინინის და ენკეფალინის გამომუშავება. ვიპ (ვაზოაქტიური ინტერსტინალური პეპტიდი) ასევე ასტიმულირებს აცი-

ნარულ უჯრედებს (ფერმენტების გამოყოფა) და გამომტანების ეპითელიალურ უჯრედებს (წყლისა და ბიკარბონატების გამოყოფა).

მეორე ფაზა (კუჭისმიერი) იწყება, როდესაც საკვები მოხვდება კუჭში. ამ ფაზის განმავლობაში ძლიერდება კუჭქვეშა ჯირკვლის ფერმენტების სეკრეცია, ხოლო წყლისა და ბიკარბონატების სეკრეცია ამ ფაზაში უმნიშვნელოა, რთულრეფლექსურ ფაზაში სეკრეციასთან შედარებით. კუჭისმიერ ფაზაში სეკრეციის სტიმულაცია ხდება ცდომილი ნერვის აფერენტული ბოჭკოებით, რომლებიც რეაგირებენ კუჭის გაჭიმვაზე. პლაზმადი სეკრეტიონის და ქოლეცისტოკინინის სეკრეცია იზრდება საკვების გადაყლაპვიდან პირველი 10 წუთის განმავლობაში.

საჭმლის მონელების დასკვნითი ფაზა - ინტერსტინალური (წერილნაწლავური) ფაზა მთავრდება ქიმუსის თორმეტგოჯა ნაწლავში გადასვლის შემდეგ. ქიმუსი წარმოიქმნება გადაყლაპული საკვების გადღერდვის, შერევისა და სეპარაციის (ერთმანეთისგან გამოყოფის) შედეგად. ამ ფაზაში ნეიროჰუმორალური მედიატორები ხელს უწყობენ ფერმენტების უფრო ინტენსიურ სეკრეციას, ვიდრე ყველა სხვა ფაზაში. წყლისა და ბიკარბონატების სეკრეცია ამ ფაზაში უზრუნველყოფილია თორმეტგოჯა ნაწლავის აციდიფიკაციით, რასაც ასევე ხელს უწყობს ნაღლოვანი და ცხიმოვანი მჟავები.

ინტესტინალური ფაზის პერიოდში, ფერმენტების სეკრეცია სტიმულირდება თორმეტგოჯა ნაწლავში არსებული ცხიმოვანი მჟავებით, მონოგლიცერიდებით, ცილებით, ამინომჟავებით, კალციუმით. ნახშირწყლების დაშლის პროდუქტები ამ პროცესში არსებით როლს არ ასრულებენ. გარდა საკვების სხვადასხვა კომპონენტებისა და გამოყოფილი ფერმენტებისა, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ვაგო-ბაგალური რეფლექსი.

მონელების პროცესში მნიშვნელოვანია ენტეროციტების



მიერ გამომუშავებული ქოლესისტოკინინ-რელიზინგ პეპტიდი (ქრპ), რომელიც არ არის აქტიური ბაზალური მონელების პერიოდში. ქრპ აუცილებელია ქოლესისტოკინინის სეკრეციის სტიმულაციისათვის. საჭმლის მონელების შუაპერიოდში, ეს პეპტიდი ინაქტივირდება ტრიფსინით. საკვების მიღების შემდეგ, ტრიფსინის ძირითადი რაოდენობა მიმართულია ცილებზე, რომელიც ხვდება თორმეტგოჯა ნაწლავში, ამიტომ, ქრპ ნაკლებად იშლება და მეტწილად ახდენს ენტეროციტების მიერ ქოლესისტოკინინის გამონთავისუფლებას და შესაბამისად, პანკრეასის ფერმენტების აქტივაციას.

ამგვარად, ქრპ „თვალყურს ადევნებს“ თორმეტგოჯა ნაწლავის მზაობას ცილების მოსანელებლად, ხელს უწყობს პანკრეასული სეკრეციის გაზრდას და აუმჯობესებს მონელების პროცესების მართვას. ქრპ-ს მსგავსი პეპტიდი არის პანკრეასის წვენშიც, მაგრამ მასში ასევე შეიძლება იყოს ანალოგიური ფუნქციების მქონე სეკრეტინ-რელიზინგ პეპტიდიც, რომელსაც გამოყოფენ ენტეროციტები.

საჭმლის მონელების ყველა ფაზის განმავლობაში, თორმეტგოჯა ნაწლავის და პანკრეასული სეკრეციის სტიმულაციის აციდიფიკაცია ახდენს სეკრეტინის გამოყოფის სტიმულაციას; ეს პროცესი ძლიერდება თორმეტგოჯა ნაწლავში ნაღვლის, ცილისა და ცხიმის დაშლის პროდუქტების არსებობით. სეკრეტინი ხელს უწყობს ბიკარბონატებისა და წყლის გამოყოფას. თორმეტგოჯა ნაწლავში ცილების და ცხიმების დაშლის პროდუქტების მოხვედრის საპასუხოდ გამომუშავებული ქოლესისტოკინინი ახდენს კუჭქვეშა ჯირკვლის ფერმენტების სეკრეციის სტიმულაციას. ქოლესისტოკინინის გამოყოფა ძირითადად ხდება მონელების კუჭისმიერ და ინტესტინალურ პერიოდში. ვაგო-ვაგალური რეფლექსს და პეპტიდერგულ რეაქციებს აქვს დიდი მნიშვნელობა მონელების სამივე ფაზაში.

### 3.8. ღვიძლი და ნივთიერებათა ცვლა

ღვიძლი ერთ-ერთი ყველაზე მრავალფუნქციური ორგანოა; ასრულებს შემდეგ ფუნქციებს:

1. ცილის ცვლაში მონაწილეობა, რაც ნიშნავს, რომ ღვიძლში ხდება ამინომჟავების დაშლა და გარდაქმნა; ამინომჟავების დეზამინირება ღვიძლის ფერმენტებით; მნიშვნელოვან როლს ასრულებს პლაზმის ცილების, როგორიცაა ფიბრინოგენი, გლობულინები, ალბუმინები სინთეზში. ღვიძლში არის გარკვეული რაოდენობის ცილის მარაგი, რომელიც გამოიყენება ორგანიზმის მიერ, როცა ორგანიზმი საკვებით ვერ იღებს საკმარისი რაოდენობით ცილას.
2. მონაწილეობს ნახშირწყლების ცვლაში. მონოსაქარიდები, რომლებიც ხვდებიან ღვიძლში, გარდაიქმნებიან გლიკოგენად და დეპონირდება ჰეპატოციტებში (გლიკოგენის გარკვეული ნაწილი დეპონირდება ასევე კუნთებში, თავის ტვინში). გლიკოგენად ასევე გარდაიქმნება რძისმჟავა, ცილები და ცხიმები, თუმცა ეს გარდაქმნები რთული პროცესია და ამ გზით მიღებული გლიკოგენის რაოდენობა უმნიშვნელოა. ორგანიზმში გლუკოზის დეფიციტის შემთხვევაში, გლიკოგენი ღვიძლში გარდაიქმნება გლუკოზად და გადადის სისხლში.
3. მონაწილეობს ცხიმოვან ცვლაში ნაწლავში ცხიმზე ცხიმოვანი მჟავების ზემოქმედების გზით და ასევე, ლიპიდების უშუალო სინთეზით(ქოლესტერინის) და ცხიმების დაშლით კეტონურ სხეულებამდე. ღვიძლში ხდება ცხიმოვანი მჟავების დაჟანგვა. ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პროცესია ნახშირწყლებიდან ცხიმების სინთეზი. ნახშირწყლებისა და ცილების სიჭარბის დროს, ძლიერდება ლიპოგენეზი (ცხიმების წარმოქმნა), ხოლო ნახშირწყლების დეფიციტის დროს - გლიკონეოგენეზი ამინომჟავებიდან.

ღვიძლი წარმოადგენს ცხიმის დეპოს.

4. მონაწილეობს ვიტამინების ცვლაში. ყველა ცხიმში ხსნადი ვიტამინი ნაწლავებში შეიწოვება მხოლოდ ნაღვლოვანი მჟავების არსებობის შემთხვევაში, რომელებიც გამომუშავდებიან ღვიძლში. ზოგიერთი ვიტამინი ღვიძლში დეზაქტივირდება, ექვემდებარება ფოსფორილირებას.
5. მონაწილეობს სტეროიდული ჰორმონებისა და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების სინთეზში. ღვიძლში წარმოიქმნება ქოლესტერინი, რომელიც წარმოადგენს სტეროიდული ჰორმონების წინამორბედს; ხდება ისეთი ჰორმონების, როგორისაა ინსულინი, ალდოსტერონი, თიროქსინი, ვაზოპრესინს ან ადჰ და სხვ. დაშლა და ინაქტივაცია.
6. ღვიძლი მონაწილეობს ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში, ჰორმონთა ცვლაში მონაწილეობის შედეგად.
7. მონაწილეობს მიკროელემენტთა ცვლაში. გავლენას ახდენს ნაწლავში რკინის შეწოვაზე და მის დეპონირებაზე; წარმოადგენს სპილენძისა და თუთიის დეპოს. მონაწილეობს კობალტის, მანგანუმის, სელენის და სხვ. მიკროელემენტების ცვლაში.
8. ღვიძლს გააჩნია ბარიერული ანუ დაცვითი ფუნქცია. ღვიძლში მიკროორგანიზმები განიცდიან ფაგოციტირებას, ჰეპატოციტები ახდენენ ენდოგენური და ეგზოგენური ტოქსიური ნივთიერებების დეზაქტივაციას. სისხლი კუჭ-ნაწლავის ტრაქტიდან კარის ვენის სისტემით ხვდება ღვიძლში და აქ ხდება სისხლში არსებული ამიაცის გარდაქმნა შარდოვანად. ისეთი ტოქსიური ნივთიერებები, როგორიცაა ინდოლი, სკატოლი და ფენოლი გაუვნებელყოფდებიან.

9. ღვიძლში ხდება იმ ნივთიერებების სინთეზი, რომლებიც მონაწილეობენ სისხლის შედედებაში და ასევე, შედედების საწინააღმდეგო სისტემების კომპონენტების სინთეზიც.
10. ღვიძლის ექსკრეტორული ფუნქცია დაკავშირებულია ნაღველწარმოქმნასთან, რამდენადაც ღვიძლის მიერ წარმოქმნილი ნივთიერებები ქოლესტერინი, ბილირუბინი და სხვ. - შედიან ნაღვლის შემადგენლობაში.
11. ღვიძლი წარმოადგენს სისხლის დეპოს.
12. ღვიძლი ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ორგანოა სითბოს წარმოქმნის პროცესში.
13. საჭმლის მონელებაში ღვიძლის მონაწილეობა უზრუნველყოფილია ჰეპატოციტების მიერ წარმოქმნილი ნაღველით.

ღვიძლში მიმდინარე ცვლის ყველა პროცესი საკმაოდ ენერგომოცულობითია. ენერგიის ძირითად წყაროს ღვიძლში მიმდინარე ცვლის პროცესებისათვის, წარმოადგენს კრებსის ცილის აერობული დაჟანგვის პროცესები და ნუკეოტიდები, რომლებიც გამოყოფენ მნიშვნელოვანი რაოდენობით ენერგიას ატფ-ია ადეუფად გარდაქმნის დროს ფოსფატიდური კავშირების გამონთავისუფლებით.

### **3.8.1. ცილის ცვლა**

ღვიძლში მიმდინარეობს ცილის ცვლის როგორც ანაბოლური, ისე კატაბოლური პროცესები. ცილები სინთეზირდება თავისუფალი ამინომჟავებისაგან; პირველ რიგში იმ ეგზოგენური ამინომჟავებით, რომელიც ნაწლავიდან სისხლით, კარის ვენის სისტემით ხვდება ღვიძლში. ღვიძლში ეგზოგენური ამინომჟავების მოხვედრაზე გავლენას ახდენს საკვებში შემავალი ცილების რაოდენობა და თვისობრიობა (ხარისხი), სმფ-ის აქტიურობა, მო-

ნელების ფაზა. ამინომჟავების არათანაბარი მიწოდება ნორმალურ პირობებში შეესაბამება ჰეპატოციტების დღეღამურ ციკლს. ორგანიზმში თავისუფალი ენდოგენური თავისუფალი ამინომჟავები წარმოიქმნება ორგანიზმში სხვა ორგანოების უჯრედების ფიზიოლოგიური დაშლის შედეგად. როგორც წესი, ღვიძლში თავისუფალი ენდოგენური ამინომჟავების მოღინება შედარებით მუდმივია. ამინომჟავების მცირე რაოდენობა ღვიძლში წარმოიქმნება ნახშირწყლებისა და ცხიმოვანი მჟავებისაგან. ღვიძლი ერთადერთი ორგანოა, სადაც სინთეზირდება გლიოკოგენი, ალბუმინი, პროაქცელერინი, პროკონვერტინი, ასევე  $\alpha$ -გლობულინების ძირითადი რაოდენობა და  $\beta$ -გლობულინის, ჰეპარინის და ფერმენტების მნიშვნელოვანი ნაწილი. ცილების და მრავალი ფერმენტის სინთეზი ხორციელდება ჰეპატოციტებში რიბოსომების მიერ.

ცილის სინთეზს ახორციელებენ ენდოპლაზმური რეტიკულოციტების რიბოსომები. ღვიძლის დაავადებათა უმეტესობის შემთხვევაში ზიანდება პარენქიმა, რაც იწვევს ალბუმინებისა და  $\alpha$ -გლობულინის დონის შემცირებას. ჰიპოალბუმინემია წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მახასიათებელს ღვიძლის მწვავე და ქრონიკული უკმარისობისათვის. რაც შეეხება  $\gamma$ -გლობულინს: მისი სინთეზი ხდება პლაზმურ და კუპერულ\* უჯრედებში. ღვიძლის დაავადებების დროს გამოხატულ  $\gamma$ -გლობულინემიას თანახლავს იმუნური რეაქცია, რომელიც დაკავშირებულია არა მხოლოდ რეტიკულოენდოთელიალური ქსოვილის რეაქციასთან, არამედ პლაზმურ ინფილტრაციასთანაც.

*\*კუპერის უჯრედები - ღვიძლის მაკროფაგები წარმოადგენენ რეზისტენტული ქსოვილოვან მაკროფაგების დიდ ერთობლიობას. პირველად კარლ ვილჰელმ ფონ კუპფერმა 1876 წელს აღწერა, როგორც «მტერნზელენი» (ვარსკვლავური ან ვარსკვლავ უჯრედები), ეს უჯრედები თავდაპირველად*

ღვიძლის სისხლძარღვთა ენდოთელიუმის ნაწილად იყო მიჩნეული. მხოლოდ 1898 წელს თადეუმ ბროვეკმა სწორად დაასახელა ისინი მაკროფაგებად. კუჭერ უჯრედები გადამწყვეტ როლს თამაშობენ თანდაყოლილ იმუნურ რეაქციაში; ღვიძლში სინუსოიდური ლოკალიზაცია მათ საშუალებას აძლევს ეფექტურად მოახდინონ პათოგენების ფაგოციტოზი, რომლებიც ღვიძლში ხვდებიან ჰორტალური ან არტერიული სისხლის ნაკადით. კუჭერ უჯრედები ასევე წარმოადგენს თავდაცვის პირველ ხაზს იმუნორეაქტიური ნივთიერებებისათვის, რომელიც ჰორტალურ მიმოქცევაში ხვდება კუჭ-ნაწლავის ტრაქტიდან და შეიძლება ჩაითვალოს ნაწლავის ბარიერის ფუნქციის საბოლოო კომპონენტად. ამრიგად, კუჭერ უჯრედები ასრულებენ ძირითად ანთების საწინააღმდეგო ფუნქციას, რაც ხელს უშლის იმუნორეაქტიული ნივთიერებების გადაადგილებას ნაწლავებიდან ღვიძლის სინუსოიდების გავლით. კუჭერ უჯრედები ასევე მონაწილეობენ ისეთი ნაწილაკების მოშორებაში, როგორიცაა მკვდარი ერითროციტების (სისხლის წითელი უჯრედები) და სხვა უჯრედების, რომლებიც ღვიძლის პარენქიმაში შედიან სისტემური მიმოქცევიდან. ამრიგად, კუჭერ უჯრედები წარმოადგენენ ძირითად ფაგოციტურ აქტივობას, რომელსაც კლასიკურად უწოდებდნენ რეტიკულურ-ენდოთელურ (მონონუკლეარულ ფაგოციტურ) სისტემას.

კუჭერ უჯრედების ფუნქციური აქტივობის ცვლილებები დაკავშირებულია სხვადასხვა დაავადების მდგომარეობასთან. კუჭერ უჯრედები შეიძლება დამცავი იყოს რიგ სიტუაციებში, მათ შორის ღვიძლის წამლის დაზიანება და ტოქსინებით გამოწვეული ფიბროზი; კუჭერის უჯრედებში ანთებითი რეაქციების დარღვევამ შეიძლება ხელი შეუწყოს ღვიძლის ქრონიკულ ანთებას, მათ შორის ალკოჰოლური

და უაღვრესად დიდი ცხიმოვანი დაავადებას - NAFLD / NASH (NAFLD - უაღვრესად ცხიმოვანი დიდი ცხიმოვანი დაავადება, NASH - უაღვრესად სტეატოჰეპატიტი). *Kupffer cells, or resident macrophages of the liver* By Laura J. Dixon, Mark Barnes, Hui Tang, Michelle T. Pritchard, and Laura E. Naji

დიდი სინთეზირდება სისხლის შედეგების უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი - პროთრომბინი ანუ VII ფაქტორი და სხვა ორგანოებთან ერთად, მონაწილეობს ჰეპარინის წარმოქმნაში. ამის გამო, სისხლის შედეგების სისტემა მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია დიდი ცილის მასინთეზირებელ ფუნქციაზე და ჰეპატოციტების პათოლოგიურ ცვლილებებზე.

დიდი სინთეზირდება ცილის დამლის ყველა ეტაპი, ამიაციისა და შარდოვანას წარმოქმნამდე. პროტეოლიზური ფერმენტები მლიან ქსოვილოვან და შრატის ცილებს დაბალმოლეკულურ ნივთიერებებამდე. კრებსის ცილში შემავალი დეზამინირებისა და დამეანგავი ფერმენტები ახდენენ ჰეპატოციტის ნაერთებისა და ამინომჟავების შემდგომ დამლას. პარენქიმის მნიშვნელოვანი დაზიანების შემთხვევაში, იზრდება სისხლში თავისუფალი ამინომჟავების და ნარჩენი აზოტის დონე, ამასთან, თავისუფალი ამინომჟავების დიდი ნაწილი გამოიყოფა შარდით. დიდი სინთეზირდება ცილის დამლის ყველა ეტაპი, ამიაციისა და შარდოვანას წარმოქმნამდე. პროტეოლიზური ფერმენტები მლიან ქსოვილოვან და შრატის ცილებს დაბალმოლეკულურ ნივთიერებებამდე. კრებსის ცილში შემავალი დეზამინირებისა და დამეანგავი ფერმენტები ახდენენ ჰეპატოციტის ნაერთებისა და ამინომჟავების შემდგომ დამლას. პარენქიმის მნიშვნელოვანი დაზიანების შემთხვევაში, იზრდება სისხლში თავისუფალი ამინომჟავების და ნარჩენი აზოტის დონე, ამასთან, თავისუფალი ამინომჟავების დიდი ნაწილი გამოიყოფა შარდით. დიდი სინთეზირდება ცილის დამლის ყველა ეტაპი, ამიაციისა და შარდოვანას წარმოქმნამდე. პროტეოლიზური ფერმენტები მლიან ქსოვილოვან და შრატის ცილებს დაბალმოლეკულურ ნივთიერებებამდე. კრებსის ცილში შემავალი დეზამინირებისა და დამეანგავი ფერმენტები ახდენენ ჰეპატოციტის ნაერთებისა და ამინომჟავების შემდგომ დამლას. პარენქიმის მნიშვნელოვანი დაზიანების შემთხვევაში, იზრდება სისხლში თავისუფალი ამინომჟავების და ნარჩენი აზოტის დონე, ამასთან, თავისუფალი ამინომჟავების დიდი ნაწილი გამოიყოფა შარდით.

### 3.8.2. ნახშირწყლების ცვლა

ნახშირწყლოვანი ცვლის მრავალრიცხოვან მუალედურ რეაქციებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია გალაქტოზის და ფრუქტოზის გარდაქმნა გლუკოზად, გლიკოგენის სინთეზი და დაშლა, გლუკონეოგენეზი\*, გლუკოზის დაჟანგვა, გლუკურონის მჟავას წარმოქმნა.

\* გლუკონეოგენეზი არანახშირწყლოვანი ნაერთებიდან, კერძოდ პირუვატიდან გლუკოზის წარმოქმნის მეტაბოლური გზა. ამ გზით სისხლში შენარჩუნდება გლუკოზის დონე, რაც მნიშვნელოვანია მრავალი ქსოვილის, მათ შორის ნერვული ქსოვილისა და ერთროციტებისათვის. ის წარმოადგენს გლუკოზის მნიშვნელოვან წყაროს გლიკოგენის დეფიციტის დროს, მაგალითად, ხანგრძლივი შიმშილის ან მაღალი ფიზიკური დატვირთვის დროს. გლუკონეოგენეზი ორგანიზმის მიერ გამოიყენება პირუვატის გარდასაქმნელად, რომელიც წარმოიქმნება ამინომჟავების - ალანინისა და სერინის დეჰამინირების შედეგად. *David L. Nelson, Michael M. Cox. Lehninger Principles of biochemistry. — Fifth edition. — New York: W. H. Freeman and company, 2008.*

გალაქტოზის გარდაქმნა გლუკოზად.

გალაქტოზა ორგანიზმში ხვდება რძის მაქრის სახით. ღვიძლში გალაქტოზა გარდაიქმნება ურიდინდიფოსფოგალაქტოზად და შემდეგ გლუკოზა-1-ფოსფატად. ღვიძლის ფუნქციების დარღვევის შემთხვევაში ქვეითდება ორგანიზმის მიერ გალაქტოზის გამოყენების უნარი.

ფრუქტოზის გარდაქმნა გლუკოზად.

ღვიძლში ფრუქტოზა გარდაიქმნება ფრუქტოზა - 1- ფოსფატად ღვიძლში არსებული სპეციფიკური ფრუქტოკინაზის მოქმედებით და ატფ-ის მონაწილეობით. ფრუქტოზა - 1- ფოსფატი ღვიძლში იშლება B ტიპის ალდოლაზით, დიოქსიაცეტონფოსფატად



და 3-ფოსფოგლიცერინულ აღდგეგდათ. ფრუქტოზის ნაწილი, ჰექსოკინაზას მოქმედებით გარდაიქმნება ფრუქტოზა 6-ფოსფატად, რომელიც შუალედური პროდუქტია და შემდგომში გარდაიქმნება გლუკოზა - 6-ფოსფატად.

### *გლიკოგენის სინთეზი და დაშლა*

გლიკოგენის სინთეზი ხდება როგორც გლუკოზა -6 - ფოსფატიდან, ასევე, ნახშირწყლოვანი ცვლის სხვა პროდუქტებიდან. გლიკოგენის ჰიდროლიზი ღვიძლში მიმდინარეობს ფოსფოლიპაზის ზემოქმედებით, ფრუქტოზა-1-ფოსფატის წარმოქმნით, რომელიც შემდეგ გარდაიქმნება გლუკოზა-6-ფოსფატად, რომელიც მონაწილეობს შემდგომ მეტაბოლურ პროცესებში. იმის გამო, რომ გლუკოზა-6-ფოსფატისაგან გლუკოზა წარმოიქმნება მხოლოდ ღვიძლის მიკროსომალური გლუკოზა-6-ფოსფატაზის მოქმედებით, ღვიძლი წარმოადგენს ერთადერთ ორგანოს, რომელიც ამარაგებს სისხლს გლუკოზით. ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ სისხლში გადასული გლუკოზის რაოდენობა რეგულირდება გლიკოგენის სინთეზისა და დაშლის შექცევადი რეაქციებით, ორგანიზმის მოთხოვნილების მიხედვით. გლიკოგენის დონე რეგულირდება ჰორმონული ფაქტორებით: აკტჰ, გლუკოკორტიკოიდები და ინსულინი ზრდიან ღვიძლში გლიკოგენის შემცველობას, ხოლო გლუკაგონი, თიროქსინი, ადრენალინი და სომატოტროპული ჰორმონი - ამცირებენ.

### *გლუკოზის სინთეზი*

გლუკოზა შესაძლებელია სინთეზირდეს სხვადასხვა არანახშირწყლოვანი ნივთიერებებისაგან, როგორიცაა გლიცერინი, ლაქტატი, ციტრატული ციკლის მეტაბოლიტებისა და გლუკოპლასტიური ამინომჟავებისაგან: გლიცინი, ალანინი, სერინი, ასპარაგინის და გლუტამინის მჟავა, ტრეონინი, ვალინი, არგინინი, ოქსიპროლინი, პროლინი, ჰისტიდინი. გლუკონეოგენეზი აკავშირებს ერთმანეთთან ცილოვან და ნახშირწყლოვან ცვლას და უზ-

რუნველყოფს ცხოველმყოფელობას, საკვებში ნახშირწყლების დეფიციტის დროს. ნახშირწყლების დეფიციტი იწვევს ანაერობული გლიკოლიზის გაძლიერებას, რასაც მოყვება უჯრედებში მჟავა მეტაბოლიტების დაგროვება და შესაბამისად, მცირდება pH, ირღვევა ლიზოციმების მემბრანის მთლიანობა, ციტოპლაზმაში გადმოდის მჟავა ჰიდროლაზები, რაც იწვევს ჰეპატოციტების ნეკროზს.

### 3.8.3. ლიპიდების ცვლა

ნეიტრალური ცხიმების, ცხიმოვანი მჟავების, ქოლესტერი-ნის, ფოსფოლიპიდების ცვლა მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ღვიძლის ფუნქციურ აქტივობაში. ეს პროცესი მჭიდრო კავშირშია ნაღველგამომყოფ ფუნქციასთან, რადგან ნაღველი აქტიურად მონაწილეობს ნაწლავში ცხიმის ასიმილაციაში. ნაღველის წარმოქმნის ან გამოყოფის დარღვევის შემთხვევაში, ცხიმი ჭარბი რაოდენობით გამოიყოფა განავლოვანი მასებით. ნაღველი აძლიერებს პანკრეასული ლიპაზის აქტივობას და მონაწილეობს ქილომიკრონების წარმოქმნაში. სისხლიდან ლიპიდები გადადიან ჰეპატოციტებში, სადაც ხდება აცეტონური სხეულების წარმოქმნა, ქოლესტერინის, ფოსფოლიპიდების, ლიპოპროტეინების, ტრიგლიცერიდების სინთეზი.

ღვიძლშიდა ლიპოლიზური ფერმენტების ზემოქმედებით ხდება ტრიგლიცერიდების ჰიდროლიზი გლიცერინისა და ცხიმოვანი მჟავების წარმოქმნით. ცხიმის ცვლაში ღვიძლი წარმოადგენს ცენტრალურ რგოლს. ღვიძლში ხდება ცხიმოვანი მჟავების სინთეზი და მათი დამლა აცეტილკოფერმენტ A -მდე; ასევე, კეტონური სხეულების წარმოქმნა, უჯერი ცხიმოვანი მჟავების გაჯერება და მათი ჩართვა ნეიტრალური ცხიმებისა და ფოსფოლიპიდების რესინთეზში ( შემდგომში სისხლში და ნაღველში მათი გადასვლით).

ცხიმოვანი მჟავების კატაბოლიზმი ხორციელდება  $\beta$ -დაჟანგვის გზით, სადაც მთავარი როლი განეკუთვნება ცხიმოვანი მჟავის გააქტიურებას, კოფერმენტ A-ს და ატფ-ის მონაწილეობით. გამონთავისუფლებული აცეტილკოფერმენტი A მთლიანად იჟანგება მიტოქონდრიებში, რაც საშუალებას იძლევა შეივსოს უჯრედის ენერგეტიკული მარაგი. ღვიძლში წარმოიქმნება მთლიანი ცხიმოვანი მჟავების მხოლოდ 10%; ცხიმოვანი მჟავების ძირითადი ნაწილი სინთეზირდება ცხიმოვან ქსოვილში. კეტოსხეულები, როგორიცაა  $\beta$ -ოქსიერბომაჟა, აცეტომარმაჟა, აცეტონი წარმოიქმნებიან ღვიძლში. მათი შემცველობა პლაზმაში არ აღემატება 10%-ს, მაგრამ შეიძლება მნიშვნელოვნად გაიზარდოს შაქრიანი დიაბეტის დროს. პათოლოგიური მდგომარეობის დროს განვითარებული კეტოზი, დაკავშირებულია ღვიძლში კეტოგენეზის დისოციაციასთან და სხვა ორგანოების მიერ კეტოსხეულების უტილიზაციასთან.

ფოსფოლიპიდები, რომლებიც წარმოადგენენ უჯრედების მემბრანის უმნიშვნელოვანეს შემადგენელ ნაწილს, სინთეზირებიან ღვიძლში ცხიმოვანი მჟავების, ქოლინის, ფოფსფორმაჟას, გლიცერინის და სხვ. ნივთიერებებისაგან.

ქოლესტერინის 90%-ზე მეტი სინთეზირდება ღვიძლსა და ნაწლავებში და წარმოადგენს სისხლის პლაზმის შემადგენლობის მნიშვნელოვან კომპონენტს; გამოიყენება კორტიკოსტეროიდების და ვიტამინ D-ს სინთეზისათვის. სისხლში ქოლესტერინის დონის მუდმივობა განპირობებულია სინთეზით, კატაბოლიზმითა და ჭარბი რაოდენობის გამოყოფით ნაწლავში ნაღველის შემადგენლობაში; მისი 1/5 გამოძევდება განავალით, ხოლო უმეტესი ნაწილი აბსორბირდება ნაწლავიდან და უზრუნველყოფს ღვიძლ-ნაწლავურ ცირკულაციას. ორგანიზმიდან ჭარბი ქოლესტერინის გამოძევებაზე მთლიანად პასუხისმგებელია ღვიძლის უჯრედები ნაღველთან ერთად, ქოლესტერინის და

ცხიმოვანი მჟავების გამოყოფის გზით. სანადვლე გზების ოკლუზიის შემთხვევაში, ირღვევა ღვიძლ-ნაწლავური ცირკულაცია, რაც იწვევს ქოლესტერინისგან ცხიმოვანი მჟავების სინთეზის მკვეთრ ზრდას.

ლიპოპროტეიდები, რომლებიც წარმოადგენენ ფოსფოლიპიდების, ქოლესტერინისა და ნეიტრალური ცხიმების სატრანსპორტო ფორმას, ასევე სინთეზირდებიან ღვიძლში. ვარაუდობენ, რომ ფოსფოლიპიდები წარმოადგენენ შემაერთებელ რგოლს ცილებსა და ლიპიდურ კომპონენტებს შორის. იმის მიხედვით, შრატის ცილის რომელ ფრაქციასთან ერთად გადაადგილდებიან, განარჩევენ  $\gamma$  -,  $\beta$  - და პრე- $\beta$  ლიპოპროტეიდებს. პრე- $\beta$  ლიპოპროტეიდები წარმოადგენენ ენდოგენური ტრიგლიცერიდების მთავარ სატრანსპორტო ფორმას.

### **3.8.4. ღვიძლის როლი სხვა მეტაბოლურ პროცესებში**

#### **ღვიძლის ფერმენტწარმოქმნელი ფუნქცია**

ღვიძლში მიმდინარე ყველა მეტაბოლური პროცესი ხორციელდება ჰეპატოციტებში არსებული შესაბამისი ფერმენტების საშუალებით. ფერმენტების სინთეზი წარმოადგენს ღვიძლის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ფუნქციას, ხოლო ფერმენტული შემადგენლობის დინამიური მუდმივობა ღვიძლის სწორი ფუნქციონირების აუცილებელი პირობაა. ფერმენტები ცილოვანი ბუნებისაა და სინთეზირდებიან რიბოსომებში.

#### **ვიტამინების ცვლა**

ღვიძლი წარმოადგენს ვიტამინების A, D, K და PP ძირითად დეპოს, დიდი რაოდენობით დეპონირდება ასევე, ვიტამინები C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, და ფოლის მჟავა. ვიტამინ A-ს ცვლა ყველა ეტაპზე, მთლიანად დამოკიდებულია ღვიძლის ფუნქციებზე. ვიტამინ A-ს დიდი ნაწილი ცხიმოვანი წვეთების სახით, გროვდება ღვიძლის და კუპერის უჯრედების ციტოპლაზმაში. ნაწლავში ნაღველის არ-

სებუობა მნიშვნელოვანი პირობაა ცხიმში ხსნადი ვიტამინების

A, E, K, D -ს შეწოვისათვის. ვიტამინი E ახდენს ჟანგვითი პროცესების ინჰიბირებას და მისი დეფიციტი იწვევს ღვიძლის პარენქიმის დაზიანებას. ვიტამინი K მონაწილეობს პროტრომბინული კომპლექსის ფაქტორის სინთეზში, რომელსაც ახორციელებს ჰეპატოციტები და ნაწლავში ამ ვიტამინის არასაკმარისი შეწოვა წარმოადგენს ჰიპოპროტრომბინემიის და ჰემორაგიული დიათეზის ერთ-ერთ მიზეზს.

B -ჯგუფის ვიტამინების უმეტესობის ცვლა უშუალო კავშირშია ღვიძლის ფუნქციებთან; ამ ვიტამინთა უმეტესობა შედის კოფერმენტების შემადგენლობაში. ოქსიდაციური რესპირატორული ფერმენტების ფუნქციები უკავშირდება ქსოვილებში  $B_1$  ვიტამინის არსებობას, რომელიც დეჰონირებულია კოკარბოქსილაზის ფორმით და მონაწილეობს  $\alpha$  -კეტომჟავების დეკარბოქსილირებაში; ვიტამინი  $B_2$  აქტიურად მონაწილეობს ამინომჟავების ჟანგვითი დეჰამინირების პროცესში; ვიტამინი  $B_3$  შედის აცეტილკოენზიმ A -ს შემადგენლობაში და უშუალო კავშირშია კრების ცილის ბოლო ეტაპტან - ცილების, ცხიმების და ნახშირწყლების მეტაბოლიზმის საბოლოო პროდუქტების წარმოქმნა, არომატული ამინების, სულფამიდების და სხვ. დეტოქსიკაცია. ვიტამინი  $B_6$  წარმოადგენს ამინომჟავების ტრანსამინირებისა და დეკარბოქსილირების, ძირითადი ცხიმოვანი მჟავების კატალიზის წარმართველი ფერმენტების კოენზიმს, შედის ჰისტამინისა და ფოსფორილაზის შემადგენლობაში.

### ჰორმონების ცვლა

სტეროიდული ჰორმონები არ წარმოიქმნება ღვიძლში, მაგრამ მას აქვს დიდი მნიშვნელობა ჰორმონების მეტაბოლიზმში. ღვიძლში გლუკოკორტიკოიდების გარდა, დამლას განიცდიან ინსულინი, თიროქსინი, ალდოსტერონი, ესტროგენები, ადჰ. ღვიძლი ახდენს სტეროიდული ჰორმონების, გლუკურონის მჟა-

ვას და გოგირდმჟავას ინაქტივაციას და კონუგაციას; აქტიურ გავლენას ახდენს გლუკოკორტიკოიდების დონის ჰომეოსტატურ რეგულაცზე; ახდენს სპეციფიკური სატრანსპორტო ცილის, ტრანსკორტინის სინთეზს, რომელიც ბოჭავს ჰიდროკორტიზონს, რითაც ახდენს მის ღრობით ინაქტივაციას. ღვიძლის დაზიანების შემთხვევაში, შესაძლებელია, განვითარდეს მეორადი ჰიპერალდოსტერონიზმი, მცირდება 17-კეტოსტეროიდის და 17-ოქსიკორტიკოსტეროიდის შარდით ექსკრეცია, იზრდება ესტროგენების შემცველობა და ექსკრეცია. ღვიძლში ინაქტივირდება ინსულინი და მისი ფუნქციის დაზიანებამ, შესაძლებელია, გამოიწვიოს ჰიპოგლიცემია. ღვიძლის ფუნქციურ აქტივობაზე დამოკიდებულია თიროზინიდან დოფამინის სინთეზი, რომელიც უშუალოდ ღვიძლში მიმდინარეობს, ასევე, ადრენალინის და ნორადრენალინის სინთეზი. ჰისტამინის და სეროტონინის ინაქტივაცია ხორციელდება ჟანგვითი დეზამინირებით, რომელშიც მონაწილეობენ ჰისტამინაზა და მადალაქტიური MAO.

### **ღვიძლის ანტიტოქსიური ფუნქცია**

ღვიძლში სხვადასხვა ნივთიერებების დეტოქსიკაცია ხორციელდება მათი ბიოტრანსფორმაციით, ფაგოციტოზით და ელიმინაციით. ღვიძლში ხდება ორგანიზმში მოხვედრილი ყველა ქსენობიოტიკის დაახლოებით 2/3-ის მეტაბოლიზმი. დეტოქსიკაციას ექვემდებარება კარის ვენის სისტემით ნაწლავებიდან მოხვედრილი ქსოვილთა ბუნებრივი მეტაბოლიზმის პროდუქტები, მაგალითად, ინდოლი, ამიაკი, სკატოლი და სხვა. ჰეპატოციტებში ჟანგვა-აღდგენის, ჰიდროლიზის, კონუგირების, მეთილირების და სხვა პროცესების შედეგად, ხდება ნივთიერებების ტრანსფორმაცია. ფერმენტები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ამ პროცესებს, ხასიათდებიან გამოხატული აქტივობით და ნაკლები სპეციფიურობით; აღნიშნული საშუალებას აძლევს მათ ჩაერთონ ისეთი ენდოგენური სუბსტრატების მეტაბოლიზმის პროცესში, როგო-

რიცა პროსტოგლანდინები, ცხიმოვანი და ნაღვლოვანი მჟავები, ქოლესტერინი, ჰორმონები და ქსენობიოტიკები.

ცნობილია უცხო ნივთიერებების ბიოტრანსფორმაციის ორი ფაზა:

- ენდოპლაზმური რეტისულუმის მონოოქსიგენაზური სისტემები;

კონუგაციის რეაქციები.

კუპერის უჯრედები ახდენენ მაკრომოლეკულური ნაერთების, სისხლის დაბერებულ-დაზიანებული უჯრედების, ფიბრინის დე-ჰიდრატაციის პროდუქტების, სიმსივნის, ინტერლეიკინების, სხვა ციტოკინების ფაგოციტოზს.

ღვიძლის მიერ სისხლის ქიმიური კლირენსი, შესაძლებელია, განხორციელდეს ღვიძლის მიერ ნივთიერებათა შერჩევითი მთა-ნთქმით სისხლიდან და ნაღველთან ერთად, შეუცვლელი ფორმით გამოყოფით; მაგალითად, ქოლესტერინი, შეუცვლელი ფორმით, ნაწილობრივ გამოძევდება ნაღველით.

სისხლიდან უხსნადი ნაწილაკების მოშორება ხდება კუპერის უჯრედების მიერ ფაგოციტოზის საშუალებით; ამ უჯრედების ფაგოციტარული ფუნქციები უკავშირდება მათი იმუნური დაცვის როლს. რეტისულო-ენდოთელიარული სისტემის სხვა უჯრედებთან ერთად, კუპერის უჯრედები ახდენენ სხვადასხვა ინფექციური აგენტების ფაგოციტოზს და სისხლიდან აძვებენ დამლილ ერი-თროციტებს.

## **თავი 4. მადა და შიმშილი**

ადამიანის მიერ საკვების მიღების მოთხოვნილება განპირობებულია ორი მოტივით: პირველი ეს არის შიმშილი და მეორე მადა (აპეტიტი). შიმშილის გრძნობა ეს ინსტიქტური დაცვითი მექანიზმია, რომელიც აიძულებს ადამიანს შეივსოს გახარჯული ენერგია ნებისმიერი საკვების მიღებით, რომელიც შეიცავს გარკვეულ კალორიებს; მადა - ეს არის სურვილი შეჭამოს რაღაც განსაკუთრებული, მოცემულ მომენტში სასურველი. მადა ნაწილობრივ შეიძლება ჩაითვალოს შიმშილად, თუმცა ეს არის გემოვნებითი შიმშილი და არა ენერგიის შევსების მოთხოვნილება.

შიმშილსა და მადას შორის განსხვავება მარტივად შეიძლება წარმოვადგინოთ უბრალო მაგალითით: ადამიანი მძიერია და მან მიიღო რაიმე საკვები გარკვეული მოცულობით; ამ მოცულობამ დააკმაყოფილა შიმშილის გრძნობა, მაგრამ იმის გამო, რომ საკვები იყო გემრიელი - „მადის აღმძვრელი“, მან კიდევ დაიმატა 1-2 ულუფა. მადის ფენომენი აქტიურად და წარმატებით გამოიყენება რეკლამებში, რომელიც აღვივებს რეკლამირებული პროდუქტის მიმართ ინტერესს და მადას.

### **4.1. შიმშილისა და დანაყრების გრძნობის განვითარების მექანიზმები**

არსებობს რამდენიმე თეორია, რომელიც ხსნის შიმშილისა და დანაყრების მექანიზმების განვითარებას. გლუკოკოსტატიური თეორიის თანახმად, შიმშილისა და დანაყრების შეგრძნება რეგულირდება ჰიპოთალამუსში განლაგებული რეცეპტორებით, რომლებიც რეაგირებენ აქ მოდინებულ სისხლში გლუკოზის შემცველობაზე. საკვების მიღებას ახლავს სისხლში გლუკოზის კონ-



ცენტრაციის მატება და ჰიპოთალამუსი აგზავნის თავის ტვინის ქერქში იმპულსებს დანაყრების დადგომის და საკვების მიღების შეწყვეტის აუცილებლობის შესახებ. სისხლში გლუკოზის კონცენტრაციის შემცირება, ჰიპოთალამუსის რეცეპტორები რეაგირებენ იმპულსების წარმოქმნით (რომელიც გადაეცემა თავის ტვინის ქერქის გარკვეულ უბნებს), საკვების მოძიებისა და მიღების შესახებ. ენის, კუჭის, ნაწლავების ლორწოვანი გარსები და ღვიძლის უჯრედები, ასევე, შეიცავენ რეცეპტორებს, რომლებიც რეაგირებენ გლუკოზის კონცენტრაციაზე სისხლში. გლუკოსტატიური თეორია ხსნის შიმშილისა და დანაყრების გრძნობის ხანმოკლე ცვლილებას. სისხლში შაქრის დონის შემცირება და კუჭის „სიციარიელის“ შეგრძნება საკვების მიღებიდან დაახლოებით 4სთ-ის შემდეგ დგება. შიმშილის წარმოქმნის ასეთმა ოთხსაათიანმა ციკლმა წარმოქმნა ოთხჯერადი კვების პრინციპი: საუზმე, სადილი, სამხარი (ხემსი) და ვახშამი.

ლიპოსტატიური თეორიები ხსნიან შიმშილის და დანაყრების ცვალებადობის ხანგრძლივდროიან ინტერვალებს, რომელიც კავშირშია მოხმარებული საკვების რაოდენობის რეგულაციასთან და სხეულის წონასთან. ამ თეორიების თანახმად, საკვების მოხმარება რეგულირდება სხეულში ცხიმის შემცველობის დონით. საკვების მოხმარება მცირდება ან იზრდება მანამ, სანამ ორგანიზმში ცხიმის შემცველობა არ მიაღწევს სასურველ ფიზიოლოგიურ დონეს. ერთ-ერთი ამ თეორიის მიხედვით, შიმშილის და დანაყრების გრძნობის რეგულაციაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება სისხლში თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობას. ჰიპოთალამუსის რეცეპტორები გარდა გლუკოზის შემცველობისა, ასევე რეაგირებენ თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების კონცენტრაციაზე სისხლში. სხვა თეორიის მოსაზრებით, მოხმარებული საკვების რაოდენობა რეგულირდება ცხიმის მიერ, ცხიმოვანი ქსოვილის შევსების ხარისხით.

საკვების მიღების ლიპოსტატიური რეგულაციის დარღვევა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სიმსუქნის განვითარებაში. ვარაუდობენ, რომ სიმსუქნისადმი მიდრეკილი ადამიანის ორგანიზმს არ შეუძლია ადეკვატური რეაგირება, როგორც ორგანიზმში ცხიმის საერთო რაოდენობაზე, ისე ცხიმოვანი უჯრედების შევსების ხარისხზე.

შიმშილის გრძნობასა და მადაზე გავლენას ახდენს საარსებო გარემო. შიმშილის გრძნობა უფრო სწრაფად ვითარდება ცივ ამინდში, ვიდრე სიცხეში. ზამთარში მოთხოვნილება ჩნდება კალორიულ და ცხელ საჭმელზე, ხოლო ზაფხულში - მსუბუქ საკვებზე (სალათები, ხილი, გრილი-ცივი კერძები); ასეთი განსხვავებები განპირობებულია განსხვავებულ კლიმატურ პირობებში განსხვავებული ენერგოხარჯით. ფიზიკური აქტივობა იწვევს შიმშილის გრძნობის უფრო სწრაფად განვითარებას.

### **ოთხი ძირითადი გემო**

გემო არის უნარი შეიგრძნო და შეაფასო საკვების და სასმელის თავისებურებები. წარმოდგენას გემოს შესახებ ქმნის ენის ლორწოვან გარსზე განლაგებული გემოვნების დვრილები - უჯრედთა ჯგუფი, რომელიც მიმაგრებულია ენაზე და წამოწეულია ლორწოვანი გარსის ზემოთ.

განარჩევნ ოთხ ძირითად გემოს: მწარე, მარილიანი (მლაშე), მჟავე და ტკბილი. ქიმიური ნივთიერებები მოქმედებენ გემოვნების დვრილების რეცეპტორებზე და წარმოიქმნება მოცემული გემოსთვის დამახასიათებელი, სპეციფიური იმპულსები, რომლებიც ნერვული ბოჭკოებით მიემართება თავის ტვინში, სადაც წარმოიქმნება გემოს შეგრძნება. სუნიც ასევე იწვევს თავის ტვინში იმპულსების გენერირებას. ყნოსვის დარღვევის შემთხვევაში, გაძნელებული ან შეუძლებელია საკვების გემოს აღქმა.

სხვადასხვა საკვებს შეუძლია გააძლიეროს ან შენიღბოს ერთმანეთის გემო. მაგალითად, მჟავე გემო შეიძლება გაანეიტრალოს

პურმა, ტბილის შემდეგ მჟავეს მიღება დასაწყისში აძლიერებს სიმჟავის შეგრძნებას.

რა არის საკვების გემო? ხშირ შემთხვევაში ადამიანები უპირატესობას ანიჭებენ რომელიმე გემოს; მაგალითად, ზოგი ტბილს ანიჭებს უპირატესობას, ზოგი - მჟავეს; უმეტესად თავს არიდებენ მწარე და მწკლარტე გემოებს. გემოზე უპირატესობების მინიჭება ჩამოყალიბდა ადამიანის ევოლუციის პროცესში. გაირკვა, რომ ტბილი გემოს მქონე შაქარი ისე, როგორც ცხიმოვანი საკვები, მაღალკალორიულია. მარილი, რომელიც იძლევა მლაშე გემოს, ასევე, აუცილებელია ორგანიზმისთვის (როგორც ნატრიუმის წყარო); მეორე მხრივ, მწარე გემო უმეტესწილად ახასიათებს ტოქსიკური ნივთიერებების შემცველ საკვებს. ტოქსიკური მცენარეების უმეტესობას მწარე გემო აქვს; ასევე, გაფუჭებული საკვები ხასიათდება მწარე გემოთი. მწარე გემოს მიმართ ზიზღი წარმოადგენს გარკვეულ დაცვით მექანიზმს, რომელიც საშუალებას იძლევა თავიდან იქნას აცილებული ტოქსიკური მცენარეებისა და და სხვა მავნე საკვების მიღება.

## 4.2. საკვების აუტანლობა

ზოგიერთ ადამიანს აღენიშნება გარკვეული საკვების მიღების აუტანლობა, რადგან ესა თუ ის საკვები შესაძლებელია იწვევდეს ავადმყოფური მდგომარეობებისა და რეაქციების განვითარებას. საკვების აუტანლობა არის განმეორებადი მტკივნეული რეაქცია საკვების გარკვეულ სახეობაზე ან მის კომპონენტ(ებ)ზე, რომელიც აღენიშნება ერთ ადამიანს და არ აღენიშნება მეორეს. საკვების ქეშმარიტი აუტანლობა არ არის კავშირში გარკვეული საკვებისადმი უარყოფით ფსიქოლოგიურ დამოკიდებულებასთან, რომელიც შეიძლება უკავშირდებოდეს წარსულში არასასიამოვნო მოგონებებს. საკვების აუტანლობა არ მოიცავს კვებით მოწამვლებს, რომელიც გამოწვეულია საკვების ბაქტერიული დაბინძურებით,

ტოქსიკური კომპონენტების არსებობით.

საკვების აუტანლობა შესაძლებელია გამოწვეული იყოს შემდეგი მიზეზებით:

1. ფერმენტების არარსებობა, რომლებიც მონაწილეობენ საკვების მონელებაში ან მეტაბოლიზმში;
2. საკვების კომპონენტებზე ფარმაკოლოგიური რეაქციები, მაგ. კოფეინზე, ალკოჰოლზე; ზოგ შემთხვევაში განვითარდეს ძალიან ძლიერი რეაქციები. ასეთ რეაქციებს უწოდებენ პარადოქსულს.
3. კვებითი ალერგია, დაკავშირებული საკვები ინგრედიენტების მიმართ ანტისხეულების წარმოქმნასთან და ანტისხეულებსა და საკვებ კომპონენტებს შორის არანორმალური იმუნური რეაქციების განვითარება.
4. მტკივნეული რეაქციები საკვების ზოგიერთ კომპონენტზე, მაგალითად ცხარეზე;
5. არასასიამოვნო ან / და მტკივნეული რეაქციები დაკავშირებული მსხვილ ნაწლავში ნაწლავის მიკროფლორის მიერ ნარჩენი საკვების გაძლიერებული ფერმენტაციის შედეგად. მაგალითად, პარკოსნების მოხმარებამ, შესაძლებელია, გამოიწვიოს ძლიერი სპაზმი, ტკივილი და ქარბი რაოდენობით აირების წარმოქმნა, შებერილობა.

არსებობს საკვების აუტანლობის ტიპური გამოვლინებები, რომელთაც მიეკუთვნება: კანისმიერი რეაქციები გამონაყარით, სიწითლითა და ქავილით, ალერგიული რინიტი, აგზნება, თავის ტკივილი, მუცლის ტკივილი, შებერილობა, ყურყური; შესაძლებელია, რიგ შემთხვევებში ანაფილაქსიური შოკის განვითარებაც.

## თავი 5. ნუტრიენტები ბიოლოგიური როლი, მეტაბოლიზმი

### 5.1. ცილები

#### 5.1.1. ცილების აგებულება და ამინომჟავური შემადგენლობა

ცილები ანუ პროტეინები (ლათ. პირველსაწყისი) წარმოადგენენ მაღალმოლეკულურ აზოტოვან ნაერთებს, რომელთა მონომერები ამინომჟავებია. ცილები სინთეზირდებიან ამინომჟავებისგან და სმს-ში მონელების (ჰიდროლიზის) ან/და ორგანიზმში კატაბოლიზმის შედეგად იშლებიან ამინომჟავებად. ბუნებაში არსებული, დღეისათვის ცნობილი 150 ამინომჟავიდან ადამიანის მიერ მოხმარებულ ცილებში შედის 21 ამინომჟავა. ამინომჟავების თვისებები განისაზღვრება მათ მოლეკულებში შემავალი ფუნქციონალური ჯგუფებით: ამინოჯგუფი -  $\text{NH}_2$ , კარბოქსილური ჯგუფი -  $\text{COOH}$  და ამინომჟავური რადიკალი R, რომელსაც შეიძლება ჰქონდეს განსხვავებული აგებულება.

ამინომჟავები, რომლებშიც ამინომჟავური რადიკალი წარმოდგენილია ციკლური სტრუქტურით, იწოდებიან არომატულ ამინომჟავებად - თიროზინი, ტრიპტოფანი, ფენილალანინი; გოგირდშემცველ ამინომჟავების შემადგენლობაში შედის გოგირდი - ცისტეინი და მეთიონინი. ზოგიერთი ამინომჟავის გვერდით ჯაჭვში შედის აზოტის მეორე ატომი, რაც განაპირობებს ამ ამინომჟავების ძირითად თვისებებს - ლიზინი, ჰისტიდინი, არგინინი. ზოგიერთი ამინომჟავის გვერდითი ჯაჭვი განმტოებულია და ასეთ ამინომჟავებს განმტოებულჯაჭვიან ამინომჟავებს უწოდებენ - ბალინი, ლეიცილინი, იზოლეუცინი.

ამინომჟავები, იმის გამო, რომ მოლეკულაში ერთდროულად

შეიცავენ მჟავა და ტუტე ჯგუფებს, ორგანიზმის თხევად გარემოში ასრულებენ ბუფერული ნივთიერებების ფუნქციას - ხელს უწყობენ Ph-ის შენარჩუნებას. ცილაში ამინომჟავები ერთმანეთს უკავშირდებიან პეპტიდური ბმებით.

ცილის თვისებები განისაზღვრება მისი ამინომჟავური შემადგენლობით, ამინომჟავების საერთო რაოდენობით და მიმდევრობით, რომლითაც ისინი განლაგებულნი არიან ერთმანეთის მიმართ. ადამიანის ორგანიზმში დღეისათვის აღმოჩენილია 30 000 სხვადასხვა ცილა. ცილის შემადგენლობაში შედის ნახშირწყალი, ჟანგბადი, აზოტი, წყალბადი და გოგირდი. ზოგიერთი ცილა ასევე შეიცავს (მცირე რაოდენობით) ფოსფორს, სელენს და სხვა ელემენტებს.

პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში ამინომჟავების დაკავშირების მიმდევრობა გენეტიკურად განპირობებულია და ეწოდება ცილის პირველადი სტრუქტურა. პოლიპეპტიდური ჯაჭვები ერთმანეთს უკავშირდებიან სპირალის წარმოქმნით და ეწოდება მეორეული სტრუქტურა; შემდგომი მოლეკულური წყობის შედეგად წარმოიქმნება მესამეული სტრუქტურა. ცილის მოლეკულა შესაძლებელია შედგებოდეს ერთი ან რამდენიმე პოლიპეპტიდური ჯაჭვისაგან. ცილოვანი ერთეულების აგრეგაცია განსაზღვრავს მეოთხეულ სტრუქტურას.

სირთულის მიხედვით ცილები იყოფა პროტეინებად (მარტივ ცილებათ, რომლებიც შედგებიან მხოლოდ ამინომჟავებისგან) და პროტეიდებად (რთული ცილები, რომლებიც შედგებიან ცილოვანი (აპოცილა) და არაცილოვანი (პროსტეტული ჯგუფი) კომპონენტებისაგან). რთული ცილის დასახელებაში როგორც წესი, შედის არაცილოვანი კომპონენტის დასახელება: ნუკლეოპროტეიდი - შეიცავს ნუკლეინის მჟავებს, ლიპოპროტეიდები - ცილის გარდა შეიცავენ ცხიმებს, ფოსფოპროტეიდები - ფოსფორმჟავას ნარჩენებს.

ცილის მოლეკულის ნატიური, სივრცითი სტრუქტურის ცვლილებას გარეშე ფაქტორების (თერმული, მექანიკური, ქიმიური და სხვ.) ზემოქმედების შედეგად, ეწოდება ცილის დენატურაცია. დენატურაციის შედეგად ცილის პირველადი სტრუქტურა და შესაბამისად, მისი ქიმიური თვისებები არ იცვლება, იცვლება მხოლოდ ცილის ფიზიკური თვისებები: მცირდება ხსნადობა, ჰიდრატაციის უნარი, კარგავს ბიოლოგიურ აქტივობას. ამასთან, აღვილდება ცილაზე პროტეოლიზური ფერმენტების ზემოქმედება, რის გამოც ცილა ადვილად მონეელდება.

### 5.1.2. ცილის ფუნქციები

ადამიანის ორგანიზმის  $1/5$  შედგება ცილისგან. ცილა შედის პრაქტიკულად ყველა ქსოვილის და ორგანოს შემადგენლობაში. (შარდი და ნაღველი ნორმაში არ შეიცავენ ცილას). მთელი ცილის ნახევარი შედის კუნთების შემადგენლობაში,  $1/5$  - ძვლების და ხრტილების შემადგენლობაში,  $1/10$  - კანის შემადგენლობაში. კანის, თმისა და ფჩხილის შემადგენლობაში შედის ასევე ცილა კერატინი, რომელიც კნტ არ მონეელდება და არ შეითვისება.

ცილის ფუნქციები მრავალფეროვანია:

კატაბოლური ფუნქცია (ფერმენტული კატალიზი) ბიოლოგიურ სისტემებში თითქმის ყველა რეაქცია კატალიზურია და კატალიზატორებს წარმოადგენენ სპეციფიკური მაკრომოლეკულები ე.წ. ფერმენტები. თითქმის ყველა ფერმენტი ძლიერი კატალიზატორია და რეაქციის სიჩქარეს ზრდის რამდენიმე მილიონით. დღეისათვის ცნობილია რამდენიმე ათასი ფერმენტი და თითოეული მათგანი ცილოვანი ბუნებისაა; მაშასადამე, სწორედ ცილები განსაზღვრავენ ბიოლოგიურ სისტემებში ქიმიური პროცესების მიმდინარეობას.

სატრანსპორტო ფუნქცია (ჰემოგლობინი, მიოგლობინი) მრავალი მოლეკულისა და იონის ტრანსპორტი ხორციელდება

ცილების საშუალებით. მაგალითად: ერითროციტებში შემავალ ცილა ჰემოგლობინს გადააქვს ჟანგბადი უჯრედებთან; სისხლის პლაზმადი რკინის ტრანპორტირება ხორციელდება ტრანსფერინთან კომპლექსის სახით;

დაგროვებითი ფუნქცია - ღვიძლში რკინის დაგროვება ხდება ასევე კომპლექსის სახით ცილასთან – ფერიტინთან;

მოძრაობის კოორდინაცია - როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ცილები კუნთის მთავარი კომპონენტები არიან. კუნთის შეკუმშვა ხორციელდება ორი ტიპის ცილოვანი ძაფების ერთმანეთის მიმართ სრიალით; რაც შეეხება მოძრაობის კოორდინაციას მიკროსკოპულ დონეზე, მაგალითად, მიტოზის დროს ქრომოსომათა დაცილება, ასევე ხორციელდება შემკუმშავი სტრუქტურებით, რომლებიც ცილოვანი ბუნების არიან;

სტრუქტურული (საყრდენი, პლასტიკური) - კანისა და ძვლების ელასტიურობა-დრეკადობა განპირობებულია ცილა კოლაგენით. ცილა წარმოადგენს უჯრედის, მისი ორგანოიდებისა და უჯრედშორისი ნივთიერების ძირითად საშენ მასალას, შედის ბიოლოგიური მემბრანის შემადგენლობაში;

დაცვითი ფუნქცია (იმუნოგლობულინი, ინტერფერონი) ინდივიდუალურ ცილათა მეტისმეტი მრავალფეროვნება და უნიკალურობა განაპირობებს ქსოვილოვან ინდივიდუალურობას და სახეობრივ სპეციფიურობას, რაც საფუძვლად უდევს იმუნიტეტისა და ალერგიის გამოვლინებებს. ორგანიზმში უცხო ცილების (ანტიგენების) მოხვედრის საპასუხოდ იმუნოკომპეტენტურ ორგანოებსა და უჯრედებში მიმდინარეობს ანტისხეულების (ცილოვანი ნივთიერების) აქტიური სინთეზი. ანტიგენისა და ანტისხეულის სპეციფიური ურთიერთქმედება შეადგენს იმუნური რეაქციის საფუძველს, რომელიც უზრუნველყოფს ორგანიზმის დაცვას უცხო აგენტებისაგან;

რეგულატორული ფუნქცია (ჰორმონები) - ჰორმონთა უმრავ-



ვლესობა ცილოვანი ბუნებისაა. მათ რიცხვს მიეკუთვნებიან: ინ-სულინი, ჰიპოფიზის ჰორმონები, პარათირეოიდული ჰორმონი და სხვ.

ზრდის რეგულაცია და დიფერენცირება - გენეტიკური ინფორმაციის ექსპრესიის მიმდინარეობის თანმიმდევრობის მკაცრ რეგულაციას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს უჯრედთა მოწესრიგებული ზრდისა და დიფერენცირებისათვის, რამიც წამყვან როლს ასრულებს ცილოვანი კომპლექსი

### **5.1.3. ცილის კვებითი ღირებულება**

#### **5.1.3.1. შეუცვლელი და შენაცვლებადი ამინომჟავები**

ადამიანის ორგანიზმის უზრუნველყოფა ამინომჟავების საჭირო რაოდენობით ხდება საკვებში შემავალი ცილების საშუალებით. ნუტრიციული თავლსაზრისით, ამინომჟავები იყოფა შეუცვლელ და შენაცვლებად ამინომჟავებად. შენაცვლებადი და შეუცვლელი ამინომჟავები ერთნაირად მნიშვნელოვანია ორგანიზმისათვის საჭირო ცილების სინთეზისათვის. ადამიანისათვის მნიშვნელოვანი და ცნობილი 21 ამინომჟავიდან 9 ამინომჟავა ჩვილებისათვის და 8 სხვა ყველა ასაკის ადამიანისათვის, წარმოადგენს შეუცვლელ ამინომჟავას, ხოლო ყველა დანარჩენი - შენაცვლებადია (ანუ არ წარმოადგენენ ესენციალურ ამინომჟავებს). შეუცვლელია ამინომჟავა, რომელიც არ სინთეზირდება ადამიანის ორგანიზმში და აუცილებლად მიღებული უნდა იყოს საკვებით. შეუცვლელი ამინომჟავებია: ლეიცინი, იზოლეიცინი, ვალინი, ტრიპტოფანი, ფენილალანინი, მეთიონინი, ტრეონინი, ლიზინი და ჩვილებისათვის ჰისტიდინი. საკვებში შეუცვლელი ამინომჟავების დეფიციტი იწვევს ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური განვითარების და ფუნქციონირების დარღვევას.

ზემოთ ჩამოთვლილი ამინომჟავების გარდა, სხვა ყველა ამინომჟავა მიეკუთვნება შენაცვლებად ანუ არაესენციალურ ამინომ-

ჟავენს. საკვებთან ერთად ცილოვანი აზოტის საკმარისი რაოდენობით მიღების შემთხვევაში, ერთი შენაცვლებადი ამინომჟავა (თუ არ იქნა საკმარისი რაოდენობით მიღებული) სინთეზირდება სხვა შენაცვლებადი ამინომჟავეებისაგან ან შენაცვლებადი ამინომჟავეების ტრანსამინირების შედეგად წარმოქმნილი აზოტის გამოყენებით.

ამინომჟავეები, რომლებიც შედიან ადამიანის ცილების შემადგენლობაში იხ. დანართი ცხრილი 3.

მეტაბოლურ ღონეზე, ბიოქიმიური თვალსაზრისით, გამოყოფენ აბსოლუტურად შეუცვლელ ამინომჟავეების; ეს ის ამინომჟავეებია, რომლებიც ორგანიზმის მიერ ვერ სინთეზირდება ვერცერთ შემთხვევაში. აბსოლუტურად შეუცვლელ ამინომჟავეებს მიეკუთვნება ლიზინი და ტრეონინი; ეს ორი ამინომჟავა არ მონაწილეობს ტრანსამინირების პროცესში. სხვა შეუცვლელი ამინომჟავეები უმნიშვნელო რაოდენობით შეიძლება წარმოიქმნას ტრანსამინირების რეაქციების შედეგად, ანუ ეს ამინომჟავეები „პირობით შეუცვლელი“ ამინომჟავეებია. ზოგიერთი პირობით შეუცვლელი ამინომჟავა შესაძლებელია, სინთეზირდეს შეუცვლელი ამინომჟავეებისაგან, მაგ. თიროზინი - ფენილალანინისაგან; სხვა პირობით შენაცვლებადი ამინომჟავეები, როგორიცაა არგინინი, პროლინი და გლიცერინი სინთეზირდებიან შენაცვლებადი ამინომჟავეებისაგან; ცისტეინი შესაძლებელია სინთეზირდეს შეუცვლელი ამინომჟავა მეთიონინისგან და შენაცვლებადი ამინომჟავა - სერინისაგან; თუმცაღა, ამ გზით სინთეზირებული ამინომჟავეების რაოდენობა მცირეა და არ არის არსებითი ორგანიზმის უზრუნველყოფისათვის.

შენაცვლებადი ამინომჟავეების გარკვეული რაოდენობის საკვებით მიღება აუცილებელი და მნიშვნელოვანია ორგანიზმისათვის, რადგან სხვა შემთხვევაში, მათი სინთეზისათვის გამოყენებული იქნება შეუცვლელი ამინომჟავეები. მეტაბოლური

თვალსაზრისით, აბსოლუტურად შენაცვლებადი ამინომჟავებია გლუტამინის მჟავა და სერინი, რადგან მათი სინთეზი, შესაძლებელია, შესაბამისი კეტომჟავების აღდგენითი ამინირებით. არაერთი კვლევით დადასტურებულია, რომ ორგანიზმში შეუცვლელი ამინომჟავების სინთეზი რაოდენობით, რომელიც უზრუნველყოფს ორგანიზმის მოთხოვნილებას, შეუძლებელია.

შეუცვლელი ამინომჟავების სადღეღამისო მოთხოვნილების სარეკომენდაციო სიდიდეები (იხ. დანართი ცხრილი 4; 5 ).

### **5.1.3.2. ცილის კვებითი ხარისხის შეფასება**

ცილის კვებითი ხარისხი განისაზღვრება მასში შემავალი შეუცვლელი ამინომჟავების ნაკრებით, განსაზღვრულ რაოდენობაში და შენაცვლებად ამინომჟავებთან გარკვეული თანაფარდობით. ცილის კვებითი ღირებულების შესაფასებლად გამოიყენება რიგი ბიოლოგიური და ქიმიური მეთოდები; ყველაზე ხშირად გამოიყენება ბიოლოგიური ღირებულების, ცილის სუფთა (სრული) უტილიზაციის, ცილის ეფექტურობის კოეფიციენტი და ცილის ამინომჟავური ქულა.

ცილის ბიოლოგიური ღირებულების ქვეშ მოიაზრება შეწოვილი ცილიდან ორგანიზმში შეკავებული აზოტის წილი. ცილის ბიოლოგიური ღირებულების განსაზღვრა ეფუძნება იმას, რომ ორგანიზმში აზოტის შეკავება მაღალია როდესაც საკვები ცილა შეიცავს შეუცვლელი ამინომჟავების ადეკვატურ რაოდენობას, რომელიც საჭირო ორგანიზმის სრულფასოვანი განვითარებისათვის. თუ საკვების ბიოლოგიური ღირებულება შეადგენს 70%-ს და მეტს, ანუ საკვებით მოხმარებული აზოტის 70% და მეტი შეკავდება ორგანიზმში, ეს ნიშნავს, რომ ასეთ ცილას შეუძლია უზრუნველყოს ორგანიზმის ზრდა-განვითარება, ენერგიის საკმარისი რაოდენობით მოხმარების პირობებში.

ცილის სუფთა (სრული) უტილიზაცია, როგორც ცილის ხა-

რისხის მაჩვენებელი, განსაზღვრავს არა მხოლოდ აზოტის შეკავებას ორგანიზმში, არამედ მონელებული ცილის რაოდენობასაც.

ცილის ამინომჟავური ქულა - ფასდება ცილის ამინომჟავური შემადგენლობა „იდეალურ ცილასთან“ მიმართებაში (ელარება იდეალურ ცილას). იდეალურ ცილაში მოიაზრება მაღალი კვებითი ღირებულების ჰიპოთეტური ცილა, რომელიც აკმაყოფილებს ორგანიზმის მოთხოვნილებას შეუცვლელ ამინომჟავებზე. ზრდასრული ჯანმრთელი ადამიანისთვის, «იდეალური» ცილის განსასაზღვრად გამოიყენება FAO/WHO კომიტეტის ამინომჟავური შკალა. ამინომჟავური შკალა აჩვენებს შეუცვლელი ამინომჟავების შემცველობას 100გ. სტანდარტულ ცილაში.

ამინომჟავური შემადგენლობით ყველაზე ახლოს იდეალურ ცილასთან არის ხორცის, კვერცხის და რძის ცილა. მცენარეული ცილა არ შეიცავს ერთ ან რამდენიმე შეუცვლელ მჟავას საერთოდ ან საკმარისი რაოდენობით. მაგალითად, მარცვლოვანი და მათგან წარმოებული პროდუქტები არ შეიცავენ საკმარისი რაოდენობით ლიზინს და თრეონინს. პარკოსნების ცილა ლიმიტირებულია (არ შეიცავს საკმარისი რაოდენობით) მეთიონინით და ცისტეინით.

პროდუქტის თერმული დამუშავების ან ხანგრძლივი შენახვის პირობებში, ზოგიერთი ამინომჟავისაგან შეიძლება წარმოიქმნას აუთვისებადი ორგანული ნაერთები ანუ ამინომჟავები ორგანიზმისათვის ხდება მიუწვდომელი. ეს ამცირებს ცილის ღირებულებას.

ცილის კვებითი ღირებულება შეიძლება გაუმჯობესდეს (გაიზარდოს ბიოლოგიური ღირებულება ან ამინომჟავური ქულა ლიმიტირებულ ამინომჟავებთან მიმართებაში) ლიმიტირებული ამინომჟავების დამატებით ან ლიმიტირებული ამინომჟავას მაღალი კომპონენტის შეტანით, ან სხვადასხვა ამინომჟავებით ლიმიტირებული ცილების შერევით; მაგალითად: ხორბლის ბიო-

ლოგიური დირეზულება შეიძლება გაიზარდოს 0,3-0,4% ლიზინის, სიმინდის ცილის - 0,4% ლიზინი და 0,7% ტრიპტოფანის დამატებით. კერძების მომზადება ცხოველური და მცენარეული პროდუქტების ერთდროული გამოყენებით, საშუალებას იძლევა გაუმჯობესდეს სრულფასოვანი ცილების კომპოზიციები.

ზოგიერთი საკვები პროდუქტის საშუალო ამინომჟავური შემადგენლობა. (იხ. დანართი ცხრილი 8)

### 5.1.3.3. ცილის მონელება და ამინომჟავების შეწოვა

გრძელჯატვიანი ამინომჟავების შემცველი ყველა ამინომჟავა არ შეიწოვება სმტ-ში. აღნიშნული ცილები იშლებიან თავისუფალ ამინომჟავებად ან 2-3 ამინომჟავისგან (დი - და ტრიპეპტიდები) შემდგარ ფრაგმენტებად. ცილის დამლას (ჰიდროლიზს) ახორციელებენ პროტეაზას ჯგუფის ფერმენტები. ცილის მონელების ხარისხი მერყეობს 65%-დან 97%-მდე. ზოგიერთ საკვებ პროდუქტში, განსაკუთრებით მცენარეული წარმოშობის პროდუქტებში, ამინომჟავები წარმოქმნიან ისეთ კავშირებს, რომლებიც არ ჰიდროლიზდებიან ენზიმების (ფერმენტების) ზემოქმედებით. საკვები ცილის მონელების კოეფიციენტი იხ. დანართი ცხრილი 7.

თავისუფალი ამინომჟავები, დი- და ტრიპეპტიდები, რომლებიც წარმოიქმნებიან ცილის ჰიდროლიზის შედეგად, შეიწოვება, გადადის სისხლში და მიიტანება ქსოვილებსა და ორგანოებში, პირველ რიგში ღვიძლში. დი- და ტრიპეპტიდები შეიწოვება გაცილებით უფრო სწრაფად, ვიდრე თავისუფალი ამინომჟავები. ამინომჟავების ყველაზე დიდი ნაწილი „მიითვისება“ ღვიძლის მიერ და აქ სინთეზირდება სისხლის პლაზმის ცილები და სპეციფიკური ცილა-ფერმენტები. ამინომჟავები, რომლებიც არ მონაწილეობენ ცილის ახალი მოლეკულების სინთეზში, დეზამინირდებიან ღვიძლში (შორდებათ ამინოჯგუფი). დეზამინირების პროცესში მონაწილეობენ B<sub>6</sub> ვიტამინის აქტიური ფორმები. ამინომჟავების

აზოტშემცველი ნარჩენი გარდაიქნება შარდოვანად და გამოიყოფა შარდით.

ამინომჟავების მოლეკულების ის ნაწილი, რომელიც არ შეიცავს აზოტს, გარდაიქმნება ნახშირწყლად ან ცხიმად; ენერგიაზე მოთხოვნილების შემთხვევაში იჟანგება, სხვა შემთხვევაში - დეჰიდრდება ცხიმის სახით.

ადამიანის ორგანიზმში არ არის ცილის მარაგისათვის მნიშვნელოვანი მოცულობის დეპო. გარკვეულწილად, ცილის დეპოს ფუნქციას ასრულებს სისხლის შრატის და ღვიძლი. სისხლის შრატის ალბუმინი წარმოადგენს ცილის ლაბილურ რეზერვს და ამინომჟავებზე სასიცოცხლოდ აუცილებელი მოთხოვნილების უზრუნველსაყოფად, ხდება მისი (ალბუმინის) დაშლა. სისხლის პლაზმის გლობულინი არ ექვემდებარება დაშალს მაშინაც კი, როცა ამოწურულია ალბუმინის მარაგი.

ცხოველური და მცენარეული ცილები ორგანიზმის მიერ სხვადასხვა ხარისხით აითვისება. რძის, რძის პროდუქტების, კვერცხის ცილა აითვისება 96%-ით, ხორცის და თევზის ცილა 93-95%-ით, პურის ცილა - 62-86%-ით, პარკოსნებიდან - 70%-ით. ამ ცხოველური და მცენარეული საკვების ნარევი, შესაძლებელია, ბიოლოგიურად უფრო სრულდირებულოვანი იყოს, რადგან ერთი ცილის ამინომჟავები ამდიდრებენ მეორეს.

ორგანიზმის მიერ ცილის ათვისების ხარისხზე გავლენას ახდენს საკვები პროდუქტების მიღების ტექნოლოგიური მეთოდები და კულინარიული დამუშავება. სწორი ტექნოლოგიური და კულინარიული დამუშავების შემთხვევაში, საკვებში არ ხდება ამინომჟავების დესტრუქცია. საკვები პროდუქტების ზომიერი თერმული დამუშავება, განსაკუთრებით მცენარეული პროდუქტების, რამდენადმე ზრდის ცილის ათვისებას, რადგან ცილის ნაწილობრივი დენატურაცია ამარტივებს პროტეაზების წვდომას პეპტიდურ ბმებზე. ინტენსიური თერმული დამუშავების შემთხვევაში,

ცილის ათვისების ხარისხი მცირდება. პროდუქტების შეწვის შემთხვევაში, განსაკუთრებით მობრაწული ქერქის წარმოქმნით, ამინომჟავების ნაწილი იშლება ან ამ მობრაწული ნაწილიდან ცილის ათვისება მცირდება.

#### **5.1.3.4. ამინომჟავების მეტაბოლიზმი და ცილის აღდგენა**

ორგანიზმში მოხვედრილი თავისუფალი ამინომჟავები შეერევა ორგანიზმში ცილის დაშლის (დეგრადაციის) შედეგად წარმოქმნილ ამინომჟავებს და მეტაბოლიზირდებიან სხვადასხვა გზით, კერძოდ:

1. ამინომჟავების ნაწილი მონაწილეობენ ქსოვილოვანი ცილების სინთეზში. ცილების განახლების პროცესის შედეგად, ამინომჟავები ხვდებიან თავისუფალი ამინომჟავების ფონდში და ამ გზით გამოიყენებიან ცილის ბიოსინთეზში;
2. თავისუფალი ამინომჟავების ნაწილი ერთვება კატაბოლურ რეაქციებში. ამინომჟავების ნახშირბადული ჩონჩხი იჟანგება ნახშირორჟანგამდე ან გარდაიქმნება ნახშირწყლებად, ან ცხიმებად, ხოლო აზოტი გამოიყოფა შარდმჟავას სახით. ამინომჟავების კატაბოლიზმი ენერგიის მისაღებად იზრდება, როდესაც საკვებით არ ხდება საკმარისი რაოდენობით ენერგიის მიღება ან მოიხმარება ამინომჟავები ისეთი რაოდენობით, რომელიც აღემატება ცილის ბიოსინთეზის მოთხოვნილებას. ალანინის, ცისტეინის და მეთიონინის (გლუკოგენური ამინომჟავები) დაჟანგვის დროს, მათი ნახშირბადური ნაშთი გარდაიქმნება გლუკოზად, რომელიც შემდგომში დაიჟანგება ან გარდაიქმნება გლიკოგენად. ლეიცინი, ფენილალანინი და თიროზინი (კეტოგენური ამინომჟავები), დუზამინირების შედეგად, გარდაიქმნებიან ცხიმოვან მჟავებად, რომ-

ლებიც ან დაიქანდებიან ენერგიის წარმოქმნით, ან მონაწილეობენ ტრიგლიცერიდების სინთეზში და ინახებიან ცხიმის ღეჰოში.

3. ზოგიერთი ამინომჟავა გამოიყენება აზოტშემცველი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების, როგორიცაა პურინის ფუძეები, კრეატინი, ადრენალინი, ნიაცინი ბიოსინთეზისათვის. ამ ნივთიერებების ბიოსინთეზი ნიშნავს აზოტის შეუქცევად დანაჰარგს, რადგან ვეღარ მოხდება მისი რეუტილიზაცია ცილის ცვლისათვის. ამინომჟავები ასევე წარმოადგენენ რიგი მნიშვნელოვანი პეპტიდების წინამორბედებს. ორგანიზმში შენაცვლებადი ამინომჟავები ტრანსამინირების რეაქციებში სინთეზირდებიან სხვა ამინომჟავების ამინოჯგუფების გამოყენებით.

ამინომჟავების მეტაბოლიზმის მიმართულება დამოკიდებულია კვების ხასიათზე, პირველ რიგში ორგანიზმის უზრუნველყოფაზე ცილითა და ენერგიით.

ორგანიზმში მუდმივად მიმდინარეობს ცილის მოლეკულების დაშლა და ახალი ცილის მოლეკულების სინთეზი. ქსოვილოვანი ცილები მუდმივად იშლებიან და სინთეზირდება ახალი ცილები. ყველა ამ პროცესში მონაწილეობენ ორგანიზმში საკვები ცილებიდან წარმოქმნილი ამინომჟავები.

ცილის ცვლა (ბრუნვა) მოიცავს სინთეზისა და დაშლის პროცესებს; როდესაც სინთეზი და დაშლა რაოდენობრივად ტოლია, ცილის შემცველობა ორგანიზმში რჩება მუდმივ დონეზე; როდესაც დაშლა აღემატება სინთეზს, ორგანიზმი კარგავს ცილას და პირიქით, როდესაც ცილის სინთეზი აღემატება დაშლას, ორგანიზმში გროვდება ცილა.

ცილის დაშლის დროს გამონთავისუფლებული ამინომჟავები ხვდებიან სისხლში და წარმოქმნიან თავისუფალი ამინომჟავების ფონდს. თავისუფალი ამინომჟავების ნაწილი იჟანგება და გამოყოფს (წარმოქმნის) ენერგიას. დაჟანგული ამინომჟავები შეივსება



საკვებით მიღებული ცილებით. თავისუფალი ამინომჟავების ფონდის დარჩენილი ნაწილი წარმოადგენს ამინომჟავების წყაროს ცილის ბიოსინთეზისათვის. ძირითადი ცვლის ენერგიის 20% იხარჯება ცილის ბიოსინთეზზე.

ტრავმები, ქირურგიული ჩარევები, დამწვრობები, ინფექციები, ავთვისებიანი სიმსივნეები ზრდიან ცილის დამლის სიჩქარეს და ზრდიან მის დანაკარგს.

ორგანიზმში ცილის შემცველობა საკმაოდ მუდმივია, მაგრამ მისი აღდგენის დინამიური პროცესები მნიშვნელოვნად განსხვავებულია ორგანოებსა და ქსოვილებში და იცვლება განსხვავებული ფიზიოლოგიური და პათოლოგიური მდგომარეობების დროს. წვრილი ნაწლავის ლორწოვანის, ღვიძლის და პანკრეასის ცილები ხასიათდებიან აღდგენის ყველაზე მაღალი სიჩქარით. კუნთის ცილები, კანის კოლაგენი და ძვლის ცილები აღდგებიან ძალიან ნელა.

#### **5.1.3.5. მოთხოვნილება ცილაზე**

ცილაზე მოთხოვნილება არის ცილის რაოდენობა, რომელიც უზრუნველყოფს ორგანიზმის ყველა მეტაბოლურ მოთხოვნილებას. როდესაც ვსაუბრობთ ცილაზე მოთხოვნილების შესახებ, გათვალისწინებული უნდა იყოს როგორც ორგანიზმის ფიზიოლოგიური მდგომარეობა, ისე კვებითი ცილების თვისებები. არსებითად მნიშვნელოვანია კვების რაციონის შემადგენლობა (სტრუქტურა), რადგან რაციონის კომპონენტების თვისებები დიდ გავლენას ახდენენ ამინომჟავების მონელებაზე, შეწოვასა და მეტაბოლურ უტილიზაციაზე.

ცილაზე მოთხოვნილებას შედგება ორი კომპონენტისაგან. პირველი კომპონენტი არის საერთო აზოტზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილება, რამაც უნდა უზრუნველყოს შენაღვლებადი ამინომჟავების და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ენდოგენური ნივთი-

ერებების სინთეზი. რეალურად, საერთო აზოტზე მოთხოვნილება წარმოადგენს ორგანიზმის მოთხოვნილებას ცილაზე. ცილაზე მოთხოვნილების მეორე კომპონენტი განისაზღვრება ადამიანის ორგანიზმის მოთხოვნილებით შეუცვლელ ამინომჟავებზე. ცილაზე მოთხოვნილების ეს სპეციფიკური ნაწილი, რაოდენობრივად შედის პირველ კომპონენტში, მაგრამ საჭიროა ამ მოთხოვნილების დაფარვა გარკვეული ხარისხის ცილების მოხმარებით - ანუ საერთო აზოტის მომწოდებელი ცილები უნდა შეიცავდნენ გარკვეული რაოდენობის შეუცვლელ ამინომჟავებს.

ცილაზე, როგორც საერთო აზოტისა და შეუცვლელი ამინომჟავების მომწოდებელზე, მოთხოვნილება განისაზღვრება სხვადასხვა მეთოდებით. ახალშობილებისათვის დედის რძეში შემავალი საერთო აზოტისა და შეუცვლელი ამინომჟავების შემცველობა ითვლება ახალშობილის მოთხოვნილების შესაბამისად. ბავშვებისა და მოზარდებისათვის ცილაზე მოთხოვნილების შესაფასებლად გამოიყენება შარდით, განავლითა და ეპიდურმისით გამოყოფილი აზოტის მიხედვით და ასევე, აზოტზე იმ მოთხოვნილებით, რომელიც საჭიროა ბავშვის ორგანიზმის ზრდის პროცესების უზრუნველსაყოფად. ზრდასრულებში ცილაზე მოთხოვნილება განისაზღვრება ცილის სხვადასხვა რაოდენობით მოხმარებისას აზოტის ბალანსის შეფასების მეთოდით.

#### **5.1.3.6. აზოტოვანი ბალანსი**

ცილების უმეტესობა შეიცავს 16% აზოტს. აღნიშნულის ცოდნა საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ცილის შემცველობა საკვებ პროდუქტსა და ბიოლოგიურ სისტემებში. ცილის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის, პროდუქტსა და ბიოლოგიურ სისტემებში აზოტის განსაზღვრის შემდეგ, საჭიროა მიღებული მაჩვენებლის გამრავლება კოეფიციენტზე (6,2-ცხოველური წარმოშობის და 5,3-დან 5,83-მდე სხვადასხვა მცენარეული პროდუქტისათვის).

ორგანიზმის ცილით უზრუნველყოფის შეფასებისათვის, შემოტანილია ცნება აზოტოვანი ბალანსი. ჯანმრთელი ადამიანის ორგანიზმში არსებობს ბალანსი მოხმარებულ ცილებსა და ორგანიზმიდან გამოყოფილ ცილის დაშლის შედეგად მიღებულ ნივთიერებებს შორის. აზოტოვანი ბალანსი გულისხმობს ტოლობას საკვები ცილით მიღებულ აზოტსა და ორგანიზმიდან შარდითა და განავლით გამოყოფილ აზოტს შორის. ორგანიზმიდან აზოტი იყარება აქერცლილი ეპიდერმისით, თმისა და ფრჩხილების ზრდის პროცესში, გამოყოფილი ნერწყვით და ოფლით, მაგრამ ეს დანაკარგი იმდენად მცირეა, რომ უგულებელყოფენ აზოტოვანი ბალანსის გათვლის დროს.

აზოტოვანი წონასწორობა დგება, როდესაც საკვებით მოხმარებული აზოტის რაოდენობა უტოლდება აზოტის დანაკარგის ჯამურ რაოდენობას. იმ შემთხვევაში, როდესაც საკვებით მიღებული აზოტის რაოდენობა აღემატება აზოტის ჯამურ დანაკარგს, ვითარდება ე.წ. დადებითი აზოტოვანი ბალანსი, რაც მიუთითებს ქსოვილების ზრდის პროცესზე. დადებითი აზოტოვანი ბალანსის უზრუნველყოფა აუცილებელია ბავშვების, მოზარდებისა და ორსულებისათვის, ასევე, ტრავმის და ავადმყოფობის პერიოდში და გამოჯანმრთელების დროს, რადგან ამ პროცესებს თან ახლავს აზოტის კარგვა.

უარყოფითი აზოტოვანი ბალანსი აღინიშნება, როდესაც აზოტის კარგვა აღემატება მის მოხმარებას საკვებით. უარყოფითი აზოტოვანი ბალანსი აღინიშნება ქსოვილების ინტენსიური დაშლის დროს, მაშინაც კი, როცა ცილის მოხმარება ნორმაშია. ხანგრძლივი უარყოფითი ბალანსი იწვევს სხეულის მასის კარგვას, პირველ რიგში კუნთოვანი მასის და საბოლოო ჯამში, შესაძლებელია, გამოიწვიოს ორგანიზმის დაღუპვა.

ადამიანის ორგანიზმის მოთხოვნილება ცილაზე იცვლება ასაკის, სქესის, ფიზიოლოგიური მდგომარეობის (ორსულობა, მე-

ძუძურობა), ფიზიკური აქტივობის მიხედვით. ზრდასრული ადამიანისათვის ცილაზე მოთხოვნილება შეადგენს საშუალოდ 0,75 გ/კგ. სხეულის წონაზე. (იგულისხმება მაღალი ბიოლოგიური ღირებულებისა და მაღალი ათვისების ცილები, კვერცხის ცილა, ხორცი, რძე, რომლებიც ბიოლოგიური ღირებულებით ახლოს არიან „იდეალურ“ ცილასთან). შერეული მცენარეულ-ცხოველური რაციონის მოხმარების შემთხვევაში, ცილის მოხმარება შეადგენს 0,85-1,0გ/კგ. სხეულის წონაზე. ცილის მოხმარების გაზრდა განპირობებულია შერეული კვების პირობებში ცილის მონელების და შეთვისების გაძნელებით სმტ-ში. არასასურველად მიიჩნევა 1.5გ/კგ. სხეულის წონაზე ცილის მოხმარება, ხოლო 2გ/კგ-ზე და მეტის მოხმარება მავნებელია ორგანიზმისათვის.

ცილიც მოხმარების სარეკომენდაციო ნორმები შეიძლება განისაზღვროს სამი მეთოდით: 1. ცილის კალორიული წილი რაციონის საერთო კალორიულობაში, რაც შეადგენს 10-15%; 2. ცილის რაოდენობა მოხმარებული სხეულის ყოველ კილოგრამ წონაზე - 0,85-1,0გ/კგ, მაგრამ არანაკლებ 0,8გ/კგ. წონაზე; 3. ცილის აბსოლუტური სიდიდე გ/დღე დამეში, რომელიც რამდენადმე განსხვავებულია სხვადასხვა ქვეყნის რეკომენდაციებში.

### **5.1.3.7. ცილა-კალორიული უკმარისობა**

მე-19 საუკუნის პირველ ნახევარში განვითარებულ ქვეყნებში, კერძოდ განაში, ბავშვებში აღწერილი იქნა ცილა-კალორიული უკმარისობა. ეს მდგომარეობა უვითარდებოდათ ბავშვებს ძუძუთი კვების შეწყვეტიდან 3-4 თვეში და უკავშირდებოდა ცილის დაბალი შემცველობის პროდუქტის მოხმარებას. რაციონის მთავარი შემადგენელი იყო აფრიკული ტკბილი კარტოფილი (კასავა). ცილის უკმარისობით გამოწვეულმა ამ მდგომარეობამ მიიღო დასახელება კვამორცორი; ბავშვებს აღენიშნებოდათ დაბალი წონა, ზრდაში ჩამორჩენა, აპათიურობა, ჰიპოდინამიურობა, ინ-

ფექციური დაავადებების მაღალი მიმდებარეობა. ღელესდღეობით, განვითარებადი ქვეყნების 5 წლამდე ასაკის ბავშვთა მოსახლეობის 20-30%-ს აღენიშნება სხვადასხვა ხარისხის ცილა-კალორიული დეფიციტი. ბავშვებში ცილა-კალორიული დეფიციტი ვლინდება 2 ფორმით: კვამიორცორი და მარაზმი. როგორც კვლევებით ირკვევა, ცილის უკმარისობა წარმოადგენს არასრულფასოვანი კვების შედეგს, ანუ ენერგიის უკმარისობას. ცილისა და ენერგიის ღრმა დეფიციტურ მდგომარეობას ეწოდება მარაზმი.

ცილა-კალორიული უკმარისობის კლასიფიკური კლინიკური სურათი ბავშვებში ხასიათდება რთული სიმპტომოკომპლექსით:

- სხეულის დაბალი წონა, ზრდის შეფერხება, სისუსტე და კუნთოვანი ქსოვილის განლევა;  
ქცევის დარღვევა - აგზნება და აპათია;  
შეშუპებების განვითარება სითხის შეკავებით მუცლის არეში, ზემო და ქვემო კიდურებში;  
კანის საფარველის სიფერმკრთალე, სიმშრალე და აქერცვლა; ნელაშეხორცებადი და დაჩირქებადი წყლულების წარმოქმნა;  
თმის სიმშრალე და ცვენა, კანის დეპიგმენტაცია ან სინოთლე;
- მადის დაკარგვა, გულისრევა და ღებინება, რაც იწვევს გაუწყლობას და ელექტროლიტების დეფიციტს;  
ღვიძლის გადიდება;  
ანემია;  
ინფექციებისა და რესპირატორული დაავადებებისადმი მაღალი მგრძნობელობა.

**5.1.3.8. ცილის შემცველობა საკვებ პროდუქტებში და ცილაზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილება**

საკვები, რომელიც შეიცავს ცილას დიდი რაოდენობით იწო-

დება მაღალცილოვან პროდუქტად.

ცილით მდიდარ საკვებს მიეკუთვნება ხორცი და მისგან დამზადებული კერძები. ხორცის ცილის შემადგენლობაში შედის მيوგლობინი, ჰემოგლობინი, ელასტინი და კოლაგენი. თითოეულ მათგანს აქვს განსხვავებული ამინომჟავური შემადგენლობა და ბიოლოგიური ღირებულება. ცილას ასევე დიდი რაოდენობით შეიცავს ყველი და ხაჭო; რძის ცილები წარმოდგენილია ლაქტალბუმინით და კაზეინით. თევზი და კვერცხი ასევე მდიდარია ცილებით; ამასთან, აღსანიშნავია, რომ კვერცხის გულში ცილის შემცველობა უფრო მაღალია, ვიდრე კვერცხის ცილაში. საკმაოდ მაღალია ცილის შემცველობა პურში, სიმინდში, მაკარონში. მარცვლეული კულტურები შეიცავენ გლიადინს და გლუტენინს. მცენარეული პროდუქტებიდან ცილით მდიდარია პარკოსნები: ლობიო, სოიო, ოსპი, ასევე თხილეული.

ცილის ხარისხი, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, განისაზღვრება მასში შეუცვლელი ამინომჟავების ადეკვატური შემცველობით და ამ ამინომჟავების ადვილი მისაწვდომობით. მაღალი ხარისხის ცილებში შეუცვლელი ამინომჟავები შეადგენენ ყველა ამინომჟავის მასის  $\frac{1}{3}$  - ს. ამ მოთხოვნას აკმაყოფილებს ცხოველური წარმოშობის ყველა ცილა. ამის საფუძველზე შექმნილია რეკომენდაციები ცხოველური ცილის მოხმარების წილის შესახებ.

სწორი კვების ამოცანას წარმოადგენს არა უშუალოდ ცხოველური ცილის მოხმარების აუცილებლობა, არამედ ამინომჟავებით ბალანსირებული ნებისმიერი წარმოშობის პროდუქტის მოხმარება. რაციონის ცილოვანი კომპონენტი არ უნდა იყოს ლიმიტირებული რომელიმე ამინომჟავით. ცნება ლიმიტირებული ამინომჟავების შესახებ, საშუალებას იძლევა აიხსნას შერეული მრავალფეროვანი საკვების მოხმარების აუცილებლობა. სავსებით გამართლებულია მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ცილის შემცველი პროდუქტების კომბინირებული მოხმარება,

რადგან ცხოველური ცილები ამდიდრებენ მცენარეულ ცილებს ლიმიტირებული ამინომჟავებით. მაგალითად: ბურღულზე რძის დამატებით (ფაფა) ხდება ამ ორი პროდუქტის ურთიერთგამდიდრება მეთიონინით (ბევრია ბურღულში, მაგრამ ლიმიტირებულია რძეში) და ლიზინით (ბევრია რძეში, მაგრამ ლიმიტირებულია ბურღულში). ასეთივე ტიპის გამდიდრება ხდება, როდესაც მაკარონს უმატებენ ყველს, კვერცხს პურს. ორი მცენარეული ცილის კომბინაცია, რომლებშიც სხვადასხვა ამინომჟავითაა ლიმიტირებული, ასევე იძლევა ურთიერთგამდიდრების ეფექტს; მაგალითად, სოიოს (ლიმიტირებულია გოგირდმემცველი ამინომჟავები, შეიცავს დიდი რაოდენობით ლიზინს) ხორბალთან (ლიმიტირებულია ლიზინი, მდიდარია გოგირდმემცველი ამინომჟავებით) კომბინაციით.

მრავალფეროვანი, ჯანმრთელი კვების შესახებ რეკომენდაციის დაცვა, საშუალებას იძლევა უზრუნველყოფილი იყოს ორგანიზმის მოთხოვნილება ცილაზე და შეუცვლელ ამინომჟავებზე, რაიმე დანამატების გამოყენების გარეშე.

ცილის ძირითადი საკვები წყარო იხ. დანართი ცხრილი 9.

## 5.2. ცხიმები

ცხიმები ქიმიური და ფიზიკური თვისებებით მიეკუთვნებიან ორგანული ნაერთების კლასს, ლიპიდებს. ლიპიდებს ცხიმების გარდა მიეკუთვნებიან სხვა ნივთიერებებიც, რომლებიც არ იხსნებიან წყალში (ჰიდროფობულები), მაგრამ იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში (ეთერები, ქლოროფორმი და სხვ.). ვიტამინი D მიეკუთვნება ლიპიდებს, მაგრამ არ არის ცხიმი. ამდენად, ლიპიდები ზოგადი ტერმინია, რომელიც აერთიანებს საკვებ ცხიმებსაც. ტერმინი „ლიპიდი“ უმეტესად გამოიყენება ფიზიოლოგიური კომპონენტებისა და პროცესების აღწერისათვის, რომლებიც მიმდინარეობენ ცოცხალ ორგანიზმში. ტერმინი ცხიმი უპირატესად

გამოიყენება საკვებ ცხიმებთან მიმართებაში, რომელთა ძირითად კომპონენტს წარმოადგენენ ტრიგლიცერიდები.

### 5.2.1. ცხიმის ფუნქციები

ლიპიდები შედიან ყველა ცოცხალი უჯრედის შემადგენლობაში და წარმოადგენენ მემბრანის შემადგენელ ნაწილს და სარეზერვო ენერგიის წყაროს.

ცხიმები ცილებთან და ნახშირწყლებთან ერთად, წარმოადგენენ საკვები პროდუქტის მთავარ ენერგეტიკულ კომპონენტს. სხვადასხვა ქვეყნებში ცხიმის მოხმარების ნორმები რამდენადმე განსხვავებულია და რაციონში ცხიმის ენერგეტიკული წილი შეადგენს 30-35-ს; აზიისა და აფრიკის განვითარებად ქვეყნებში რამდენადმე დაბალია - 15-25%. 1გ. ცხიმის დაჟანგვის შედეგად გამოიყოფა 9კკალ. ენერგია, რაც 2.5-ჯერ აღემატება ცილისა და ნახშირწყლების ენერგეტიკულ ღირებულებას. ჭარბი რაოდენობით მოხმარებული ცხიმი გროვდება ორგანიზმში, კანქვეშა ცხიმოვან ქსოვილსა და შინაგანი ორგანოების გარშემო.

საკვები ცხიმები წარმოადგენენ ორი ჯგუფის შეუცვლელი (ესენციალური) საკვები ნივთიერების წყაროს: შეუცვლელი ცხიმოვანი მჟავების, - ლინოლის და ლინოლენის და ცხიმში ხსნადი 4 ვიტამინის (A, D, E, K).

ლინოლისა და ლინოლენის მჟავები ორგანიზმში არ სინთეზირდება, რის გამოც აუცილებელია საკვებით მათი მიღება. აღნიშნული მჟავები მონაწილეობენ სხვა ამინომჟავებისა და ნივთიერებათა ცვლის მაღალაქტიური რეგულატორების, ეიკოზანოიდების, ლეიკოტრინის, თრომბოქსანის, პროსტაგლანდინების სინთეზში. გარდა იმისა, რომ ცხიმში ხსნადი ვიტამინები ორგანიზმში ხვდება ცხიმოვანი პროდუქტებით, მათ შეთვისებისათვის აუცილებელია ცხიმები. ზოგიერთი ჰორმონი ასევე ლიპიდებს წარმოადგენენ და წარმოიქმნებიან ორგანიზმში ცხიმებისა



და სხვა ლიპიდური ნივთიერებებისაგან.

ცხოველური ცხიმში წარმოადგენს ორგანიზმისათვის ქოლესტერინის წყაროს, რომელიც უჯრედის მემბრანის აუცილებელი კომპონენტია, მონაწილეობენ ჰორმონების სინთეზში. ცხიმის ქარბი რაოდენობით მიღებას უკავშირდება სხვადასხვა ქრონიკული დაავადების განვითარება.

### **5.2.2. ცხიმების აგებულება და კლასიფიკაცია**

ლიპიდები იყოფა ორ კლასად: პოლარულ და არაპოლარულად. პოლარულ ლიპიდებს მიეკუთვნება ცხიმოვანი მჟავები, ქოლესტერინი, ფოსფოლიპიდები, რომელთა მოლეკულები არიან მუხტის მატარებლები. არაპოლარულ ლიპიდებს მიეკუთვნებიან ტრიგლიცერიდები, რომლებიც წარმოადგენენ საკვები ცხიმების ძირითად შემადგენელ ნაწილს.

საკვები ცხიმები წარმოშობის მიხედვით, კლასიფიცირდება როგორც მცენარეული და ცხოველური ცხიმი. ცხოველური ცხიმები ოთახის ტემპერატურაზე მყარი ფორმით გვხვდება, ხოლო მცენარეული ცხიმები - თხევადი. თხევადი ცხიმების უმეტესობა მცენარეული წარმოშობისაა, მყარი - ცხოველური წარმოშობის; თუმცა არსებობს გამონაკლისიც, მაგალითად, პალმის ცხიმი, კაკოს ცხიმი გვხვდება მყარი ფორმით, ხოლო თევზის ცხიმი (იწოდება ქონად) - თხევადი ფორმით.

მცენარეული ცხიმი მიიღება ე.წ. ზეთის-თესლი კულტურებიდან, როგორიცაა მზესუმზირა, ზეთისხილი, სიმინდი, რაფსი, სოიო, სელი და სხვ.

ცხოველური ცხიმი - ნაღების ცხიმი, ღორის, ცხვრის, საქონლის თევზის შედის შესაბამის პროდუქტებში, თუმცა შესაძლებელია, გამოიყოს იზოლირებული სახით: ნაღების კარაქი, ღორის ქონი, ცხვრის ქონი, საქონლის ქონი და სხვ.

მარგარინი არის პროდუქტი, რომელიც დაფუძნებულია მცე-

ნარეულ და ცხოველურ ცხიმებზე, წყალზე, ემულგატორებზე, არომატიზატორების დამატებით. მარგარინი, როგორც მყარი კულინარიული ცხიმი, ფართოდ გამოიყენება მრავალი კერძის ინგრედიენტად.

სამომხმარებლო თვალსაზრისით, მარგარინი შეიძლება ჩაითვალოს კარაქის ერსაცად (ჩამნაცვლებლად). მარგარინს ასევე ხშირად უწოდებენ კარაქს საერთო ენაზე და ფარულ რეკლამაში (მაგალითად, “მსუბუქი კარაქი”), თუმცა, უმეტეს ქვეყნებში კანონით არაღებალურია მარგარინის შეფუთვაზე სიტყვა “კარაქის” დატანა.

თანამედროვე მარგარინი შეიძლება დამზადდეს სხვადასხვა სახის მცენარეული ცხიმებისგან, როგორც რაფინირებული, ასევე დამატებით ჰიდროგენიზირებული. ასევე, შესაძლებელია, ცხოველური ცხიმების შეტანა. მაღალი გემოვნების თვისებების მისაცემად მის შემადგენლობაში შეყვანილია სხვადასხვა არომატიზატორი: რძის ფხვნილი, შრატი, მარილი, შაქარი, არომატიზატორები და სხვა საკვები დანამატები.

შეფუთვაზე მითითებულია სიტყვები «მარგარინი» და «სპრედი». გამყიდველები ხშირად ამტკიცებენ, რომ ისინი ერთი და იგივეა. ამ პროდუქტების წარმოება ძალიან ჰგავს, მაგრამ რეგულირდება სხვადასხვა რეგულაციებით. სპრედებში ჰიდროგენირებული ცხიმების გამოყენება შეზღუდულია და ტრანსცხიმოვანი მჟავების შემცველობა რეგულირდება, მარგარინში კი ამ პარამეტრებს კანონიერი შეზღუდვა თითქმის არ გააჩნია.

მარგარინის სამი ძირითადი სახეობა არსებობს:

მყარი, ჩვეულებრივ უფერული მარგარინი მომზადებისთვის ან ცხობისთვის, ცხოველური ცხიმის მაღალი შემცველობით.

“ტრადიციული” მარგარინი ტოსტისთვის, ნაჯერი ცხიმის შედარებით მაღალი პროცენტით. დამზადებულია ცხოველური ან მცენარეული ცხიმებისგან.

მარგარინი მაღალი მონო ან პოლიუჯერი ცხიმებით მზადდება ზამბახის, მზესუმზირის, სოიოს, ბამბის ან ზეთუნის ზეთისგან. მათ აქვთ ნაჯერი ცხიმების ყველაზე დაბალი შემცველობა მარგარინთან შედარებით, არ შეიცავს ქოლესტერინს.

ბევრი დღევანდელი პოპულარული სპრედი არსებითად მარგარინისა და კარაქის ნაზავია. ეს პროდუქტები შეიქმნა ისეთი მახასიათებლების შერწყმისთვის, როგორიცაა დაბალი ფასი, გავრცელების სიმარტივე, ნამდვილი კარაქის გემო.

### *მარგარინის ტექნოლოგია*

მარგარინის ტექნოლოგიის ძირითადი ნაწილია ჰიდროგენიზაცია. უჯერი ცხიმების კატალიზური ჰიდროგენიზაცია ჯერ კიდევ მარგარინის წარმოების ძირითადი საფუძველია. თხევადი მცენარეული ზეთებისა და ზღვის ძუძუმწოვრების თხევადი ცხიმების ჰიდროგენიზაციის შემდეგ (მოპოვებული ვეშაპების ცხიმოვანი ქსოვილებიდან - სუი ვეშაპები, ფარფლებიანი ვეშაპები და ა.შ.), მიიღება სხვადასხვა ხარისხის გაჯერების და სიმკვრივის ცხიმ-მასა, როგორც მარგარინის ძირითადი კომპონენტი. მონოუჯერი და პოლიუჯერი ცხიმები და ზეთები შეიძლება გარდაიქმნას მარგარინის შესაფერის ბაზედად ქიმიური ჰიდროგენიზაციის პროცესის მეშვეობით, რაც საშუალებას იძლევა მიღწეული იქნას ცხიმიც მყარი ფორმა ოთახის ტემპერატურაზე. სრული ჰიდროგენიზაცია იწვევს გაჯერებული ცხიმების წარმოქმნას, ხოლო ნაწილობრივი ჰიდროგენიზაცია იწვევს უჯერი ცხიმების წარმოქმნას გარკვეულწილად, მათ შორის ტრანსცხიმების ჩათვლით. პროცესი ტარდება მარცვლოვანი ნიკელის კატალიზატორების თანხლებით საკმაოდ მაღალ ტემპერატურაზე; შემდეგ ეტაპზე, გამოყენებული კატალიზატორი იფილტრება; ამდენად, წარმოებული პროდუქტი ნიკელით დაბინძურება ძალზე უმნიშვნელოა (გამოვლინდება მხოლოდ კვალი).

შუალედური ნედლეულის (ლარდი) ხარისხის გაუმჯობესები-

სათვის ემატება რაფინირებული ზეთები, რძე/ რძის ფხვნილი, სხვა ცხოველური ცხიმი (ქონი). ამ ტიპის მარგარინის ფორმულირებაში საჭიროა დანამატების, წყლის, მარილს, არომატიზატორების, ანტიოქსიდანტების და საღებავების დამატება. ნარევი ემულსიფიცირებულია 32-35°C ტემპერატურაზე და სწრაფად გაცივდება.

მარგარინი ძირითადად შეიცავს ნაწილობრივ ჰიდროგენიზებულ მცენარეულ ცხიმებს: (ზოგჯერ შერეულია რძესთან ან ცხოველურ ცხიმებთან) ემულგატორები, საკვების საღებავები, არომატიზატორები, ანტიოქსიდანტები და/ან კონსერვანტები, ჩვეულებრივი მარილი და წყალი.

პალმის ზეთი და მისი გადამუშავების პროდუქტები (ჰიდროგენიზაცია, ფრაქციაცია, ინტერსერიფიკაცია) ამჟამად ყველაზე მნიშვნელოვანი ცხიმოვანი კომპონენტია მარგარინის წარმოებისთვის. ცხიმის სხვა კომპონენტების მსგავსად გამოიყენება თხევადი მცენარეული ზეთები (მზესუმშირა, ნაკლებად ხშირად რაფსი, სოია, კამელინა და ა.შ.), ქოქოსის ზეთი (პალმის ბირთვის ზეთი), აგრეთვე მათი მოდიფიკაციის პროდუქტები.

მარგარინის დასამზადებლად გამოიყენება ნივთიერებები ჰიდროფილურ-ლიპოფილური ბალანსით (HLB). ემულგატორების სახით ერთ-ერთი ყველაზე ფართოდ გამოყენებული ნივთიერებაა ცხიმოვანი მჟავები მონოგლიცერიდები (კვების დანამატის კოდი - E471), მიღებული ბუნებრივი მცენარეული ცხიმებისგან. ლეციტინი, ძირითადად სოიო, ასევე ხშირად გამოიყენება როგორც ემულგატორი. მარგარინში, განსაკუთრებით «მსუბუქში», წყლის შემცველობა შეიძლება იყოს ძალიან მაღალი. მარგარინის ზედაპირზე განაწილების უნარი განისაზღვრება ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების დისპერსიული მოქმედებით. ემულგატორების სტაბილიზირების ეფექტი ფაზურ ინტერფეისზე და მათი გავლენა ცხიმის კრისტალიზაციის პროცესზე განსაზღვრავს

პროდუქტის შენახვის ვადას, მის მდგრადობას ძლიერი გაცხელებისას და, რაც მთავარია, ორგანოლეპტიკურ (გემოს) თვისებებს.

კარაქისა და მარგარინის ჯანმრთელობის ეფექტის შედარება საკმაოდ პოპულარულია დიეტოლოგებსა და ჟურნალისტებში. ზოგჯერ ეს თემა ასევე გამოიყენება ამ პროდუქტების რეკლამირებაში. შედეგად, მომხმარებელი ხშირად იღებს ურთიერთგამომრიცხავ ინფორმაციას. მარგარინი შეიცავს ნაკლებ ნაჯერ ცხიმს, ვიდრე კარაქი. მაგრამ ეს არ ნიშნავს იმას, რომ მარგარინი „უფრო ჯანსაღია“, ვიდრე კარაქი. მარგარინის უმაღლესი ხარისხის სახეობები (სპრედები) შეიძლება შეიცავდეს ნაღებს. მარგარინის მთავარი უარყოფითი ფაქტორია ტრანსცხიმები, რომლებიც წარმოიქმნება ნაწილობრივი ჰიდროგენიზაციის პროცესში (გამკვრივება უჯერი ცხიმოვანი მჟავების ნაწილობრივ გარდაქმნა ნაჯერად), რის შედეგადაც მარგარინი «თითქმის კარაქს» გავს. თუ მარგარინი შეიცავს დიდი რაოდენობით ტრანსცხიმებს, მაშინ იგი კარაქთან, ერბოსთან და სხვ. ცხოველურ ცხიმებთან შედარებით, გაცილებით მაღალი საფრთხის შემცველია.

ჩვეულებრივი მარგარინი შეიცავს ე.წ. ტრანსცხიმების ბევრად უფრო დიდ რაოდენობას, ვიდრე ორიგინალური მცენარეული ზეთი, ვინაიდან ზეთის თერმული დამუშავება კატალიზატორის თანდასწრებით იწვევს გვერდით პროცესს - ბუნებრივი ცხიმოვანი მჟავების იზომერიზაციას. როგორც დამოუკიდებელი კვლევები ადასტურებენ, კავშირს მაღალ ტრანსცხიმთან დიეტებსა და კორონარულ დაავადებებს შორის, მარგარინი ბევრისთვის უსარგებლო საკვებად ითვლება.

მარგარინი შეიცავს ტრანსცხიმოვანი მჟავების უმეტესობას, კარტოფილის ჩიფსი, კრეკერი, ორცხობილა და სხვა სწრაფი კვების პროდუქტები შეიძლება შეიცავდეს მათ 30-50%-მდე, რადგან ბევრი მათგანი მზადდება ჰიდროგენირებული ცხიმების (მარგარინის) გამოყენებით. ტრანსცხიმები არღვევენ ადამიანის იმუნი-

ტეტს, ზრდიან დიაბეტის, კიბოს განვითარების რისკს, ამცირებენ ტესტოსტერონის რაოდენობას, არღვევენ პროსტაგლანდინების მეტაბოლიზმს (რომლებიც არეგულირებენ ორგანიზმში არსებულ ბევრ პროცესს და გვხვდება თითქმის ყველა ქსოვილსა და ორგანოში), თრგუნავს ციტოქრომი C-ოქსიდაზა ფუნქციას, რომელიც მთავარი ფერმენტია კანცეროგენული და ზოგიერთი სამკურნალო ტოქსინების განეიტრალებისათვის. ინგლისელი მეცნიერების 14-წლიანი დაკვირვების შედეგების მიხედვით, გამოქვეყნებული en: British Medical Journal (No. 11, 1998), სიკვდილიანობა გულის კორონარული დაავადებით და მიოკარდიუმის ინფარქტის რიცხვი ტრანსცხიმოვანი მჟავების შემცველი საკვების მოყვარულებს შორის გაცილებით მაღალია, ხოლო სარძევე ჯირკვლის კიბო 40%-ით უფრო ხშირია.

ტრანსცხიმების პრობლემასთან დაკავშირებული ჰიგიენის ტიპების გამოწვევის საპასუხოდ, გარკვეულწილად შეიცვალა ტექნოლოგია და, რაც მთავარია, მარგარინის მარკირების სახელმწიფო მოთხოვნები. მარგარინის მწარმოებლებმა დაიწყეს პროდუქციის დამზადება და გაყიდვა, სადაც ნაკლებია ან საერთოდ არ არის ტრანსცხიმები, მაგრამ ასეთი მარგარინი ძალიან რბილია, რაც მას გამოსაცხობად გამოუსადეგარს ხდის.

სპრედების წარმოების ტექნოლოგია მარგარინის წარმოების მსგავსია. სპრედსა და მარგარინს შორის განსხვავება ისაა, რომ სპრედებში ჰიდროგენირებული ცხიმების გამოყენება შეზღუდულია და ტრანსცხიმოვანი მჟავების შემცველობა რეგულირდება, ხოლო მარგარინისათვის პრაქტიკულად არ არსებობს ასეთი შეზღუდვები.

ლიპიდები იყოფა მარტივ და რთულ ლიპიდებად. მარტივი ლიპიდები შედგება 3 ელემენტისაგან: ნახშირბადი, ჟანგბადი და წყალბადი. რთული ლიპიდები გარდა ჟანგბადის, ნახშირბადისა და წყალბადისა შეიცავენ ფოსფორს და აზოტს. მარტივი ლიპი-

დები შედგებიან იგივე ელემენტებისაგან, რომლებისგანაც შედგებიან შაქრები. ამ ორი კლასის ნაერთები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან მათში ელემენტების თანაფარდობით; ჟანგბადის თანაფარდობა ნახშირბადთან და წყალბადთან მარტივ ცხიმებში შეადგენს 1:7 დან 1:30-მდე; მარტივ შაქრებში აღნიშნული ელემენტების თანაფარდობა შეადგენს 1:2-თან. ჟანგბადის დაბალი თანაფარდობა სხვა ელემენტებთან ცხიმებში, განაპირობებს მათ მაღალ ენერგეტიკულ ღირებულებას.

### **5.2.3. ტრიგლიცერიდები; ცხიმოვანი მჟავები**

საკვები ცხიმების ძირითად ნაწილს, დაახლოებით 96%-ს შეადგენენ მარტივი ლიპიდები - ცხიმოვანი მჟავების ტრიგლიცერიდები ან ტრიაცილგლიცერინი. საკვები ცხიმი წარმოადგენს სხვადასხვა ტრიგლიცერიდების ნაკრებს. ტრიგლიცერიდები შედგებიან სამატომიანი სპირტის გლიცერინისაგან, რომელსაც ეთერული ბმით უკავშირდება 3 სხვადასხვა ცხიმოვანი მჟავა. მცენარეულ და ცხოველურ ცხიმებში, შესაძლებელია, იყოს უმნიშვნელო რაოდენობით გლიცერიდები ცხიმოვანი მჟავების ერთი ან ორი მოლეკულით, მონო და დიაცილგლიცერინით. სხვადასხვა ცხიმოვანი მჟავების კომბინაცია და გლიცერინის მოლეკულაზე მათი განლაგება, განაპირობებენ ტრიგლიცერიდების ქიმიური ფორმების მრავალფეროვნებას.

ტრიგლიცერიდებს გააჩნიათ დუდილის მაღალი ტემპერატურა, რაც საშუალებას იძლევა საკვები დამზადდეს ცხიმის მნიშვნელოვანი აორთქლების გარეშე.

ტრიგლიცერიდების მრავალფეროვნება განპირობებულია მათ შემადგენლობაში შემავალი ცხიმოვანი მჟავების თვისებებით. ბუნებრივ ცხიმებში აღმოჩენილია 300-მდე კარბონული მჟავები. ცხიმოვანი მჟავები შეიცავენ ნახშირწყალბადის ატომების ლუწ რაოდენობას 4-დან (მაგ. კარაქში) 30-მდე (მაგ. ზოგიერთი

თევზის ცხიმში). შედარებით ხშირად გვხვდება ცხიმოვანი მჟავები ნახშირბადის 12-18 ატომის შემცველობით.

ცხიმოვანი მჟავები იყოფა ორ ჯგუფად, ნაჯერ და უჯერ ცხიმოვან მჟავებად; თუ ცხიმოვან მჟავაში ნახშირბადის ყველა ატომი უკავშირდება წყალბადის ორ ატომს, ასეთ ცხიმოვან მჟავას ეწოდება ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავა (ანუ ნახშირბადულ ჯაჭვში არ არის ორმაგი ბმები). ცხიმოვანი მჟავები, რომელთა ნახშირბადულ ჯაჭვში არის ორმაგი ბმები, მიეკუთვნებიან უჯერ ცხიმოვან მჟავებს. ცხიმოვანი მჟავები ერთი ორმაგი ბმით იწოდებიან მონოუჯერ ცხიმოვან მჟავებად, ხოლო ორი ან მეტი ორმაგი ბმით, პოლიუჯერ ცხიმოვან მჟავებად.

თანამედროვე კლასიფიკაციის მიხედვით, ცხიმოვანი მჟავები იყოფა ომეგა 3 და ომეგა 6 ოჯახებად. ლინოლის მჟავა მიეკუთვნება ომეგა-3-ის ოჯახს, ხოლო ლინოლენის მჟავა - ომეგა-6-ის ოჯახს.

მცენარეული ცხიმები შეიცავენ უპირატესად უჯერ ცხიმოვან მჟავებს, ამიტომაც, ოთახის ტემპერატურაზე ისინი თხევადი ფორმით გვხვდებიან; ცხოველური ცხიმები პირიქით, უმეტესად შეიცავენ ნაჯერ ცხიმებს და ოთახის ტემპერატურაზე ინარჩუნებენ მყარ ფორმას.

მიუხედავად იმისა, რომ თევზის ქონი ცხოველური წარმოშობისაა, მიეკუთვნება პოლიუჯერ ცხიმებს და უნიკალურია იმით, რომ შეიცავს პოლიუჯერ ცხიმოვან მჟავებს ომეგა-3-ის ოჯახობიდან ძალიან გრძელი გვერდითი ჯაჭვით, როგორიც არ გვხვდება სხვა არცერთ მცენარეულ ან ცხოველურ ცხიმში.

მრავალრიცხოვან ცხიმოვან მჟავებს შორის ორი მჟავა ლინოლი და ლინოლენი მიეკუთვნებიან ესენციალურ (შეუცვლელ) ამინომჟავებს და ამდენად მათი მიღება აუცილებელია საკვებით; გამომდინარე იქიდან, რომ ეს ორი ცხიმოვანი მჟავა მიეკუთვნება პოლიუჯერ ცხიმოვან მჟავებს ანუ შედის მცენარეულ ზეთებში,



რაციონში აუცილებელია მცენარეული ცხიმის (ზეთი) საკმარისი რაოდენობით შემცველობა.

#### **5.2.4. ფოსფოლიპიდები და ცხიმების სხვა კომპონენტები**

რთული ლიპიდები, ნახშირბადის, ჟანგბადისა და წყლის გარდა, შეიცავენ ფოსფორს და აზოტს. ყველაზე მეტად მნიშვნელოვან და გავრცელებულ რთულ ლიპიდურ ნაერთებს მიეკუთვნებიან ფოსფოლიპიდები.

ფოსფოლიპიდების მოლეკულა აგებულია სპირტის მოლეკულის ნარჩენის, მაღალმოლეკულური ცხიმოვანი მჟავების, ფოსფორის მჟავას, აზოტოვანი ფუძეების, ამინომჟავებისა და სხვა ნაერთებისაგან.

ფოსფოლიპიდების შემცველობა სხვადასხვა მცენარეულ ცხიმში განსხვავებულია. რაფინირებული ცხიმები არ შეიცავენ ფოსფოლიპიდებს, რადგან რაფინაციის პროცესში იშლებიან.

მცენარეული და ცხოველური ცხიმები, ტრიგლიცერიდებისა და ფოსფოლიპიდების გარდა, შეიცავენ მცირე რაოდენობით სხვა ნივთიერებებსაც, რომელთა მნიშვნელობა მათი სიმცირის მიუხედავად, არსებითია ორგანიზმისათვის. ცხიმების მინორულ კომპონენტებს მიეკუთვნება სტერინები, სქვალენი, კაროტინოიდები, A,E,D -ვიტამინები და სხვ.

#### **5.2.5. ლიპიდების მონელება, შეწოვა და ტრანსპორტი**

ნეიტრალური და წყალმიუხსნადი ტრიგლიცერიდები კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში შეწოვისათვის საჭიროებენ ფერმენტულ დაშლას. ტრიგლიცერიდების დაშლა ხორციელდება ლიპაზების მოქმედებით, რომელსაც შეიცავს კუჭის და პანკრეასის წვენები. ლიპიდების გახნა საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში შესაძლებელი ხდება ნაღველისა და საკვები ფოსფოლიპიდების მიერ ლიპიდების ემულგირების შედეგად. ლიპაზების ჰიდროლიზური (დამშლელი) ზემოქმედების შედეგად, ტრიგლიცერიდები იშლებიან

პოლარულ მონოაციკლიცერიდებად და თავისუფალ ცხიმოვან მჟავებად, რომლებიც შეიწოვებიან წვრილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის უჯრედებში; აქ ხდება მათი რეესთერიფიკაცია (ისევ ცხიმოვან მჟავებად გარდაქმნა). ლიპოპროტეინები ქილომიკრონების შემადგენლობაში გადადიან ჯერ ლიმფაში, შემდეგ სისხლში. ცხიმოვანი მჟავების გარკვეული რაოდენობა და გლიცერინი შეიწოვება უშუალოდ სისხლში (არ გადადის ლიმფაში).

#### 5.2.6. სისხლის პლაზმის ლიპოპროტეიდები

სისხლის ლიპოპროტეიდები წარმოადგენენ ლიპიდშემცველ ბურთულებს, რომლის ცენტრალური ნაწილი შედგება სხვადასხვა ლიპიდებისაგან გარსი დაფარულია ფოსფოლიპიდური შრით და აპოპროტეინული ცილის მოლეკულებით. ცილოვანი და ფოსფოლიპიდური გარსით დაფარულ ლიპოპროტეინებს შეუძლიათ სისხლის პლაზმაში ცირკულირება, ლიპაზურ ფერმენტებთან ურთიერთქმედება და ღვიძლისა და სხვა ორგანოთა უჯრედებში შეღწევა. ამდენად, ლიპოპროტეინები ადამიანის ორგანიზმში წარმოადგენენ ცხიმების სატრანსპორტო ფორმას. ლიპიდური შემადგენლობის, ფიზიკო-ქიმიური და ფიზიოლოგიური თვისებებიდან გამომდინარე, სისხლის პლაზმაში მოცირკულირე ლიპოპროტეიდების რამდენიმე ჯგუფს გამოყოფენ:

- ქილომიკრონები - ყველაზე მსხვილი ლიპოპროტეიდული ბურთულებია, რომლებიც ძირითადად შეიცავენ ნაწლავებიდან შეწოვილ ტრიგლიცერიდებს.

ძალიან დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდები პრე-β-ლიპოპროტეიდი;

დაბალი სიმკვრივის ცხიმოვანი მჟავები, რომელიც შეიცავს ქოლესტერინს ყველაზე დიდი რაოდენობით, შეუძლიათ გადაიტანონ და ჩაალაგონ ქოლესტერინი სისხლძარღვთა კედლებზე.

მაღალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდები, რომლებიც შე-

იცავენ ფოსფოლიპიდებს და ქოლესტერინს. ეს უკანასკნელი განიცდის ტრანსფორმაციას ღვიძლში ან გადაეცემა სხვა ლიპოპროტეინულ ნაწილაკებს.

სისხლის პლაზმის ლიპოპროტეიდები სინთეზირდება და სეკრეტირდება წვრილი ნაწლავისა და ღვიძლის მიერ. აპოპროტეინები, მაღალი ჰიდროფობული თვისებების მქონე ლიპიდებს აძლევს საშუალებას შეადგინოს სისხლში და გადატანი იქნას სისხლის პლაზმის მიერ. ცნობილია 16 აპოლიპოპროტეინი. ზოგიერთი მათგანი ფუნქციონირებს როგორც ლიპანები სპეციფიური რეცეპტორებისათვის, რაც უზრუნველყოფს ლიპოპროტეინული ნაწილაკების შთანთქმას და გამონთავისუფლებას და არეგულირებს სამიზნე უჯრედებსა და ქსოვილებში ლიპიდური ნაწილების ტრანსპორტს; სხვა აპოფილოპროტეინები წარმოადგენენ კოფაქტორს ფერმენტებისათვის, რომლებიც მონაწილეობენ ლიპოპროტეინების მეტაბოლიზმში.

### **5.2.7. ლიპიდების მეტაბოლიზმი**

#### **ლიპიდების ცვლა ორგანოებსა და ქსოვილებში**

კუნთისა და ცხიმოვანი ქსოვილის კაპილარებში ქილომიკრონების ტრიგლიცერიდები ფერმენტ ლიპოპროტეილიპაზის ზემოქმედებით ჰიდპოლიზდება თავისუფალ ცხიმოვან მჟავებად. ცხიმოვანი ქსოვილიდან გამონთავისუფლებული ცხიმოვანი მჟავები გადადიან ცხიმოვან უჯრედებში (ადიპოციტები), სადაც მათგან წარმოიქმნება ტრიგლიცერიდები, რომლებიც გროვდებიან ცხიმოვან ქსოვილში. კუნთოვანი ქსოვილის კაპილარებში წარმოქმნილი ცხიმოვანი მჟავები იჟანგებიან და გამოიყენებიან კუნთის შეკუმშვისათვის საჭირო ენერგიის წარმოსაქმნელად. ცხიმოვანი მჟავების ნაწილი უერთდება ალბუმინებს (სისხლის შრატის ცილები) და ცირკულირებენ სისხლში.

ცხიმოვანი შრის ლიპიდების ძირითადი ნაწილი უშუალოდ

საკვებისმიერი წარმოშობისაა. საკვებით მიღებული ჭარბი ცხიმოვანობა ცხიმოვან ქსოვილში. ცხიმოვანი ქსოვილი წარმოადგენს ტრიგლიცერიდების მარაგის სახით ენერგიის დეპოსტ. ცხიმოვანი ქსოვილის ცხიმმჟავური შემადგენლობა წარმოადგენს კარგ საშუალებას (ინდიკატორს) ადამიანის მიერ საკვებით მოხმარებული ცხიმების შემადგენლობის განსაზღვრისათვის.

ღვიძლი იღებს სისხლის პლაზმიდან მოციკრულირე ცხიმოვან მჟავებს. არსებობს ღვიძლში ცხიმოვანი მჟავების უტილიზაციის ორი ძირითადი გზა. ცხიმოვანი მჟავები გაიხარჯება ახალი ტრიგლიცერიდების, ფოსფოლიპიდების, ეიკოზანოიდების და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების წარმოსაქმნელად ან იჟანგებიან  $\text{CO}_2$ -ის და წყლის წარმოქმნით, რასაც მოყვება ენერგიის გამონთავისუფლება, ან ნაწილობრივ იჟანგებიან კეტონური სხეულების წარმოქმნით.

ცხიმოვანი მჟავების დაჟანგვა მიმდინარეობს ღვიძლის უჯრედებში (ჰეპატოციტები) და კუნთოვან ქსოვილში. დაჟანგვის პროცესი წარმოადგენს ცხიმოვანი მჟავის მოლეკულიდან ბიკარბოქსილური ფრაგმენტის თანმიმდევრულ გამოყოფას აცეტილ -  $\text{CoA}$ -ს სახით. აღნიშნული ფრაგმენტი ხვდება კრების ციკლში, სადაც იჟანგება  $\text{CO}_2$ -ის და წყლის წარმოქმნით, რასაც თან ახლავს ენერგიის გამონთავისუფლება. აცეტილ -  $\text{CoA}$ -ს ორი მოლეკულა გარდაიქმნება კეტონურ სხეულად. კეტონურ სხეულებს შეუძლიათ დატოვონ ღვიძლი და გადავიდნენ სხვა ორგანოებსა და ქსოვილებში, სადაც იჟანგებიან  $\text{CO}_2$ -ის და წყლის წარმოქმნით და გამონთავისუფლება ენერგია. კეტონური სხეულები გამოიყენება კუნთისა და თირკმელების მიერ. ტვინისათვის ენერგიის ძირითად, უპირატეს წყაროს წარმოადგენს გლუკოზა, მაგრამ მიმზილის დროს ტვინს შეუძლია ამ მიზნით გამოიყენოს კეტოსხეულები.

### **5.2.8. შეუცვლელი ცხიმოვანი მჟავების ბიოლოგიური როლი**

დღეისათვის დადასტურებულია, რომ ცხიმოვანი მჟავები, ლინოლის და ლინოლენის, წარმოადგენენ შეუცვლელ ცხიმოვან მჟავებს, რაც გულისხმობს, რომ მათი მიღება აუცილებელია საკვები ცხიმებით. სხვა ნაჯერი და მონოუჯერი ცხიმოვანი მჟავები სინთეზირდება ადამიანის ორგანიზმში, მაგრამ არა ცხიმოვანი მჟავების, არამედ ნახშირწყლებისა და ცილებისაგან. გრძელგაჭვიანი პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები სინთეზირდება ლინოლის და ლინოლენის მჟავებისაგან.

უჯრედების მემბრანის ცხიმმჟავური შემადგენლობა, მათში სხვადასხვა სახეობისა და ოჯახის ცხიმოვანი მჟავების თანაფარდობა დამოკიდებულია კვების რაციონის შემადგენლობაზე. გამომდინარე აქედან, საკვები ცხიმების ხარისხი და მათში სხვადასხვა ცხიმოვანი მჟავების თანაფარდობა და გვარობა გავლენას ახდენს უჯრედის მემბრანის ფუნქციებზე.

#### **5.2.8.1. ომეგა 3 და ომეგა 6 ცხიმოვან მჟავებზე მოთხოვნილება**

ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, შეუცვლელ ამინომჟავად მიიჩნეოდა მხოლოდ ლინოლის მჟავა, რომელსაც უწოდებდნენ F ვიტამინს. ადამიანისათვის ამ ვიტამინის დეფიციტი იშვიათობაა, რამდენადაც შედის ნებისმიერი მცენარეული ცხიმის (ზეთი) შემადგენლობაში. ლინოლის მჟავას დეფიციტი აღმოჩენილი იქნა ბავშვებში, რომლებიც იმყოფებოდნენ უცხიმო კვებაზე. ლინოლის მჟავას დეფიციტი შესაძლებელია განვითარდეს ცილა-ენერგეტიკული უკმარისობისა და ცხიმების შეწოვის ხანგრძლივი დარღვევის შემთხვევაში.

ლინოლენის მჟავას დეფიციტი კიდევ უფრო ძნელი გამოსავლებია მასზე დაბალი მოთხოვნილების გამო. ომეგა 3 ოჯახის

ლინოლენის და ამავე ოჯახის სხვა ცხიმოვანი მჟავები, მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ნერვული სისტემისა და თვალის ბადურის განვითარებაში, განსაკუთრებით ახალშობილებში.

ესენციალური (მუცვლელი) ცხიმოვანი მჟავების მოხმარების ნორმები განისაზღვრება რაოდენობით, რომელიც საკმარისია დეფიციტის პროფილაქტიკისათვის ან მის აღმოსაფხვრელად და ასევე, ორგანოებსა და ქსოვილებში ამ მჟავებისა და მათი წარმოებულების საჭირო კონცენტრაციის მისაღწევად.

მუცვლელი პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების მოხმარების სარეკომენდაციო დოზები განისაზღვრება ენერგიის რაოდენობით, რომელიც მოხმარებული უნდა იყოს ამ ამინომჟავებით. რეკომენდებულია, რომ ლინოლენის მჟავამ უზრუნველყოს რაციონის სრული კალორიულობის 3-5%; ეს რაოდენობა შეესაბამება 8-10გ. ლინოლენის მჟავას ან 1-2 ს.კ. მცენარეულ ცხიმს (ზეთს).

რაციონში ომეგა 6 / ომეგა 3 თანაფარდობა არ უნდა აღემატებოდეს 10:1. თანაფარდობის უზრუნველყოფა ამ ცხიმოვან მჟავებს შორის მეტად მნიშვნელოვანია, რადგან ცვლის პროცესებში, მათ შორის არსებობს კონკურენტული ურთიერთდამოკიდებულება. საკვებში ომეგა 3 და ომეგა 6-ს შორის თანაფარდობა გავლენას ახდენს ქსოვილებში ეიკოზანოიდების თანაფარდობასა და ბიოსინთეზზე. სხვადასხვა ქსოვილებში და სხვადასხვა ცხიმოვანი მჟავებისაგან წარმოქმნილი ეიკოზანოიდები ხასიათდებიან განსხვავებული და ზოგჯერ ურთიერთსაწინააღმდეგო თვისებები .

### **5.2.9. საკვები ცხიმების და ქოლესტერინის როლი ათეროსკლეროზის განვითარებაში**

საკვები ცხიმების ხარისხი და რაოდენობა წარმოადგენს მნიშვნელოვან ფაქტორს ათეროსკლეროზის პროფილაქტიკისა და განვითარებისათვის. ათეროსკლეროზი დაავადებაა, რომელიც ხასიათდება გულის, თავის ტვინისა და სხვა ორგანოების სისხლ-

ძარღვების დაზიანებით (სისხლძარღვების კედლები სქელდება, რის გამოც სანათური ვიწროვდება). ამ დროს წარმოიქმნება ათეროსკლეროზული ფოლაქები, რაც ასევე ავიწროვებს ან მთლიანად ახშობს სისხლძარღვების სანათურს. აღნიშნული იწვევს ორგანოების სისხლმარაგების დარღვევას, შედეგად ვითარდება სიცოცხლისათვის საშიში გართულებები: მიოკარდის ინფარქტი, თავის ტვინის ინფარქტი, განგრენა და სხვ. ათეროსკლეროზული ფოლაქების შემადგენლობაში შედის ქოლესტერინი, რამაც განაპირობა ქოლესტერინის მნიშვნელობის შესწავლა ათეროსკლეროზის განვითარებაში. ცნობილია სისხლის პლაზმაში ლიპიდების ფრაქციების თვისობრივი და რაოდენობრივი ბიოქიმიური ცვლილებები, რომლებიც წარმოადგენენ ათეროსკლეროზის ნიშნებს ან განვითარების რისკს. ყველა კვებითი ფაქტორი, რომელიც იწვევს აღნიშნული ტიპის ბიოქიმიურ დარღვევებს, იწოდებიან ათეროგენულ ფაქტორებად. ათეროსკლეროზის განვითარებაში, ბიოქიმიური თვალსაზრისით, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეინებს, კერძოდ, ქოლესტერინს.

საკვებ პროდუქტში ცხიმების, ფოსფოლიპიდების და ქოლესტერინის შემცველობა (იხ. დანართი ცხრილი 10).

უჯერი და ნაჟერი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა სხვადასხვა პროდუქტში (იხ. დანართი ცხრილი 11).

#### **5.2.10. ქოლესტერინი**

ქოლესტერინი წარმოადგენს ცხოველური წარმოშობის სტერინს, რომელიც ოგანიზმში ხვდება ცხოველური ცხიმებით ან სინთეზირდება ორგანიზმში. ქოლესტერინი წარმოადგენს აუცილებელ სტრუქტურულ კომპონენტს უჯრედის მემბრანისათვის, კორტიკოსტეროიდული ჰორმონების, ნაღველისა და ვიტამინი D-ს წინამორბედს.

ადამიანის ორგანიზმში დაახლოებით 120გ. ქოლესტერინია, რომელიც ძირითადად კონცენტრირებულია ღვიძლში, თირკმელებში, ნაწლავის კედელში, სისხლის პლაზმაში, თავისა და ზურგის ტვინში და სხვა ორგანოებში.

ადამიანის ორგანიზმი დღე-ღამის განმავლობაში მოიხმარს დაახლოებით 1200მგ. ქოლესტერინს. დაახლოებით 500მგ. იჟანგება ნაღვლის მკავებად, დაახლოებით ამდენივე ექსკრეტირდება განავლით, დაახლოებით 100მგ. იხარჯება სტეროიდული ჰორმონების წარმოქმნაზე. აღნიშნული ხარჯის აღსადგენად ორგანიზმში სინთეზირდება დღე-ღამეში დაახლოებით 800მგ. ქოლესტერინი; ტრადიციული კვების პირობებში, საკვებით ორგანიზმი იღებს დაახლოებით 400მგ. ქოლესტერინს. ამდენად, ქოლესტერინის დაახლოებით 80% სინთეზირდება ორგანიზმში, ხოლო 20%-ს ორგანიზმი იღებს საკვებით.

დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდები შეიცავენ დაახლოებით სისხლის პლაზმის 45% ქოლესტერინს. მაღალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდები შეიცავენ ქოლესტერინს უმნიშვნელო რაოდენობით. სისხლში მოცირკულირე ქოლესტერინის დონე დამოკიდებულია რამდენიმე ფაქტორზე:

- ✓ ღვიძლში სინთეზირებული ქოლესტერინის რაოდენობაზე;
- ✓ საკვებით მოხმარებული და შეწოვილი ქოლესტერინის რაოდენობაზე;
- ✓ ქოლესტერინის რაოდენობაზე, რომელიც ექსკრეტირდება ნაღველით და გამოიყოფა განავლით.

ათეროსკლეროზის და მასთან დაკავშირებული გსს-ს დაავადებების პროფილაქტიკისათვის რეკომენდაციები უნდა ეფუძნებოდეს და ითვალისწინებდეს სისხლის პლაზმაში ქოლესტერინის დონისა და მისი გადამტანი ლიპოპროტეინების დონის მარეგულირებელ ფაქტორებს.



ქოლესტერინის შემცველობა ზოგიერთ საკვებ პროდუქტში  
იხ. დანართი ცხრილი 12.

#### **5.2.10.1. სისხლის ლიპიდები, როგორც ათეროსკლეროზის განვითარების რისკფაქტორები**

დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდების მაღალი შემცველობა სისხლში წარმოადგენს ათეროსკლეროზის განვითარების რისკფაქტორს. დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდებს მიეკუთვნება ქოლესტერინი, რომელიც წარმოადგენს ათეროსკლეროზული ფოლაქების შემადგენელს. შინაგანი ორგანოების სისხლძარღვების დაზიანების კიდევ ერთ მიზეზს წარმოადგენს სისხლში ტრიგლიცერიდების რაოდენობის მომატება (განსაკუთრებით მაღალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდების შემცირების შემთხვევაში), რომელიც ხელს უწყობს სისხლძარღვებში თრომბების წარმოქმნას და ზრდიან სისხლძარღვების დაზიანების რისკს; აღნიშნული იწვევს მიოკარდიუმის ინფარქტის ან ტვინის ინსულტის განვითარებას. ათეროსკლეროზის განვითარების სხვა რისკფაქტორებიც არსებობს, მაგალითად თამბაქოს მოხმარება, მაღალი არტერიული წნევა, სიმსუქნე, ალკოჰოლის ქარბი მოხმარება.

#### **5.2.11. ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების გავლენა სისხლში ქოლესტერინის დონეზე**

დღეისათვის მიიჩნევა, რომ ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავები და მათი შემცველი ცხოველური ცხიმები ზრდიან საერთო ქოლესტერინის და დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდების - ქოლესტერინის შემცველობას სისხლში და იწვევენ ათეროსკლეროზის განვითარებას.

მონოუჯერი ცხიმოვანი მჟავა ოლეინი, პრაქტიკულად არ ცვლის სისხლში ქოლესტერინის შემცველობას, ანუ სისხლში ქოლესტერინის დონესთან მიმართებაში ავლენს ნეიტრალურ

თვისებას. ამდენად, სხვა ცხიმოვანი მჟავების გავლენა, შესაძლებელია, შედარდეს ოლეინის მჟავას ეფექტს. შედარების აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება საკვები რაციონის ცხიმების, ქოლესტერინის ცვლაზე გავლენის შესაფასებლად. ჰიპერქოლესტერინემიული მოქმედება ახასიათებს ნაჯერ პალმიტინის მჟავას, რომელიც წარმოადგენს ყველა ცხოველური ცხიმის ცხიმოვანი მჟავების დაახლოებით 25%-ს. ცხიმოვან მჟავებს, ლაურინს და მირისტინს შეიცავს ნაღების კარაქი, სტერინის მჟავას შეიცავს საქონლის, ღორის, ცხვრის ქონი, ნაღების კარაქი და კაკაოს მარცვალი.

ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავები ზრდიან სისხლში ქოლესტერინის დონეს, მაგრამ ცალკეული ინდივიდისათვის მათების დონე განსხვავებულია. ზოგიერთი ადამიანი ძალიან მგრძნობიარეა ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების ჰიპერქოლესტერინემიული მოქმედების მიმართ, ხოლო ზოგი მეტ-ნაკლებად მდგრადია. ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების ეფექტის მიმართ ქალები მამაკაცებზე მეტად მგრძნობიარეები არიან. შესაძლებელია, ინდივიდის მგრძნობელობა ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების მიმართ განპირობებული იყოს გენეტიკური ფაქტორით.

#### **5.2.12. პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების გავლენა**

ყველაზე მეტად გავრცელებულ მცენარეულ ცხიმებში (ზეთებში) პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების ომეგა-6-ის ჯგუფის წარმომადგენელი ლინოლის მჟავა მიჩნეულია კვებით ფაქტორად, რომელიც ამცირებს ქოლესტერინის დონეს სისხლში, ანუ ხასიათდება ჰიპოქოლესტერინემიული მოქმედებით. ლინოლის მჟავას ჰიპოქოლესტერინემიული ეფექტი საშუალებას იძლევა ჩამოვაყალიბოთ კონცეფცია ორი ფაქტორის შესახებ, რომლებიც განსაზღვრავენ ქოლესტერინის დონეს სისხლის შრატში. ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავები ზრდიან და პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები

ამცირებენ ქოლესტერინის დონეს. მოწოდებულია, რომ პოლიუჯერ და ნაჯერ ცხიმოვან მჟავებს შორის თანაფარდობა კვების რაციონში გამოყენებული იქნას როგორც რაციონის ზემოქმედების, სისხლის პლაზმაში ქოლესტერინის დონის წინასწარი შეფასების ფაქტორი.

ომეგა -3 -ის უჯერი ცხიმოვანი მჟავების უმნიშვნელოვანესი წარმომადგენელია ლინოლენის მჟავა, რომელსაც დიდი რაოდენობით შეიცავს რაფსის და სელის ზეთი.

ზღვის ღრმა წყლების თევზი შეიცავს პოლიუჯერ ცხიმოვან მჟავას, ომეგა -3 -ის ჯგუფის წარმომადგენელს გრძელი განშტოებული ჯაჭვით - ეიკოზაპენტაენის და დოკოზაპექსაენის ცხიმოვან მჟავას. ამ ორი ცხიმოვანი მჟავას შემცველობა თევზის ცხიმის საერთო შემცველობის 25%-ს შეადგენს. ომეგა -3-ის ოჯახობის პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების ფუნქციაა სისხლის შრატში ქოლესტერინის დონის შემცირება. არ არის დადგენილი ომეგა 3 ჯგუფის პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების გავლენა დაბალი და მაღალი სიმკვრივის ცხიმოვანი მჟავების მეტაბოლიზმზე, მაგრამ როდესაც რაციონში ნაჯერ ცხიმოვან მჟავებს ცვლიან ომეგა-3 პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავებით, დაბალი სიმკვრივის ცხიმოვანი მჟავა-ქოლესტერინის შემცველობა სისხლის შრატში კლებულობს ისევე, როგორც ლინოლის მჟავას მოქმედების შედეგად.

ცხიმოვანი მჟავების გავლენის შესწავლამ სისხლის შრატში ქოლესტერინისა და ლიპოპროტეიდების დონეზე, შესაძლებელი გახდა ჩამოყალიბებულიყო რეკომენდაციები რაციონში ცხოველური ცხიმის შეზღუდვისა და მათი მცენარეული ცხიმით ჩანაცვლების შესახებ. რაციონში მცენარეული და ცხოველური ცხიმების თანაფარდობის განსაზღვრისას მნიშვნელობა ენიჭება მათში შემავალ ცხიმოვან მჟავებს. ცხიმოვან მჟავებს, რომლებიც ზრდიან ქოლესტერინის დონეს სისხლში, მიეკუთვნება სამი ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავა: ლაურინის, მირისტინის და პალმიტინის

და ასევე, მონოუჯერი ცხიმოვანი მჟავების ტრანსიზომერები. რაც შეეხება პოლიუჯერ ცხიმოვან მჟავებს არ ახდენენ გავლენას სისხლში ქოლესტერინის დონეზე.

ცხიმის ძირითადი საკვები წყარო იხ. დანართი ცხრილი 13.

### **5.3. ნახშირწყლები**

ნახშირწყლები კვების მნიშვნელოვანი შემადგენელი კომპონენტია და აუცილებლად უნდა შედიოდეს ადამიანის კვების რაციონში. ნახშირწყლების რაოდენობა და მათი კომპონენტების თანაფარდობა საკვებში, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ადამიანის კვებაში, ჯანმრთელობის შენარჩუნებასა და დაავადებების პროფილაქტიკაში.

#### **5.3.1. საკვები ნახშირწყლების აგებულება, კლასიფიკაცია და თვისებები**

ნახშირწყლები პირველი საკვები ნივთიერებებია, რომელთა ქიმიური სტრუქტურა შესწავლილი იქნა მეცნიერების მიერ. დასახელება წარმოქმნილია ძირითადი ქიმიური შემადგენლებისაგან: ნახშირბადი, ჟანგბადი და წყალბადი (წყალი შედგება წყალბადისა და ჟანგბადისაგან) - ნახშირწყლები.

ნახშირწყლები იყოფა მარტივ ნახშირწყლებად. მიეკუთვნება შაქრები - მონოსაქარიდები და დისაქარიდები და რთულ ნახშირწყლებად, მიეკუთვნება პოლისაქარიდები, რომლებიც აერთიანებენ სახამებელს და რთულ არასახამებლურ პოლისაქარიდებს. ეს უკანასკნელნი ცნობილნი არიან როგორც საკვები ბოჭკოები.

##### **5.3.1.1. მარტივი ნახშირწყლები ( შაქრები)**

მარტივი შაქრები ტკბილი ნივთიერებებია, რომლებიც შედიან ხილში, უმწიფარ ბოსტნეულში, ასევე დამოუკიდებელი სა-

ხით ემატება საკვებს. ამდენად, არსებობს ბუნებრივი შაქრები, რომლებიც შედიან საკვების შემადგენლობაში და შაქარი სუფთა სახით, რომელიც ემატება საკვებს და წარმოადგენს დისაქარიდ - საქაროზას.

მარტივი ნახშირწყების მოლეკულები შედგებიან არაგანშტოებული ნახშირბადის ჯაჭვისაგან, შეიცავენ ნახშირბადის ატომების განსხვავებულ რაოდენობას. მცენარეული და ცხოველური ნახშირწყლების შემადგენლობაში ძირითადად შედის მონოსაქარიდები 5 ან 6 ნახშირბადის ატომით, პენტოზები და ჰექსოზები. საკვების დისაქარიდები შედგებიან ჰექსოზის ორი მოლეკულისაგან.

### **მონოსაქარიდები**

მონოსაქარიდები მყარი, კრისტალური, წყალში კარგად ხსნადი, ტკბილი გემოს მქონე ნივთიერებებია. მონოსაქარიდების მთავარი წარმომადგენელია ჰექსოზები: გლუკოზა, ფრუქტოზა და გალაქტოზა.

**გლუკოზა** - ყურძნის შაქარი, ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულია, შეიცავს მცენარეების მწვანე ნაწილები, ყურძნის წვენი, ხილი, კენკრა, თაფლი. სუფთა სახით საკვებით მოიხმარება 15-18გ. გლუკოზა. ეს რაოდენობა მცირე ნაწილია იმ გლუკოზისა, რომელიც მოიხმარება ორგანიზმის მიერ მეტაბოლიზმის პროცესში. გლუკოზა შედის საქაროზის, სახამებლის და უჯრედისის შემადგენლობაში, საიდანაც ის გამონთავისუფლდება ნაწლავებში ჰიდროლიზის (დაშლის) პროცესში. თავისა და ზურგის ტვინი მოიხმარს 140გ. , ხოლო ერითროციტები - დაახლოებით 40გ. გლუკოზას დღე-ღამეში.

ადამიანის ორგანიზმი მკაცრად არეგულირებს გლუკოზის მცველობას სისხლში საშუალოდ 100-120მგ/100მლ. ( 3,3-5,9მმოლ/ლ). ორგანიზმი აღნიშნულ მაჩვენებლების ფარგლებში გლუკოზის დონეს ინარჩუნებს შიმშილის დროსაც კი, როდესაც

საკვებით არ ხდება ნახშირწყლების მიღება და ეს მიიღწევა მარაგის სახით არსებული გლიკოგენის ჰიდროლიზით ან ამინომჟავების გარდაქმნით გლუკოზად. საკვების მიღების შემდეგ სისხლში გლუკოზის დონე მატულობს, შემდეგ ნელ-ნელა ქვეითდება, რადგან გლუკოზას იყენებენ ქსოვილები ენერგიის წარმოსაქმნელად და მარაგის სახით გლიკოგენის წარმოებისათვის. მდგომარეობას, რომლის დროსაც სისხლში გლუკოზის დონე მატულობს ( და ხანგრძლივად შენარჩუნდება მაღალი დონე) 5,9 მმოლ/ლ -ზე მეტად ჰიპერგლიცემია ეწოდება. ასეთი მდგომარეობა ვითარდება, როცა კუჭქვეშა ჯირკვლის ლანგენგასის კუნძულები ვერ გამოიმუშავენ საჭიარისი რაოდენობით ინსულინს და ქსოვილები კარგავენ სისხლიდან გლუკოზის უტილიზაციის უნარს (შაქრიანი დიაბეტი); შედეგად, გლუკოზა გამოიყოფა შარდით.

სისხლში გლუკოზის დონის შემცირება 3,3 მმოლ/ლ -ზე მეტად, იწვევს ჰიპოგლიცემიის განვითარებას, რასაც თან ახლავს მიმშილის გრძნობა და სისუსტე. ხანგრძლივი დროით (4-6სთ და მეტი) საკვების მიუღებლობის შემთხვევაში, ადამიანს უვითარდება ე.წ. რეაქტიული ჰიპოგლიცემია.

საკვების მიღების შემდეგ, სისხლში გლუკოზის დონის მატება იწვევს კუჭქვეშა ჯირკვლის ჰორმონის, ინსულინის გამომუშავების გაძლიერებას. ინსულინის გაძლიერებულ გამოყოფას მოყვება სისხლში შაქრის დონის შემცირება, ზოგჯერ საკვების მიღებამდე არსებულ დონეზე დაბალ მაჩვენებლებამდე ანუ ვითარდება ჰიპოგლიცემია.

გლუკოზის აღდგენილ ფორმას წარმოადგენს სორბიტი, რომელიც აღმოჩენილია ვაშლში, მსხალში, ატამსა და ზოგიერთ ბოსტნეულში. სორბიტი ხელს უწყობს სისხლში გლუკოზის დონის შენარჩუნებას ხანგრძლივი დროით, რაც ამცირებს ჰიპოგლიცემიის განვითარების ალბათობას და ამცირებს მიმშილის გრძნობას; თუმცა, სორბიტი იწვევს შებერილობასა და ზოგჯერ ფაღ-

რათს, რაც ზღუდავს მის საკვებად გამოყენებას. გამოიყენება სალექ რეზინებში დამატებობლად.

სხვადასხვა ასაკში სისხლში გლუკოზის შემცველობა რამდენადმე განსხვავებულია. გლუკოზის შემცველობა სისხლში ასაკის მიხედვით იხ. დანართი ცხრილი 14

**ფრუქტოზა** (ხილის შაქარი, ლევეულოზა) თავისუფალი სახით არის თაფლში, ხილში, კენკრაში, მცენარეთა მწვანე ნაწილში; შედის საქაროზას შემადგენლობაში და მაღალმოლეკულური პოლისაქარიდის ინულინის შემადგენლობაში. ფრუქტოზა საქაროზაზე (შაქარი) უფრო ტკბილია და გამოიყენება მრეწველობაში ტკბილი სასმელებისა და სხვა პროდუქტების წარმოებაში. საკონდიტრო ნაწარმში (მაგ. ორცხობილა (პეჩენია)) ფრუქტოზა გარდაიქმნება გლუკოზად; ამდენად, დიაბეტიანი პაციენტებისათვის არ შეიძლება იყოს რეკომენდებული. ფრუქტოზა გლუკოზასთან შედარებით, ნაკლებად იწვევს კარიესს. ფრუქტოზის გამოყენება კვებაში შეზღუდულია მისი მაღალი ღირებულების (ფასის) გამო, ამასთან მისი უპირატესობა შაქართან (საქაროზა) არც ისე მაღალია, ჯანმრთელობის უსაფრთხოების თავლსაზრისით.

გლუკოზას და ფრუქტოზას მეტი მნიშვნელობა ენიჭება კვების მრეწველობაში და წარმოადგენენ მნიშვნელოვან დამატებულ კომპონენტს მრეწველობაში და საწყის მასალას ღუდილის პროცესებისათვის.

**გალაქტოზა** შედის ლაქტოზის, რძის შაქრის შემადგენლობაში. ეს ერთადერთი ცხოველური წარმოშობის მონოსაქარიდია.

**პენტოზები** (ხუთნახშირწყლოვანი მონოსაქარიდები): არაბინოზა, რიბოზა, ქსილოზა ბუნებაში ძირითადად გვხვდება რთული პოლისაქარიდების (პემიცელულოზა, პექტინური ნივთიერებები), ნუკლეინის მჟავების და სხვა ბუნებრივი პოლიმერების სტრუქტურული კომპონენტების სახით.

## დისაქარიდები

ადამიანის კვებაში არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება დისაქარიდებს: საქაროზას, ლაქტოზას და მალტოზას. სამივე ამ დისაქარიდის შემადგენლობაში შედის გლუკოზა კომბინაციაში ფრუქტოზასთან ან გალაქტოზასთან ერთად.

საქაროზას (ლერწმის ან ქარხლის) ჰიდროლიზით წარმოიქმნება გლუკოზა და ფრუქტოზა. საქაროზა კვების მრეწველობასა და საზოგადოდ კვებაში, ყველაზე ფართოდ ცნობილი და მოხმარებადი შაქარია. ქარხლის შაქარში მისი შემცველობა 15-დან 22%-მდეა, ხოლო ლერწმის შაქარში 12-15%-ია. ქარხალი და ლერწამი შაქრის წარმოების ძირითადი წყაროა. ლერწმისა და ქარხლის შაქარი ამონაყარის ერთეულ ფართზე აგროვებს გაცილებით მეტ ენერგიას, ვიდრე ნებისმიერი სხვა პროდუქტი, ამიტომაც, შაქარი წარმოადგენს ადამიანის კვებაში ენერგიის ყველაზე იაფფასიან ენერგიის წყაროს.

**მალტოზა** (ალაოს შაქარი) შედგება გლუკოზის ორი ფრაგმენტისაგან. მალტოზას შეიცავს გაღვივებული მარცვლეული, განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა ალაოსა და ალაოს ექსტრაქტში. ფართოდ გამოიყენება კვების მრეწველობაში.

**ლაქტოზა** (რძის შაქარი) შედგება გლუკოზის და გალაქტოზის ფრაგმენტებისაგან. შეიცავს რძის შრავს. ძროხის რძეში ლაქტოზას შემცველობა 4,6%-მდეა. ლაქტოზა ხელს უწყობს ნაწლავებიდან კალციუმის შეწოვას. ზოგიერთ ადამიანს აღენიშნება ლაქტოზის აუტანლობა (ვერ იღებენ რძეს), რაც განპირობებულია იმით, რომ ნაწლავებში არ გამოუმუშავდება ფერმენტი ლაქტაზა, რომელიც შლის ლაქტოზას გლუკოზად და გალაქტოზად. რძის აუტანლობა განსაკუთრებით ხშირია აზიის, აფრიკისა და ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნების მოსახლეობაში. დაუშლელი ლაქტოზა ხვდება მსხვილ ნაწლავში, სადაც ბაქტერიების ზემოქმედებით ხდება მისი დაჟანგვა დიდი რაოდენობით აირებისა და დაჟანგვის



პროდუქტების გამოყოფით. აღინიშნება დისკომფორტი, მეტეორიზმი, ნაწლავის კოლიკა, სპაზმი და ტკივილი მუცლის არეში, შესაძლებელია ფაღარათი. რძემჟავა პროდუქტებში (მაწონი, კეფირი, იოგურტი, აციდოფილინი და სხვა) ლაქტოზა დაშლილია რძემჟავა ბაქტერიების მიერ და ამიტომ მათი მოხმარება არ იწვევს დისკომფორტს.

### **5.3.1.2. რთული ნახშირწყლები**

რთული ნახშირწყლები ანუ პოლისაქარიდები იყოფიან ათვისებად (სახამებლის) და აუთვისებად პოლისაქარიდებად - საკვებ ბოჭკოდ.

#### **ათვისებადი პოლისაქარიდები**

**სახამებელი** სარეზერვო პოლისაქარიდია და მთავარი კომპონენტია მარცვლეულში და მათი გადამუშავების პროდუქტებში, კარტოფილში, ბოსტნეულში. კვებითი ღირებულების მიხედვით ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ნახშირწყალია. სახამებელი წარმოადგენს ორი ტიპის პოლიმერების „ნარევს“, რომელებიც აგებული არიან ამილოზის და ამილოპექტინისაგან.

ფერმენტების ზემოქმედების შედეგად სახამებელი ჰიდროლიზირდება. ჰიდროლიზირების შედეგად მიმდევრობით ხდება სახამებლის დეპოლიმერიზაცია ჯერ დექსტრინების, შემდეგ მალტოზის და სრული ჰიდროლიზის შედეგად, გლუკოზის წარმოქმნით. სახამებლის ჰიდროლიზი ხდება სხვადასხვა საკვების მიღების შემდეგ, მაგ. პურპროდუქტების და სხვ.

უმი პროდუქტებიდან სახამებელი ძალიან ძნელად მონელებდა, რადგან განთავსებულია მცენარეულ უჯრედში, რომელსაც მკვრივი გარსი აქვს. თერმული დამუშავების დროს (მომხარშვის) სახამებელი გაჯირჯდება, შლის უჯრედის გარსს და შესაძლებელი ხდება ფერმენტების ზემოქმედება.

**გლიკოგენი** - ცხოველური წარმოშობის ნახშირწყალია („ცხო-

ველური სახამებელი“); წარმოადგენს ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმისათვის უმნიშვნელოვანეს სამარაგო ენერგეტიკულ მასალას, კუმულირდება ღვიძლსა და კუნთებში; საჭიროების შემთხვევაში, გლიკოგენი ორგანიზმში გარდაიქმნება გლუკოზად. ადამიანის ორგანიზმში მარაგის სახით შეიძლება დაგროვდეს 350გ. - მდე გლიკოგენი. ამ მოცულობის მესამედი ინახება ღვიძლში, ხოლო  $\frac{2}{3}$  კუნთებში. ენერგია, რომელიც კუმულირებულია გლიკოგენში, არც თუ ისე დიდია და უზრუნველყოფს ორგანიზმს 6-8 საათის განმავლობაში. პირუტყვის ღვიძლსა და ხორცში, როგორც პროდუქტში, გლიკოგენი არ არის, რადგან დაკვლის და პროდუქტის შენახვის დროს გარდაიქმნება რძეშაქვად.

### **ათვისებადი ნახშირწყლები**

არსებობს პოლისაქარიდები, რომლებიც საჭმლის მომნელებელი ფერმენტების ზემოქმედებით არ მონელებიან და შესაბამისად, ვერ ათვისდებიან. ასეთი ნახშირწყლები იწოდებიან საკვების ბოჭკოდ.

**უჯრედისი (ცელულოზა) -** ყველაზე გავრცელებული მაღალმოლეკულური, არასახამებლური პოლისაქარიდია, წარმოადგენს მცენარეთა კედლების ძირითად კომპონენტს და საყრდენ მასალას. უჯრედისი არ იხსნება წყალში და ბუნებრივ პირობებში მჟავების ზემოქმედებით არ ჰიდროლიზდება.

**ჰემიცელულოზები** მაღალმოლეკულური პოლისაქარიდების ჯგუფია, რომლებიც ცელულოზასთან ერთად წარმოქმნიან მცენარეთა უჯრედების კედელს. შეიცავს მარცვლეულის გარსი, სიმინდი, მზესუმზირა. ჰემიცელულოზები იხსნება ტუტებში, ჰიდროლიზდება მჟავებით. ჰემიცელულოზებს ზოგჯერ მიაკუთვნებენ აგარს (აგაროზისა და აგაროპექტინის ნარევი) - პოლისაქარიდი, რომელსაც შეიცავს წყალმცენარეები და გამოიყენება საკონდიტრო მრეწველობაში.

**პექტინები** - მაღალმოლეკულური პოლისაქარიდებია, რომლებიც შედიან უჯრედის გარსის და უჯრედშორისი სივრცის შემადგენლობაში ცელულოზას, ჰემიცელულოზასა და ლიგნინთან ერთად. ყველაზე მეტი რაოდენობით პექტინური ნივთიერებები გვხვდება ნაყოფსა და ფესვბოლქვიანებში. პექტინების ორი ფორმა არსებობს ხსნადი და უხსნადი. ნაყოფის დამწიფებისა და შენახვის დროს პექტინის უხსნადი ფორმა გარდაიქმნება ხსნად ფორმად, რაც იწვევს ნაყოფის დარბილებას.

მიუხედავად იმისა, რომ აუთვისებადი ნახშირწყლები საჭმლის მომნელებელი ფერმენტების ზემოქმედებით არ მონელებიან და არ აითვისებიან ორგანიზმის მიერ, მათ დიდი მნიშვნელობა ენიჭებათ საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის ფუნქციონირებასა და სხვადასხვა დაავადებების პროფილაქტიკაში.

### **5.3.2. ნახშირწყლების კვებითი ღირებულება**

#### **5.3.2.1. საკვებ პროდუქტებში ნახშირწყლების შემცველობა**

ნახშირწყლებს შეიცავენ მცენარეული საკვები პროდუქტები: მარცვლეული, ბოსტნეული/ბაღჩეული, ხილი/კენკრა. ცხოველური პროდუქტებიდან ნახშირწყლებს მხოლოდ რძე და რძის პროდუქტები შეიცავენ. ხორცი, ფრინველი და თევზი ნახშირწყლებს არ შეიცავენ. სუფრის მაქარი, ტკბილეული, თაფლი, მურაბა და სხვ. შეიცავენ მარტივ ნახშირწყლებს. ხილის, ბოსტნეულის და მარცვლოვანების უპირატესობა განპირობებულია მათში როგორც მარტივი ნახშირწყლების, ისე აუთვისებადი ნახშირწყლების (საკვები ბოჭკო) შემცველობით. ბოსტნეულის მომწიფების პროცესში იზრდება სახამებლის და მცირდება მარტივი ნახშირწყლების შემცველობა. ხილის დამწიფების შემთხვევაში იზრდება მარტივი ნახშირწყლების და მცირდება სახამებლის შემცველობა.

### **5.3.3. ნახშირწყლების მონელება და ათვისება**

ათვისებადი ნახშირწყლებიდან ყველაზე ადვილად ადამიანის ორგანიზმში ათვისდება ფრუქტოზა და გლუკოზა, შემდგომ, საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში, ფერმენტების ზემოქმედებით მონოსაქარიდებამდე ჰიდროლიზებული საქაროზა, მალტოზა და ლაქტოზა (დისაქარიდები).

სახამებელი და დექსტრინი საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში ჰიდროლიზებიდან გლუკოზის წარმოქმნით და აითვისება ნელა. ამდენად, სახამებლის მოხმარება მონო- და დისაქარიდებისაგან განსხვავებით, არ იწვევს სისხლში გლუკოზის დონის სწრაფ მატებას.

საკვებ ბოჭკოს (პექტინი, ცელულოზა, ჰემიცელულოზა) ადამიანი ვერ ითვისებს, რადგან საჭმლის მომნელებელი წვენები არ შეიცავენ ბოჭკოს დამშლელ ფერმენტებს. საკვები ბოჭკოს ნაწილობრივი დაშლა ხდება მსხვილ ნაწლავში აქ არსებული მიკროორგანიზმების ფერმენტების ზემოქმედებით.

ნახშირწყლების ათვისებისათვის საჭიროა მათი ჰიდროლიზი მონოსაქარიდებამდე. ნახშირწყლების მონელება იწყება პირის ღრუში; ნერწყვი შემავალი ამილაზა ნაწილობრივ შლის სახამებელს. დისაქარიდაზები, როგორიცაა საქარაზა, ლაქტაზა, მალტაზა, შლიან დისაქარიდებს გლუკოზად, ფრუქტოზად და გალაქტოზად. სისხლში გადასული ნახშირწყლები ხვდებიან ღვიძლში, სადაც ფრუქტოზა და გალაქტოზა გარდაიქმნებიან გლუკოზად.

### **5.3.4. ნახშირწყლების მეტაბოლიზმი და ფუნქციები**

ნახშირწყლები ადამიანის ორგანიზმისათვის წარმოადგენენ უმნიშვნელოვანეს ენერგიის წყაროს. სხვადასხვა ქვეყნის მოსახლეობისათვის ნახშირწყლებზე მოთხოვნილება რამდენადმე განსხვავებულია, მაგრამ საშუალოდ რაციონის ენერგეტიკული

მოთხოვნილების 45-65% უნდა იფარებოდეს ნახშირწყლების ხარჯზე. ამასთან, ნახშირწყლები წარმოადგენენ ყველაზე იაფ ენერგიის წყაროს. ამიტომაც, განვითარებად ქვეყნებში მათი მოხმარების მაჩვენებელი რამდენადმე მაღალია.

ყველა ნახშირწყალი ორგანიზმში გარდაიქმნება გლუკოზად. გლუკოზა წარმოადგენს ძირითად „საწვავს“ ადამიანის ორგანიზმისათვის. გლუკონოგენეზის შედეგად, ორგანიზმში ცილების ამინომჟავები გარდაიქმნებიან გლუკოზად.

ორგანიზმის მიერ ნახშირწყლის გამოყენების სამი ძირითადი გზა არსებობს:

1. გლუკოზა იშლება ენერგიის წარმოებისათვის;
2. როდესაც გლუკოზის რაოდენობა აღემატება ენერგიის მიღებისათვის საჭირო რაოდენობას, იგი გარდაიქმნება გლიკოგენად და დეპონირდება ღვიძლში და კუნთებში;
3. როცა გლიკოგენის დეპო გადაჯერდება, გლუკოზა გარდაიქმნება ცხიმად და დეპონირდება ცხიმოვან უჯრედებში.

გლუკოზის „ენერგიად გარდაქმნა“ ხორციელდება ორი გზით: აერობულით (ჟანგბადის მონაწილეობით) და ანაერობულით (ჟანგბადის გარეშე). კუნთებში გლუკოზის აერობული დამღის შედეგად, წარმოიქმნება ენერგია ატფ-ის სახით, ნახშირორჟანგი ( $\text{CO}_2$ ) და წყალი; ანაერობული დაჟანგვის დროს კუნთებში წარმოიქმნება რძემჟავა, რომელიც იწვევს ტკივილს.

ხანგრძლივი ფიზიკური დატვირთვების დროს (მაგ. გრძელ დისტანციაზე მორბენალებში) კუნთებში გლუკოზა იშლება აერობული გზით. მოკლე დროით ძლიერი დატვირთვების დროს (მაგ. სპრინტერებში) გლუკოზა განიცდის ანაერობულ დამღას.

ორგანიზმში ნახშირწყლების დეპოს წარმოადგენს ღვიძლი და კუნთები. ნახშირწყალი დეპოში გროვდება გლიკოგენის სახით და ჯამურად მისი რაოდენობა შეადგენს 350-500გ., მათ შორის აღნიშნული რაოდენობის  $\frac{1}{3}$  ინახება ღვიძლში და  $\frac{2}{3}$  კუნთებში.

როდესაც ენერგობარჯვა აღემატება საკვებით მის მიღებას, გა-  
იხარება დეპონირებული გლიკოგენი, რომლის ამოწურვის შე-  
მდეგ, ორგანიზმის ენერგოუზრუნველყოფის ძირითად საშუალე-  
ბას წარმოადგენს დეპონირებული ცხიმო. აქვე უნდა აღვნიშნოთ,  
რომ შიმშილის ან მაღალი ფიზიკური დატვირთვების შემთხვე-  
ვაში ორგანიზმში იწყება გლუკონეოგენეზი - მეტაბოლური გზა,  
რომლითაც გლუკოზის წარმოქმნა ხდება არანახშირწყლოვანი  
ნივთიერებებით, კერძოდ, ამინომჟავების ალანინისა და სერინის  
დეჰამინირების შედეგად წარმოქმნილი პირუვატისაგან.

ნახშირწყლების კვებითი ღირებულების ერთ-ერთი მნიშვნე-  
ლოვანი მახასიათებელია გლიცემიური ინდექსი - საკვებ პროდუქ-  
ტებში შემავალი ნახშირწყლების სისხლში გლუკოზის დონეზე  
ზემოქმედების ფარდობითი მაჩვენებელი. გლუკოზის გლიცემი-  
ური ინდექსი მიჩნეულია 100. რაც უფრო მაღალია საკვები პრო-  
დუქტის გლიცემიური ინდექსი, მით უფრო მეტად და სწრაფად  
ხდება ამ საკვების მიღების შემდეგ სისხლში გლუკოზის დონის  
მატება. გლიცემიური ინდექსის მიხედვით საკვები პროდუქტები  
იყოფა მაღალი, საშუალო და დაბალი გლიცემიური ინდექსის  
პროდუქტებად. მაღალი გლიცემიური ინდექსის მქონე პროდუქ-  
ტები სწრაფად შეიწოვება და მნიშვნელოვნად ზრდიან სისხლში  
გლუკოზის დონეს; შესაბამისად, ხდება ინსულინის სწრაფი და  
მეტი რაოდენობით გამოყოფა. დაბალი გ.ი.-ის მქონე პროდუქ-  
ტები ნელა ათვისდება და შეიწოვება, იწვევენ სისხლში გლუკო-  
ზის დონის ნელ და შედარებით მცირე მატებას, შესაბამისად,  
მათი ათვისებისათვის ხდება ინსულინის ნაკლები რაოდენობით  
და ნელი გამოყოფა. გლიცემიური ინდექსი გარდა გლუკოზისა, გა-  
ნისაზღვრება თეთრ პურთან მიმართებაშიც.

გლიცემიური ინდექსი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მაქ-  
რიანი დიაბეტის მქონე პაციენტებისათვის, სპორტსმენებისათ-  
ვის. პროდუქტთა გლიცემიური ინდექსის ცოდნა მნიშვნელოვანია

სპორტსმენთა კვების და ვარჯიშის რეჟიმის სწორად დაგეგმვისათვის. გ.ი. ის ცოდნა და გათვალისწინება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ხდება სპორტსმენებისათვის დღის განმავლობაში 2-3-ჯერადი ვარჯიშების შემთხვევაში, როდესაც ვერ ხერხდება საკვების მიღებასა და ვარჯიშის დაწყებას შორის სტანდარტული დროის ინტერვალების დაცვა, ასევე შეჯიბრის პირობებში, როდესაც კვებებს შორის ინტერვალი შესაძლებელია მნიშვნელოვნად გაიზარდოს. პროდუქტები დაბალი გლიცემიური ინდექსის, თუ მათი გლიცემიური ინდექსი არის 10-40; საშუალო გლიცემიური ინდექსის 41-70, ხოლო მაღალი გლიცემიური ინდექსის 71-ზე მაღალი. პროდუქტთა გლიცემიური ინდექსი იხ. დანართი ცხრილი 15.1; 15.2; 15.3. 15.4. 15.5

#### **5.3.5. საკვები ბოჭკოს ფიზიოლოგიური ფუნქციები**

საკვები ბოჭკოს შემადგენლობაში გარდა აუთვისებადი ნახსირწყლებისა, შედის ზოგიერთი მაღალმოლეკულური ნივთიერება, მაგალითად, მუკოპოლისაქარიდები, ლიგნინი, ფისი და სხვ., რომლებიც არ მონელებიან საჭმლის მომნელებელი ფერმენტების ზემოქმედებით, მაგრამ ორგანიზმისათვის მნიშვნელოვანია აუთვისებადი პოლისაქარიდები. საკვები ბოჭკოს ძირითადი და უმნიშვნელოვანესი წყარო მარცვლეული და მათგან დამზადებული პროდუქტები, პარკოსნები, ხილი და ბოსტნეულია. ქიმიური შემადგენლობის, ფიზიკურ-ქიმიური და ფიზიოლოგიური თვისებების მიხედვით, საკვები ბოჭკოს ფრაქციები ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან.

მიუხედავად იმისა, რომ აუთვისებადი (მოუნელებადი) ნახსირწყლები არ უზრუნველყოფენ ორგანიზმს შეუცვლელი ნივთიერებებით, რაციონში მათი არსებობა მნიშვნელოვანია სმტ-ის სწორი და სრულფასოვანი ფუნქციონირებისა და ორგანიზმის ჯანმრთელობის შენარჩუნებისათვის. საკვები ბოჭკო ამცირებს

გსს-ის, კიბოს ზოგიერთი ფორმის, მაქრიანი დიაბეტიკისა და სხვა დაავადებების განვითარების რისკს.

საკვები ბოჭკოთი მდიდარი საკვები, როგორც წესი, დაბალკალორიულია, მაგრამ მდიდარია ვიტამინებითა და მინერალური ნივთიერებებით. საკვები ბოჭკო იწვევს დანაყრებისა და სისავსეობის შეგრძნებას, ხელს უწყობს ნაწლავის პერისტალტიკას, აადვილებს დეფეკაციას, გააჩნიათ ჰიპოქოლისტერინემიული და ჰიპოგლიცემიური ეფექტი; აჩქარებენ რა ნაწლავის პერისტალტიკას, ხელს უწყობენ ორგანიზმიდან ქოლესტერინის გამოძევებას, ასევე ბოჭკვენ და გამოაძვებენ ორგანიზმიდან ტოქსიურ ნივთიერებებს (მაგ. მძიმე ლითონები) და ორგანიზმისათვის უცხო ორგანულ ნაერთებს, რომელთაც აქვთ კანცეროგენული თვისებები.

რეკომენდებულია საკვები ბოჭკოს მოხმარება სასკოლო ასაკის ბავშვებისათვის 15-20გ. დღეში, ხოლო მოზარდებისა და ზრდასრულებისათვის - 20-30გ. დღეში. ასეთი რაოდენობით ბოჭკოთი უზრუნველყოფა შესაძლებელია რაციონში საკმარისი რაოდენობით ბოსტნეულის, ხილისა და მარცვლოვნების შეტანით.

#### **5.4. ორგანიზმის მოთხოვნილება ნახშირწყლებზე**

ნახშირწყლების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი და ძირითადი ფუნქციაა ორგანიზმის ენერგეტიკული უზრუნველყოფა, ენერგიის წყაროდ, შესაძლებელია, გამოყენებული იყოს როგორც ცილები, ისე ცხიმები, მაგრამ რაციონში ნახშირწყლების მნიშვნელოვანი დეფიციტი ან არ არსებობა, ნეგატიურად აისახება ადამიანის ჯანმრთელობაზე. რაციონში ნახშირწყლების დეფიციტი კლინიკურად ვლინდება იგივე ნიშნებით, რომლითაც შიმშილი. აღინიშნება სხეულის წონის და ნატრიუმის დეფიციტი; დაბალნახშირწყლოვან ან უნახშირწყლო დიეტაზე მყოფ ადამიანებს აღენიშნებათ სისუსტე, ადვილად დაღლა, გაუწყლოება. რაციონში ნახშირწყლების დამატება ხელს უწყობს აღნიშნული გამო-



ვლინებების აცილებას/აღმოფხვრას. ამდენად, ნახშირწყლების მოხმარება აუცილებელია ადამიანის ორგანიზმის გამართული ფუნქციონირებისა და ჯანმრთელობისათვის. ზრდასრული ადამიანისათვის ნახშირწყლის მოხმარების ნორმა 3,5-4გ. -ია სხეულის კილოგრამ წონაზე; თუმცა ნახშირწყლებზე მოთხოვნილება უფრო სწორია განისაზღვროს რაციონის სრული კალორიულობის პროცენტული წილით. ნახშირწყლებზე მოთხოვნილება უნდა შეადგენდეს რაციონის კალორიულობის 55-60%-ს. მაღალი ფიზიკური დატვირთვების დროს ნახშირწყლებზე მოთხოვნილება იზრდება.

ნახშირწყლების ჭარბი მოხმარების შემთხვევაში (თუ მოიხმარება იმაზე მეტი, ვიდრე ორგანიზმს შეუძლია დაჟანგოს და დააგროვოს გლიკოგენის სახით), გლუკოზა გარდაიქმნება ცხიმად, რაც გამოიწვევს ცხიმის დაგროვებას და სიმსუქნეს. სუფრის შაქრის და მისი შემცველი ნაწარმის ჭარბი მოხმარების ერთ-ერთი ყველაზე არასასიამოვნო ზემოქმედებაა კარიესის განვითარება.

ამდენად, როგორც ნახშირწყლების დეფიციტი/არ არსებობა რაციონში, ისე ჭარბი მოხმარება, ნეგატიურად აისახება ჯანმრთელობაზე.

## **თავი 6. ენერგეტიკული ცვლა. ენერგიაზე მოთხოვნილება**

საკვების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფუნქციაა ორგანიზმის ენერგეტიკული უზრუნველყოფა, რომელიც საჭიროა ორგანიზმში მიმდინარე სხვადასხვა პროცესებისა და ფიზიკური/გონებრივი აქტივობებისათვის.

საკვებით მიღებული ენერგია იხარჯება:

1. ძირითადი ცვლის პროცესების უზრუნველსაყოფად - ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიური ფუნქციების და ბიოქიმიური პროცესების განსახორციელებლად, სხეულის ტემპერატურის მუდმივობის შენარჩუნებისათვის;

2. კუნთების მიერ ფიზიკური აქტივობების განსახორციელებლად, გონებრივი მუშაობისათვის;

3. საკვების სპეციფიურ, დინამიურ მოქმედებაზე.

ორგანიზმის ენერგოხარჯი იფარება ენერგიით, რომლის წყაროს წარმოადგენს საკვების ძირითადი კომპონენტები ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები.

### **6.1. ორგანიზმის ენერგოხარჯი და ენერგომოთხოვნები**

დღე-ღამის განმავლობაში ადამიანის ორგანიზმისათვის საჭირო საკვებით მიღებული ენერგიის რაოდენობა განისაზღვრება ტერმინით „ენერგომოთხოვნილება“. ენერგომოთხოვნილება ყველაზე მარტივი გაგებით არის ორგანიზმის ენერგიის დღე-ღამური ხარჯვის სიჩქარე. ინდივიდის ენერგომოთხოვნილებაში მოიაზრება მოხმარებული ენერგიის ის რაოდენობა, რომელიც ფარავს (აკმაყოფილებს, აწონასწორებს) ენერგოხარჯს, ამასთან სხეულის წონა, სიმაღლე, მისი შემადგენლობა და ფიზიკური

აქტივობის დონე შეესაბამება სტაბილური ჯანმრთელობის დონეს და უზრუნველყოფს ეკონომიკურად აუცილებელ და სოციალურად სასურველ ფიზიკურ აქტივობას. ბავშვების, მოზარდებისა და მეძუძურების ენერგომოთხოვნილება მოიცავს დამატებით მოთხოვნილებას, რაც უკავშირდება ორგანიზმის ზრდას, ქსოვილების წარმოქმნას და ლაქტაციას (რძის წარმოქმნას).

ორგანიზმის სრული (საერთო) ენერგოხარჯი შედგება რამდენიმე კომპონენტისაგან: ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი; ფიზიკური/გონებრივი აქტივობის ენერგოხარჯი; კვებისმიერი თერმოგენეზი, განპირობებული საკვების მიღებით (საკვების სპეციფიკური დინამიური მოქმედება); ფაკულტატიური (სიცივის-მიერი) თერმოგენეზი; ენერგოხარჯი ზრდის და ქსოვილების წარმოქმნისათვის.

#### **6.1.1. ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი**

ძირითადი ცვლის სიდიდე არის ენერგიის მინიმალური რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია ისეთი სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი პროცესების განხორციელებისათვის, როგორიცაა სუნთქვა, სისხლის მიმოქცევა, გამოყოფის ფუნქცია, კუნთთა ტონუსის შენარჩუნება, ნერვული, ენდოკრინული და სხვა სისტემების ფუნქციონირება. ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი არის ორგანიზმის მიერ ყველა ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების განხორციელებისათვის საჭირო ენერგიის რაოდენობა, ორგანიზმის აბსოლუტურად მოსვენებულ მდგომარეობაში.

ძირითადი ცვლის სიდიდე განისაზღვრება გარკვეულ პირობებში: საკვლევი პირი უნდა იწვეს ზურგზე, მოსვენებულ მდგომარეობაში; კვლევა ტარდება უზმოზე (ვახშმიდან 12-14 სთ-ის შემდეგ), ოთახის ტემპერატურა უნდა იყოს 20°C. ძირითადი ცვლის სიდიდე არის ენერგიის მინიმალური დანახარჯი, რომელიც შეთავსებადია სიცოცხლესთან. კვლევის დროს თუ ვერ ხდება ყველა

ზემოთ ჩამოთვლილი პირობის დაცვა, მაშინ ვსაუბრობთ მოსვენების ენერგოხარჯზე. ძირითადი ცვლის სიდიდე და მოსვენების ენერგოხარჯი უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. მოსვენების ენერგოხარჯი 10%-ით აღემატება ძირითადი ცვლის სიდიდეს. ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი და მოსვენების ენერგოხარჯი გამოისახება კალორიის რაოდენობით სხეულის 1კგ. წონაზე 1საათში (კკალ/კგ/სთ) ან ენერგიის საერთო რაოდენობით დღე-ღამეში კონკრეტული ინდივიდისათვის (კკალ/დღე-ღამე).

### **6.1.2. ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ძირითად ცვალებზე**

გამომდინარე იქიდან, რომ ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი წარმოადგენს ორგანიზმის სრული ენერგოხარჯის დაახლოებით 70-80%-ს, ყველა ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯზე, ასევე იმავე მიმართულებით და სიდიდით მოახდენს გავლენას სრულ ენერგოხარჯზე. ერთი და იმავე წონის და სხეულის შემადგენლობის მქონე ადამიანებისათვის, ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის ვარიაბელურობის კოეფიციენტი შეადგენს 8-13%-ს. ერთი და იმავე ადამიანისათვის სხვადასხვა ფიზიკური დატვირთვებისა და ენერგიის სხვადასხვა მოხმარების პირობებში განსაზღვრულმა ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯმა აჩვენა, რომ ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის ვარიაბელურობის კოეფიციენტი არ აღემატება 5%-ს და საშუალოდ შეადგენს 2,5%-ს.

ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯს ზრდის ისეთი ფაქტორები, როგორიცაა კუნთის მასის მატება, მამრობითი სქესი, სხეულის ტემპერატურის მატება, ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციის გაძლიერება, ადრენალინის დონის მომატება და სხვ. ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის შემცირებას იწვევს ასაკის მატება, მდედრობითი სქესი, ცხიმის დაგროვება, კუნთოვანი მასის შემცირება, ფარი-

სებრი ჯირკვლის ფუნქციის დაქვეითება, კვების დეფიციტი და სხვ.

**სხეულის ზომები** - ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი კონკრეტული ადამიანისათვის საკმაოდ მუდმივი სიდიდეა და პირველ ყოვლისა დამოკიდებულია სხეულის წონაზე. სხეულის წონის 10კგ-ით ცვლილება იწვევს მოსვენების ენერგოხარჯის ცვლილებას 120კკალ/დღე-ღამეში ან სრული ენერგოხარჯის ცვლილებას 200კკალ/დღე-ღამეში, მჯდომარე ცხოვრების წესის (ჰიპოდინამიის) შემთხვევაში.

**სხეულის შემადგენლობა** - სხეულის წონა წარმოდგენილია ორი კომპონენტით: მეტაბოლურად აქტიური უცხიმო მასით (კუნთები და შინაგანი ორგანოები) და მეტაბოლურად ინერტული ცხიმოვანი ქსოვილით და ძვლოვანი ქსოვილით. ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი ძირითადად განისაზღვრება მეტაბოლურად აქტიური უცხიმო ნაწილის წონით.

ენერგიის მოხმარება სხეულის წონის 1კგ-ზე მეტი აქვს ინდივიდს, რომელსაც კუნთის მასა აღემატება ცხიმოვანი ან / და ძვლოვანი ქსოვილის მასას. ერთნაირი წონის შემთხვევაში, ძირითადი ცვლა უფრო მაღალი აქვს ინდივიდს, რომელსაც მეტი აქვს კუნთის მასა.

კარგად ნავარჯიშებ ადამიანებს, ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი 5%-ით უფრო მაღალი აქვთ, ვიდრე არანავარჯიშებს. მსუბუქი ფიზიკური დატვირთვები არ იწვევენ ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის არსებით ზრდას. ხანგრძლივი საშუალო და დიდი დატვირთვების შედეგად, თუ მოხდება უცხიმო მასის (კუნთის) ზრდა, შესაძლებელია, ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი გაიზარდოს 8-14%-ით.

**ასაკი** - დაბადებიდან 2 წლამდე ასაკში ძალიან სწრაფად იზრდება ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი. ახალშობილობის პერიოდში საკვებით მიღებული ენერგიის 12-15% იხარჯება ახალი ქსო-

ვილების წარმოქმნაზე ანუ ზრდაზე. ასაკის მატებასთან ერთად პუბერტატის დადგომამდე, ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი სხეულის ყოველ კილოგრამზე მცირდება. 2 წლის ასაკის შემდეგ, ორგანიზმის ზრდაზე იხარჯება საკვებით მიღებული ენერგიის დაახლოებით 1%. მოზარდებში აქტიური ზრდის პერიოდში, ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი მნიშვნელოვნად იზრდება. ენერგოხარჯი სხეულის მასის მატებაზე ბავშვობისა და მოზარდობის პერიოდში, შეადგენს 5კკალ სხეულის ყოველ მომატებულ გრამზე.

ზრდასრულ ადამიანებში ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი შენარჩუნებულია მუდმივ დონეზე წლების განმავლობაში, მაგრამ ასაკის მატებასთან ერთად, თანდათან მცირდება, რაც განპირობებულია მჭლე მასის შემცირებასა და ცხიმოვანი მასის ზრდით. 40 წლის ასაკის შემდეგ, ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი ყოველ მომდევნო 10 წელზე მცირდება 2-3%-ით. ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის შემცირება ხდება ასაკში წონის დაგროვების, ჭარბი წონისა და სიმსუქნის განვითარების მიზეზი. სამუალო და მოხუცებულობის ასაკში, უცხიმო ქსოვილის მასის და ძირითადი ცვლის მაღალი დონის შენარჩუნებას ხელს უწყობს ვარჯიში და ფიზიკური შრომა.

**სქესი** - უცხიმო, მეტაბოლურად აქტიური, კუნთოვანი ქსოვილის მასა მამაკაცებში აღემატება იგივე ასაკის, წონის და სიმაღლის ქალის კუნთოვან მასას, რის გამოც მამაკაცების ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი 5-10%-ით აღემატება ქალის ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯს.

**ჰორმონები** - ფარისებრი და თირკმელზედა ჯირკვლის ჰორმონები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის აქტივაციაზე. კვლევებით დადასტურებულია, რომ ჰიპოთირეოიდიტის დროს, ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი მცირდება 30%-ით, ხოლო ჰიპერთირეოზის შემთხვევაში, იზ-

რდება 50-75%-ით.

ემოციური სტრესის დროს გამოყოფილი ადრენალინი იწვევს ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის ხანმოკლე ზრდას, რომელიც 2-3 საათში უბრუნდება ნორმას.

ქალებში ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი დამოკიდებულია მენსტრუალურ ციკლზე. ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი მინიმალურია ოვულაციამდე 1 კვირით ადრე, ციკლის მე-14 დღეს, ხოლო მაქსიმალურია მენსტრუაციის დაწყების წინ. ამ პერიოდებში ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის სხვაობა შეადგენს 360 კკალ/დღე-ღამეში. საშუალოდ, ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი ციკლის მეორე ნახევარში 150კკალ/დღე-ღამეში მეტია.

**კვების მდგომარეობა** ხანგრძლივი შიმშილობის ფონზე, ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი შესაძლებელია შემცირდეს 20%-ით, გათვლილ ხარჯთან შედარებით. შიმშილობის პერიოდში ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის შემცირება აიხსნება შიმშილზე ორგანიზმის ადაპტაციური მექანიზმით, რომელიც მიმართულია ენერგიის კონსერვაციაზე.

**სხეულის ტემპერატურა** - სითბო წარმოადგენს ბიოქიმიური რეაქციების კატალიზატორს. ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი იზრდება სხეულის ტემპერატურის მატებისას. სხეულის ტემპერატურის  $1^{\circ}\text{C}$  -ით მომატებისას ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი იზრდება 13-15%-ით; ეს ნიშნავს, რომ ავადმყოფებს მაღალი ტემპერატურით, მომატებული აქვთ მოთხოვნილება ენერგიაზე.

**გარემოს ტემპერატურა** - ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი მინიმალურია  $26^{\circ}\text{C}$  გარემოს ტემპერატურაზე. უფრო დაბალ ან მაღალ ტემპერატურაზე ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი იზრდება. გარემოს ტემპერატურის მცირე დროით შემცირება, როდესაც ადამიანს არ აცვია შესაფერისი ტანსაცმელი, იწვება კუნთების კანკალი და დაბალი ტემპერატურით ინდუცირებული (გამოწვეული) თერმოგენეზი (სითბოს წარმოქმნა), რის შედეგადაც იზრდება ძი-

რითადი ცვლის ენერგობარჯი. ახალშობილებში ე.წ. ყავისფერი ცხიმოვანი ქსოვილი გამოიმუშავებს სითბოს სხეულის ტემპერატურის შესანარჩუნებლად კანკალის გარეშე. ცივ კლიმატურ პირობებში ძირითადი ცვლის ენერგობარჯის ზრდის ხარისხი დამოკიდებულია ცხიმოვანი ქსოვილის იზოლაციურ ეფექტზე და ტანსაცმელზე.

ცხელი, ტროპიკული კლიმატის პირობებში მოსვენებული მდგომარეობის ენერგობარჯი 5-20%-ით მეტია, ვინემ გარემოს კომფორტული ტემპერატურის დროს.

**ორსულობა** ორსულობის ადრეულ ეტაპზე ძირითადი ცვლის ენერგობარჯი რამდენადმე მცირდება. ორსულობის ვადების ზრდასთან ერთად, ძირითადი ცვლის ენერგობარჯი იზრდება ნაყოფის ზრდის ხარჯზე ორსულის წონის მატების, საშვილოსნოსა და პლაცენტის ზრდის გამო. ორსულობის მე-3 ტრიმესტრში ძირითადი ცვლის ენერგობარჯი 20%-ით აღემატება ორსულობამდე არსებულ ძირითადი ცვლის ენერგობარჯს; ეს განპირობებულია ნაყოფის და პლაცენტის ქსოვილებში ცვლის პროცესების მაღალი დონით, ასევე, დედის ქსოვილებში მეტაბოლიზმის გაძლიერებით.

ძირითადი ცვლის ენერგობარჯზე გავლენას ახდენს როგორც გარე, ისე შინაგანი ფაქტორები. მიუხედავად ამისა, ადამიანთა უმრავლესობისათვის, ძირითადი ცვლის ენერგობარჯი, რომელიც გამოთვლილია წონის გათვალისწინებით, სავსებით ადეკვატურად ასახავს ენერგიის მოთხოვნილებას და წარმოადგენს ბაზისურ პარამეტრს ორგანიზმის საერთო ენერგობარჯის შესაფასებლად.

### **6.1.3. ფიზიკური აქტივობის ენერგობარჯი**

მოსვენებული მდგომარეობის ენერგობარჯი შეადგენს ადამიანის მიერ დღის განმავლობაში სრულად მოხმარებული ენე-



რგიის 60-75%-ს. საერთო ენერგოხარჯის მეორე ყველაზე დიდ კომპონენტს შეადგენს ფიზიკური აქტივობის ენერგოხარჯი და გაზრდილი ფიზიკური დატვირთვის დროს გულისა და სასუნთქი სისტემის საკომპენსაციოდ გაძლიერებული მუშაობისათვის გახარჯული ენერგია. ფიზიკური აქტივობის ხარისხიდან გამომდინარე, ფიზიკურ დატვირთვაზე იხარჯება მთელი დღეღამური ენერგიის  $\frac{1}{3}$  და მეტი. ორგანიზმის ჰარმონიული განვითარებისა და ჯანმრთელობის შენარჩუნებისათვის საჭიროა, რომ ფიზიკურ აქტივობაზე მოდიოდეს დღე-ღამეში გახარჯული მთელი ენერგიის არანაკლებ  $\frac{1}{3}$  -ისა.

ცდების საშუალებით დადგენილია სხვადასხვა სახის სამუშაოების და ფიზიკური აქტივობების ენერგეტიკული ღირებულება და შედგენილია ცხრილები.

ენერგოხარჯის ინტენსივობა ფასდება ენერგოხარჯისა და ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის თანაფარდობით მოცემული სამუშაოს შესასრულებლად დროის მოცემულ ერთეულში. ამ თანაფარდობას ეწოდება მოცემული სამუშაოს ფიზიკური აქტივობის კოეფიციენტი (ფაკ). ფაკ-ი გვიჩვენებს რამდენჯერ აღემატება ენერგოხარჯი მოცემული სახეობის ფიზიკურ აქტივობაზე ძირითადი ცვლის ენერგო- ხარჯს დროის მოცემულ ერთეულში. ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვების დროს, ენერგოხარჯი დატვირთვაზე შესაძლებელია 10-15-ჯერ (ფაკ=10-15) აღემატებოდეს ძირითადი ცვლის სიდიდეს.

ფაკ-ის საფუძველზე საკმაოდ ზუსტად შეიძლება გამოითვალოს ადამიანის დღეღამური ენერგოხარჯი სხვადასხვა ფიზიკური აქტივობების დროს, რისთვისაც საჭიროა ვიცოდეთ ძირითადი ცვლის / მოსვენებული მდგომარეობის ენერგოხარჯი და დღე-ღამის განმავლობაში შესრულებული სხვადასხვა ფიზიკური აქტივობის შესრულების ხანგრძლივობა.

ფიზიკური აქტივობის ენერგოხარჯი, სრული ენერგოხარჯის ცვალებადი და არამუდმივი კომპონენტია, რომელიც შესაძლებელია, თვითნებურად გაიზარდოს ან შემცირდეს. ფიზიკური აქტივობის ენერგოხარჯი რეგულირებადია, ხოლო ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი არარეგულირებადი.

სტანდარტული სამუშაოსა და ფიზიკური აქტივობების გარდა, მნიშვნელოვანია ე.წ. სპონტანური აქტივობები, რაც ახასიათებს ადამიანის ზოგად მობილურობას; გარეგნულად ეს გამოიხატება მოუსვენრობაში, ფუსფუსში, რაც განსაკუთრებით ახასიათებს ბავშვებსა და მოზარდებს. კვლევებით (არაპირდაპირი კალორიმეტრიის მეთოდით მეტაბოლურ ოთახში) დადგენილია, რომ ენერგოხარჯი სპონტანური აქტივობების დროს შეადგენს 100-800 კკალ/დღე-ღამეში.

დაბალი ტემპერატურის პირობებში ( $14^{\circ}\text{C}$ ) ენერგოხარჯი ფიზიკური მუშაობის შესრულებაზე იზრდება საშუალოდ 15%-ით, კომფორტულ პირობებში მუშაობის შესრულებასთან შედარებით; ამასთან, ცივ კლიმატურ პირობებში მუშაობისას აქტივობის ენერგოხარჯი იზრდება მძიმე, მოძრაობის შემბოჭველი ტანსაცმლის ტარების გამო და ეს ზრდა შესაძლებელია შეადგენდეს საერთო დღეღამური ენერგოხარჯის 2-3%-ს.

ენერგიაზე მოთხოვნილება იზრდება  $37^{\circ}\text{C}$  უფრო მაღალი ტემპერატურის პირობებში ფიზიკური მუშაობის დროს. გარემოს მაღალი ტემპერატურის პირობებში მუშაობის დროს, მატულობს სხეულის ტემპერატურა და ძირითადი ცვლა. დამატებითი ენერგოხარჯი განპირობებულია სხეულის ტემპერატურული რეჟიმის მენარჩუნების საჭიროებით.

გონებრივი მუშაობა პრაქტიკულად არ ზრდის ენერგიაზე მოთხოვნილებას, თუმცა თავის ტვინი მოიხმარს ძირითადი ცვლის ენერგიის 20%-ს.

#### 6.1.4. საკვებისმიერი თერმოგენეზი

საკვების რაოდენობა, რომელსაც გავთვლით ძირითადი ცვლის და ფიზიკური აქტივობების ენერგოხარჯის დასაფარად, ამ რაოდენობის საკვების ენერგია არ იქნება საკმარისი ორგანიზმის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად. მიზეზი მდგომარეობს იმაში, რომ ამ შემთხვევაში არ იქნება გათვალისწინებული ენერგიის ხარჯი საკვების მონელებაზე, შეწოვაზე, ტრანსპორტირებაზე, მეტაბოლიზმსა და საკვები ნივთიერებების (ნუტრიენტების) დეპონირებაზე. ამ ფენომენს ეწოდება საკვების სპეციფიკური დინამიური მოქმედება (სსდმ), ანუ საკვებისმიერი თერმოგენეზი. საკვებისმიერი თერმოგენეზი არის ენერგოხარჯის მომატება საკვების მიღებიდან 1-4 საათის განმავლობაში. სსდმ შეადგენს სრული ენერგოხარჯის დაახლოებით 10%-ს. ორგანიზმის საერთო ენერგოხარჯის გამოსათვლელად, საჭიროა ძირითადი ცვლის და ფიზიკური აქტივობების ენერგოხარჯებს დაემატოს ამ ჯამური ხარჯის 10%.

საკვებისმიერი თერმოგენეზის სიდიდე დამოკიდებულია საკვების შემადგენლობაზე, განსაკუთრებით, ძირითადი ნუტრიენტების შემცველობაზე და ენერგეტიკული მარაგის დეპონირების მეტაბოლურ გზებზე.

სამი მაკრონუტრიენტიდან ცილები იწვევენ ყველაზე მაღალ საკვებისმიერ თერმოგენეზს, რაც განპირობებული უნდა იყოს ცილის დამლისა და ბიოსინთეზის მაღალი ენერგეტიკული ღირებულებით, რომელიც შეადგენს მოხმარებული ენერგიის 24%-ს.

ყველაზე დაბალ საკვებისმიერ თერმოგენეზს იწვევს ცხიმი. ცხიმის დაგროვების ენერგეტიკული ღირებულება შეადგენს საკვების ცხიმის კალორიულობის მხოლოდ 4%-ს.

ნახშირწყლები ინდუცირებენ ცილებთან შედარებით უფრო ნაკლებ თერმოგენეზს, მაგრამ მნიშვნელოვნად მეტს ცხიმებთან შედარებით. გლუკოზის პირდაპირი დაჟანგვის დროს მთელი

ენერგია უტილიზირდება. თუ გლუკოზა დეპონირდება გლიკოგენის სახით, ენერგიის 7% იყარება გლიკოგენის ბიოსინთეზსა და დეპონირებაზე. ტრიოზოფოსფატებიდან გლიკოგენის ბიოსინთეზზე ენერგოხარჯი მეტია, ვიდრე გლუკოზიდან მათ სინთეზირებაზე.

თეორიულად, საკვებით მიღებული ქარბი ნახშირწყლები იწვევენ ლიპოგენეზს და ცხიმის დაგროვებას ცხიმოვან ქსოვილში: თუმცა, ნახშირწყლებიდან ლიპოგენეზის პროცესი ენერგეტიკულად უკიდურესად არაეფექტურია და მოითხოვს გარდასაქმნელ ნახშირწყლებში ჩართული ენერგიის 26%-ის ხარჯვას. 24 საათში ნახშირწყლებიდან წარმოქმნილი ცხიმის მასა უმნიშვნელოა.

ცხარე საკვამები აძლიერებენ და ზრდიან საკვებისმიერი თერმოგენეზის ხანგრძლივობას. საკვებისმიერი თერმოგენეზის სტიმულაციას იწვევს კოფეინი, ნიკოტინი და სიცივის ზემოქმედება. საკვებისმიერ თერმოგენეზში მნიშვნელოვან როლს, განსაკუთრებით ნახშირწყლების მიღების შემდეგ, ასრულებს ვეგეტატიური ნერვული სისტემა. B - ადრენობლოკატორების მიღება თრგუნავს გლუკოზით გამოწვეულ თერმოგენეზს.

საკვებისმიერი თერმოგენეზი ხასიათდება ინდივიდუალური ცვალებადობით, საკვების სტანდარტული შემადგენლობის პირობებშიც კი. საკვებისმიერი თერმოგენეზი შედარებით სუსტადაა გამოხატული სიმსუქნის დროს, ნორმალური წონის თერმოგენეზთან შედარებით. შესაძლებელია, თერმოგენეზის სიდიდეზე გავლენას ახდენს გენეტიკური ფაქტორებიც.

#### **6.1.5. ფაკულტატიური თერმოგენეზი**

ფაკულტატიური ნიშნავს არასავალდებულოს, შემთხვევითს, არასისტემატურს. ფაკულტატიური თერმოგენეზი ადამიანებში ბოლომდე არ არის შესწავლილი, თუმცა ცნობილია, რომ მნიშვნე-

ლოვანია სხეულის მასის რეგულაციისათვის კვების დეფიციტის ან ჭარბი ენერგიის მოხმარების შემთხვევაში. შესაძლებელია, ფაკულტატიური თერმოგენუზით აიხსნას ის გარემოება, რომ რიგ შემთხვევებში დიდი რაოდენობით საკვების მოხმარებისას, წონის მატება იმაზე ნაკლებია, ვინემ წესით უნდა მოგვეცეს ამ რაოდენობის საკვების მოხმარებამ. ამ იშვიათმა მოვლენამ მიიღო დასახელება „მგლის მაღა“, რომლის დროსაც, სავარაუდოდ, ხდება ენერგიის ერთგვარი გაფანტვა ან საკვების ენერგიის არაეფექტური უტილიზაცია. ამერიკელი მეცნიერები კვლევების შედეგებით მივიდნენ დასკვნამდე, რომ წონადეფიციტური ადამიანების წონის მოსამატებლად იხარჯება საკვების ენერგია 2-ჯერ მეტი, ვიდრე ჭარბი წონის შესანარჩუნებლად მსუქან ადამიანებში. საკვების მიერი და ფაკულტატიური თერმოგენუზის შესწავლა ხსნის პერსპექტივას სხეულის წონის რეგულაციის მექანიზმების, სიმსუქნის მკურნალობისა და პროფილაქტიკის შესწავლაში.

## **6.2. ადამიანის ორგანიზმის ენერგოხარჯის განსაზღვრის მეთოდები**

ენერგოხარჯის გამოსათვლელად გამოიყენება ინსტრუმენტული გაზომვის მეთოდი და სპეციალურად შემუშავებული გამოსათვლელი ფორმულები.

**ინსტრუმენტული მეთოდები** - ზოგადად ენერგოხარჯისა და ძირითადი ენერგოხარჯის გამოსათვლელად, მოიცავს პირდაპირი და არაპირდაპირი კალორიმეტრიის მეთოდებს.

ძირითადი ცვლის მოცულობა შესაძლებელია განისაზღვროს ისევე, როგორც საკვების კალორიულობა, პირდაპირი კალორიმეტრიის მეთოდით. საკვლევი პირი თავსდება აბსოლუტურად იზოლირებულ ოთახში, რომელსაც მეტაბოლური ოთახი ეწოდება. ორგანიზმის მიერ გამოყოფილი სითბო რეგისტრირდება ან ოთახში ტემპერატურის მატებით, ან სპეციალური სენსორებით. მე-

ტაბოლური ოთახი იძლევა მხოლოდ ზოგიერთი სტანდარტული ფიზიკური აქტივობების დროს გამოყოფილი სითბოს რეგისტრაციის საშუალებას. პირდაპირი კალორიმეტრიის მეთოდი საკმაოდ რთული განსახორციელებელი და ძვირადღირებული მეთოდია. მსოფლიოში არსებობს ერთეული მეტაბოლური ოთახი, რომელიც აღჭურვილია თანამედროვე აპარატურით.

**არაპირდაპირი კალორიმეტრიის მეთოდი** - ეფუძნება ენერგიის ხარჯის გათვლებს ჩასუნთქული ჰაერიდან ჟანგბადის შთანთქმის და ამოსუნთქულ ჰაერში ნახშირორჟანგის მოცულობის მიხედვით, დროის მოცემულ პერიოდში. აირთა ცვლის ანალიზი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს სუნთქვის კოეფიციენტი (სკ), რომელიც წარმოადგენს გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობის ფარდობას შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენობასთან. [სკ = მოლი  $\text{CO}_2$ /მოლი  $\text{O}_2$ ]. ჩასუნთქული და ამოსუნთქული ჰაერის ანალიზით განისაზღვრება წარმოებული სითბო, შემდეგ - ორგანიზმის ენერგოხარჯი. 1ლ. მოხმარებული ჟანგბადი შეესაბამება 4,825(= 5კკალ). ენერგიის წარმოებას; ამ სიდიდეს ეწოდება მეტაბოლური ანუ ენერგეტიკული ექვივალენტი.

**სკ** - ის სიდიდის მიხედვით, შესაძლებელია, ვიმსჯელოთ უპირატესად რომელი ნუტრიენტის - ცილის, ცხიმის ან ნახშირწყლის დაჟანგვა მოხდა. თუ ენერგია გამოიყო ნახშირწყლების დაშლის შედეგად, სკ ტოლია ან ახლოსაა 1-თან; ცხიმების დაშლისას სკ შეადგენს - 0.7, ხოლო ცილების დაჟანგვისას - 0.85.

განხილული მეთოდების გარდა, ენერგოხარჯისა და მოხმარების განსაზღვრისათვის ფართოდ გამოიყენება წყლის ორმაგი მონიშვნის მეთოდი, რომელიც მოცემულ ეტაპზე ერთ-ერთი ყველაზე ზუსტი და უსაფრთხო მეთოდია. მეთოდი გამოიყენება კვლევითი მიზნით, მოსახლეობის სხვადასხვა ჯგუფებში, სხვადასხვა ფიზიკური აქტივობებისას, ენერგიის მოხმარების განსაზღვრისათვის.

## **მოსვენების / ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის შეფასების გამოთვლითი მეთოდები**

მრავალრიცხოვანი კვლევების შედეგების საფუძველზე შემუშავებულია ფორმულები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ გამოვთვალოთ მოსვენების/ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი.

ნორმალური აღნაგობის მქონე მამაკაცებისათვის ძირითადი/მოსვენების ენერგოხარჯი შეადგენს 1კკალ/1სთ/1კგ სხეულის მასაზე, ხოლო ქალებისათვის 0,9კკალ/1სთ/1კგ. სხეულის წონაზე. ჭარბწონიანი და წონადეფიციტური ადამიანებისათვის ამ გზით გამოთვლილი ცვლის ენერგოხარჯი იძლევა ცდომილებას. ჭარბწონიანებისათვის ცვლის ენერგოხარჯი ჭარბია, ხოლო წონადეფიციტურებისათვის - ნაკლები. აღნიშნული მეთოდი არ გამოიყენება 18 წლამდე ასაკის ბავშვებისა და მოზარდებისათვის.

**ხარის-ბენედიქტის განტოლება** - წარმოდგენილია ორი ფორმულით - ქალებისა და მამაკაცებისათვის; ფორმულებში განსხვავებულია კონსტანტები:

### **ქალებისათვის:**

$E$  მოსვენების მდგომარეობის ენერგოხარჯი =  $65,5 + 9,56 \times m(\text{კგ}) + 1,85 \times H(\text{სმ}) - 4,68 \times \text{ასაკი (წლები)}$

სადაც -  $m$ -არის სხეულის წონა;  $H$  - არის სიმაღლე;

### **მამაკაცებისათვის:**

$E$  მოსვენების მდგომარეობის ენერგოხარჯი =  $66,5 + 13,75 \times m(\text{კგ}) + 5,0 \times H(\text{სმ}) - 6,78 \times \text{ასაკი (წლები)}$

სადაც -  $m$ -არის სხეულის წონა;  $H$  - არის სიმაღლე;

ხარის-ბენედიქტის ფორმულა ითვალისწინებს ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის განსაზღვრისას ადამიანის სქესს, ასაკს, წონას. მამრობითი სქესის ადამიანებში გამოიყენება 10 წლის ასაკიდან, ხოლო მდედრობითი სქესის ადამიანებში - ნებისმიერ ასაკში.

**მიფლინ-სტიჯორის განტოლება** - გამოიყენება 19-დან 78წ.

ასაკის ადამიანებში

### **ქალებისათვის:**

$E$  მოსვენების მდგომარეობის ენერგობარჯი =  $10 \times m(\text{კგ}) \times 6,25 \times H(\text{სმ}) - 5X$  ასაკი (წლები) – 161.

სადაც -  $m$  - არის სხეულის წონა;  $H$  - არის სიმაღლე;

### **მამაკაცებისათვის:**

$E$  მოსვენების მდგომარეობის ენერგობარჯი =  $10 \times m(\text{კგ}) + 6,25 \times H(\text{სმ}) - 5X$  ასაკი (წლები) + 5

სადაც -  $m$  - არის სხეულის წონა;  $H$  - არის სიმაღლე;

### **ადამიანის დღეღამური ენერგობარჯის გათვლა**

ჯანმრთელი ადამიანის სრული ენერგობარჯი შედგება 3 ძირითადი დამოუკიდებელად შეფასებადი კომპონენტისაგან: ძირითადი/მოსვენებულის მდგომარეობის ცვლის ენერგობარჯისაგან, ფიზიკური აქტივობის ენერგობარჯისა და საკვების მიერი თერმოგენუზისაგან (საკვების სპეციფიკური დინამიური მოქმედება)

ძირითადი / მოსვენების ცვლის ენერგობარჯი გამოითვლება ზემოთ აღწერილი მეთოდებიდან ერთ-ერთით. სხვადასხვა სახის ფიზიკური აქტივობის ენერგობარჯების შესაფასებლად გამოიყენება სხვადასხვა ცხრილები.

$E = E_1 + E_2 + E_3$ , სადაც  $E$  არის სრული ენერგობარჯი,  $E_1$  - ძირითადი ცვლის ენერგობარჯი, ხოლო  $E_3$  - საკვების სპეციფიკური დინამიკური მოქმედება, რომელიც შეადგენს ძირითადი ცვლის დაახლოებით 10%-ს.

დღე-ღამის განმავლობაში ყველა სახის ენერგობარჯის ფაქტორული ანალიზი იხ. დანართი ცხრილი 16.

FAO/WHO-ს მიერ მოწოდებული ძირითადი ცვლის ენერგობარჯის გამოსათვლელი ფორმულები იხ. დანართი ცხრილი 17

## **6.3. ენერგიის წყარო ორგანიზმისათვის**

ადამიანის ორგანიზმისათვის ენერგიის ძირითად წყაროს



წარმოადგენს საკვებში შემავალი მაკრონუტრიენტები: ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, ასევე, ეთილის სპირტი (ალკოჰოლი). ნახშირწყლები უზრუნველყოფენ ორგანიზმის ენერგეტიკული მოთხოვნილების უმეტეს ნაწილს, შემდგომ ენერგეტიკულად მნიშვნელოვანია ცხიმები და შემდეგ - ცილები.

ადამიანის ორგანიზმში ენერგია გამოიყოფა გლუკოზის და ცხიმოვანი მჟავების დაჟანგვის დროს, რომლებიც წარმოიქმნებიან საკვების მონელების და ნახშირწყლების და ცხიმების მეტაბოლიზმის ან ამინომჟავების კატაბოლიზმის შედეგად. გლუკოზის და ცხიმოვანი მჟავების დაჟანგვა მიმდინარეობს ჟანგბადის, ასევე, ვიტამინების და ფერმენტების მონაწილეობით, რომლებიც მოქმედებენ როგორც კატალიზატორები.

საკვების ენერგიის მოხმარების კოეფიციენტი ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესებისათვის შეადგენს 20-25%-ს, ენერგიის დანარჩენი 75-80% გამოიყოფა სითბოს სახით გარემოში, რაც უზრუნველყოფს სხეულის ტემპერატურის მუდმივობას.

### **6.3.1. ძირითადი ნუტრიენტების ენერგეტიკული ღირებულების კოეფიციენტი**

საკვების ენერგეტიკული ღირებულება ანუ კალორიულობა გამოისახება კილოკალორიებში (კკალ) ან კილოჯოულებში (კჯ). 1 კკალ. არის სითბოს რაოდენობა, რომელიც საჭიროა 1ლ. წყლის  $15^{\circ}\text{C}$  – დან -  $16^{\circ}\text{C}$  - მდე ( $1^{\circ}\text{C}$  -ით) გასათბობად.  $1\text{კკალ} = 4.18\text{კჯ}$ .

კალორიმეტრიულ ბომბაში ნახშირწყლების, ცხიმების და ცილების დაწვის შედეგად გამოიყოფა 4,1კკალ/გ, 9,45კკალ/გ და 5,65კკალ/გ. ენერგია შესაბამისად.

დადგენილია, რომ ცილის დაწვის შედეგად მიღებული 5.65კკალ/გ. ენერგიიდან ადამიანის ორგანიზმი ითვისებს მხოლოდ 4,3კკალ/გ., ხოლო 1,3კკალ/გ. წარმოადგენს აზოტის წვის ენერგიას კალორიმეტრიულ ბომბაში (ადამიანის ორგანიზმი ვერ

იყენებს აზოტის წვის ენერგიას).

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ორგანიზმში საკვები ნივთიერებები ვერ მონელებიან და შეიწოვებიან 100%-ით. საკვების მონელების კოეფიციენტი დამოკიდებულია საკვები ნივთიერების სახეობაზე და საკვების თვისებებსა და შემადგენლობაზე, რომლითაც ეს ნივთიერებები ხვდება ორგანიზმში. ათვისების კოეფიციენტი შეადგენს: ნახშირწყლების - 0,98; ცხიმების - 0,95; ცილების - 0,92 - ს. წვის ენერგიის სიდიდის და ძირითადი ნუტრიენტების ათვისების კოეფიციენტის გათვალისწინებით შემუშავდა მაკრონუტრიენტთა ენერგეტიკული ღირებულების ფიზიოლოგიური კოეფიციენტები: ნახშირწყლებისათვის - 4კკალ/გ, ცილებისათვის - 4კკალ/გ. და ცხიმებისათვის - 9კკალ/გ. აქვე, ეთილის სპირტის ენერგეტიკული ღირებულება შეადგენს 7კკალ/გ.

### 6.3.2. საკვების ენერგეტიკული და ნუტრიენტული სიმკვრივე

საკვები ადამიანისათვის მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ როგორც ენერგიის წყარო, არამედ როგორც საკვები ნივთიერებების წყაროც. საკვებმა უნდა უზრუნველყოს ადამიანის ორგანიზმი როგორც ენერგიით, ასევე საკმარისი რაოდენობით კვების შეუცვლელი კომპონენტებით: ამინომჟავებით, პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავებით, მონო, დი- და პოლისაქარიდებით, ვიტამინებით, მინერალური ნივთიერებებით. რაც მეტი ესენციალური ნივთიერება მოდის ერთეულ კალორიაზე, მით მაღალია საკვების კვებითი ღირებულება. შეუცვლელი საკვები ნივთიერებების რაოდენობის შეფარდება პროდუქტის ერთეულ კალორიაზე განსაზღვრავს მის ნუტრიენტულ სიკვრივეს. თუ საკვები შეიცავს მარტო ნახშირწყლებს ან მარტო ცხიმებს, მაშინ ასეთი საკვები შეიცავს ბევრ „ცარიელ“ კალორიას და არ არის უზრუნველყოფილი ესენციალური ნივთიერებებით. სავსებით „ცარიელ“ კალორიებს წარმოადგენს

ალკოჰოლის კალორია, რომლისგანაც ორგანიზმს ცხიმის გარდა არაფრის წარმოება შეუძლია.

რაც უფრო მეტია საკვებში წყალი და ბოჭკო (უჯრედისი), მით დაბალია მისი კალორიულობა, რადგანაც ასეთი პროდუქტის ერთეულ წონაში ნაკლებია ენერგიის მომცემი მაკრონუტრიენტები, ანუ ასეთი საკვები ხასიათდება ერთეულ წონაზე ნაკლები ენერგეტიკული სიმკვრივით.

100 კკალ ენერგიის მისაღებად სხვადასხვა პროდუქტი სხვადასხვა რაოდენობით უნდა იყოს მიღებული. რაც უფრო ნაკლები რაოდენობის საკვებია მისაღები 100 კკალ-ის მისაღებად, მით უფრო კალორიულია ეს საკვები და მით მეტი ენერგიაა ამ საკვების სტანდარტულ ულუფაში.

საკვები პროდუქტების ენერგეტიკული ღირებულება ცნობარებში/ეტიკეტზე მოცემულია 100 გ. პროდუქტისათვის ან სტანდარტული ულუფისათვის. გამონაკლის შემთხვევაში, მოცემულია კონკრეტული წონის/მოცულობის კალორიულობა.

## თავი 7 ვიტამინები

ადამიანის ორგანიზმისათვის უმნიშვნელოვანეს, ესენციალურ (შეუცვლელ) კვებით კომპონენტს წარმოადგენს ვიტამინები - დაბალმოლეკულური ორგანული ნაერთები, რომლებიც აუცილებელი არიან ნივთიერებათა ცვლის ნორმალური მიმდინარეობისათვის, ფერმენტული კატალიზისათვის, ჰომეოსტაზის შენარჩუნების, ორგანიზმში მიმდინარე ყველა ბიოქიმიური პროცესის გამართულად მიმდინარეობისათვის.

### 7.1. ვიტამინების ფიზიოლოგიური როლი

ადამიანის ორგანიზმში ვიტამინები არ სინთეზირდება ან სინთეზირდება უმნიშვნელო, არასაკმარისი რაოდენობით, მაგალითად, ნიკოტინმჟავა, ამიტომ აუცილებელია მათი მზა სახით საკვებიდან მიღება. ვიტამინები ხასიათდებიან მაღალი ბიოლოგიური აქტივობით. სხვა შეუცვლელი საკვები ნივთიერებებისაგან განსხვავებით, ვიტამინები არ წარმოადგენენ ორგანიზმისათვის პლასტიკურ მასალას და ენერგიის წყაროს, მაგრამ მონაწილეობენ ნივთიერებათა ცვლის პროცესში, როგორც ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური პროცესების კატალიზატორები და რეგულატორები.

დღეისათვის ცნობილია ადამიანისათვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი 13 ვიტამინი. მიუხედავად ადამიანის ორგანიზმისათვის ვიტამინების უმნიშვნელოვანესი როლისა, მათზე მოთხოვნილება შეადგენს რამდენიმე მიკროგრამიდან ათეულ მილიგრამამდე.

განარჩევენ ცხიმში ხსნად და წყალში ხსნად ვიტამინებს. ცხიმში ხსნად ვიტამინებს მიეკუთვნება ვიტამინები A, D, E და K. ეს ვი-

ტამინები ორგანიზმში ხვდება ცხიმის შემცველი პროდუქტებით და მათი შეწოვისათვის აუცილებელია ცხიმის არსებობა. წყალში ხსნად ვიტამინებს მიეკუთვნებიან ვიტამინი C, B ჯგუფის ვიტამინები ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$ , ) ვიტამინები PP, ფოლის მჟავა, პანტოტენის მჟავა და ბიოტინი.

ვიტამინების გარდა, საკვები შეიცავს ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს, რომელთა დეფიციტს არ ახასიათებს მკვეთრი გამოვლინებები, მაგრამ ახასიათებს მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური აქტივობა. ეს ნივთიერებები მიეკუთვნებიან ვიტამინის მსგავს ნივთიერებების ჯგუფს. ბიოფლავანოიდები, ქოლინი, ინოზიტი, კარნიტინი, ოროტატის, პანგამონის, პარაამინობენზოინის მჟავები. ვიტამინები U და  $B_{15}$  არ ასრულებენ ორგანიზმისათვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან ფუნქციებს, მაგრამ მათ აქვთ ფარმაკოლოგიური ეფექტი და ამიტომ, ისინი არ მიეკუთვნებიან კვების შეუცვლელ ნივთიერებებს, წარმოადგენენ საკვების ბიოლოგიურად აქტიურ კომპონენტებს.

B ჯგუფის ვიტამინების სპეციფიური ფუნქცია მდგომარეობს იმაში, რომ მათგან წარმოიქმნებიან კოფერმენტები და ფერმენტთა პროსტეტიული ჯგუფები, რომლებიც მონაწილეობენ ნივთიერებათა ცვლის მნიშვნელოვან რეაქციებში. ფერმენტები, რომლებიც დაკავშირებული არიან ვიტამინებთან, მონაწილეობენ ენერგეტიკულ ცვლაში (თიამინი, რიბოფლავინი), ამინომჟავების ბიოსინთეზში და გარდაქმნაში (ვიტამინები  $B_6$  და  $B_{12}$ ), ცხიმოვანი მჟავების სინთეზში ( პანტოტენის მჟავა), პურინული და პირიმიდინული ფუძეების, აცეტილქოლინის, სტეროიდების სინთეზში და სხვ.

ზოგიერთი ცხიმში ხსნადი ვიტამინი, ასევე ასრულებს კოფერმენტულ ფუნქციას. ვიტამინი A რეტინოლის ფორმით, წარმოადგენს ცილა როდოფსინის აქტიურ ჯგუფს, მონაწილეობს ფოტორეცეფციის პროცესში. ვიტამინი K ასრულებს კოფერმენტის

ფუნქციას  $\gamma$  კარბოქსილირების რეაქციაში გლუტამინის მეშვეობით პრეპროტრომბინის მოლეკულად და სხვა ცილებად გარდაქმნაში, რაც მათ ანიჭებს კალციუმის შებოჭვის უნარს.

ვიტამინი E ასრულებს ბიოლოგიური მემბრანის უჯერი ლიპიდების სტაბილიზაციის და თავისუფალი რადიკალებით გამოწვეული ზეიანგვითი პროცესებისაგან დაცვის ფუნქციას.

ვიტამინი D მონაწილეობს ნაწლავებში მეწოვის პროცესში, კალციუმის იონებისა და არაორგანული ფოსფორის უჯრედული ბარიერის გავლით ტრანსპორტირებაში; თირკმელში კალციუმისა და ფოსფორის რეაბსორბციაში და ძვლოვანი ქსოვილიდან მათ მობილიზაციაში. ამ ფუნქციებს ვიტამინი D ასრულებს ორგანიზმში აქტივირებული მეტაბოლიტების ფორმით: 1,25-დიოქსიქოლეკალციფეროლისა და 24,25- დიოქსიქოლეკალციფეროლის.

ნაერთებს, რომლებიც არ არიან ვიტამინები, მაგრამ ორგანიზმში წარმოადგენენ ვიტამინების წინამორბედებს, ეწოდებათ პროვიტამინები. პროვიტამინებს მიეკუთვნება კაროტინოიდების ჯგუფი, რომლებიც ორგანიზმში გარდაიქმნებიან რეტინოლად (ვიტამინი A), სტერინები - ერგოსტერინი, 7-დეჰიდროქოლესტერინი - წარმოადგენენ ვიტამინ D-ს წინამორბედებს. კაროტინოიდების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია  $\beta$  კაროტინი, რომელიც ხილსა და ბოსტნეულს ანიჭებს ნარინჯისფერ-მოყვითალო შეფერილობას. ნმგ.  $\beta$  კაროტინი ორგანიზმში წარმოქმნის 1მგ. ვიტამინ A-ს.

ზოგიერთი ვიტამინის ანალოგი და ვიტამინის წარმოებული წარმოადგენენ ანტივიტამინებს. უჯრედში მოხვედრილი ეს ნივთიერებები, კონკურირებენ ვიტამინებთან, კერძოდ, კოფერმენტების ბიოსინთეზისა და ფერმენტების წარმოქმნისას. ფერმენტის სტრუქტურაში ანტივიტამინი იკავებს შესაბამისი ვიტამინის ადგილს, მაგრამ აგებულების განსხვავებულობის გამო, ვერ ასრულებს ვიტამინის ფუნქციას, რის გამოც ვითარდება ვიტამინური

უკმარისობა.

ანტივიტამინებს, ასევე, მიეკუთვნება ნივთიერებები, რომლებიც ბოჭავენ ან შლიან ვიტამინებს. მდინარის თევზის შინაგანი ორგანოები შეიცავენ ფერმენტ თიამინაზას, რომელიც შლის თიამინს (ვიტამინი B<sub>1</sub>); ქათმის კვერცხის ცილა შეიცავს ნივთიერება ავიდინს, რომელიც იწვევს ბიოტინის ინაქტივაციას. ზოგიერთ ანტივიტამინს აქვს ანტიბაქტერიული ან კანცეროსტატიური აქტივობა. მაგალითად, სულფამიდური პრეპარატები არიან პარამინობენზოინის მჟავას ანტაგონისტები, ხოლო ეს მჟავა აუცილებელია ბაქტერიების გამრავლებისათვის. ფოლის მჟავას ანტაგონისტები, ამინოპტერინი და ამეტოპტერინი გამოიყენებიან ონკოლოგიაში.

## **7.2. ვიტამინებზე მოთხოვნილება; ვიტამინების**

### **უკმარისობა: ავიტამინოზი და ჰიპოვიტამინოზი**

ვიტამინებზე მოთხოვნილება დამოკიდებულია როგორც ორგანიზმის მდგომარეობაზე, ისე გარემოს ფაქტორებზე. ორგანიზმის ვიტამინებზე მოთხოვნა დამოკიდებულია ასაკზე, ფიზიკური აქტივობის (შრომის) ხასიათსა და ინტენსივობაზე. ვიტამინებზე მოთხოვნილება მნიშვნელოვნად იზრდება ორსულობისა და მეძუძურობის დროს, ნერვულ-ფსიქიკური დაძაბულობის დროს, მაღალ ან დაბალ ტემპერატურულ პირობებში მუშაობის დროს და სხვ. ხანდაზმულობის ასაკში, ფიზიკური აქტივობისა და ენერგოხარჯის შემცირება, ვიტამინებზე მოთხოვნა უნდა შემცირდეს, მაგრამ იმის გამო, რომ ამ ასაკში ვიტამინების შეწოვა დარღვეულია, საჭირო ხდება დამატებით პოლივიტამინების მიწოდება, მათ შორის ისეთი ვიტამინებისაც, რომლის დეფიციტი ახალგაზრდა ასაკში პრაქტიკულად არ გვხვდება (მაგ. ვიტამინი B<sub>12</sub>, E და სხვ.).

საკვებით ამა თუ იმ ვიტამინის არასაკმარისი რაოდენობით მიღება იწვევს მათ დეფიციტს და ვიტამინური დეფიციტის შე-

საბამისი დაავადების განვითარებას, რომელსაც საფუძვლად უდევს ამ ვიტამინებზე დამოკიდებული ბიოქიმიური, უმეტესად ფერმენტაციული პროცესების დარღვევა.

განარჩევენ ვიტამინური უკმარისობის ორ ხარისხს: ავიტამინოზი და ჰიპოვიტამინოზი. ავიტამინოზი არის ამა თუ იმ ვიტამინის ღრმა დეფიციტური მდგომარეობა, გამოხატული კლინიკური ნიშნებით: ვიტამინ C -ს დეფიციტი - სუროვანდი (ცინგა); ვიტამინ D-ს - რაქიტი, ვიტამინ PP - პელაგრა, ვიტამინ B<sub>1</sub> - ბერი-ბერი; B<sub>12</sub> - პერნიციოზული ანემია და სხვ.

ჰიპოვიტამინოზის დროს დეფიციტი ზომიერადაა გამოხატული წაშლილი, არასპეციფიური გამოვლინებით: მადის დაქვეითება, ადვილად დაღლა, გაღიზიანებულობა, ღრძილებიდან სისხლდენა, კანის სიმშრალე და აქერცვლა, კანზე ჩირქოვანი გამონაყარი და სხვ. ასეთ შემთხვევაში, ბიოქიმიური კვლევები, ვიტამინების კონცენტრაციის, ვიტამინდამოკიდებული ფერმენტების აქტივობის განსაზღვრა, საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს ვიტამინის დეფიციტი იმ ეტაპზე, როცა ჯერ კიდევ არ არის კლინიკური გამოვლინება.

კლინიკურ პრაქტიკაში ერთი ვიტამინის დეფიციტს, უმეტეს შემთხვევაში თან ახლავს სხვა, რამდენიმე ვიტამინის დეფიციტი, ანუ საქმე გვაქვს პოლიჰიპოვიტამინოზთან; ასეთ შემთხვევებში, ერთი ვიტამინის დეფიციტი წამყვანია, ყველა დანარჩენი - თანმხლები.

ჰიპო და ავიტამინოზების განვითარების ძირითადი მიზეზი საკვებით არასაკმარისი რაოდენობით ვიტამინების მიღებაა. ასეთი ჰიპო და ავიტამინოზები პირველადი ანუ ეგზოგენურია. გარდა ამისა, ვიტამინების დეფიციტი შესაძლებელია განვითარდეს ისეთ შემთხვევაში, როდესაც საკვებით მიიღება საკმარისი რაოდენობით, მაგრამ დარღვეულია მათი უტილიზაცია ან მნიშვნელოვნად, მკვეთრად გაზრდილია მათზე ორგანიზმის მოთხოვ-



ნილება; ასეთი ჰიპოვიტამინოზები მეორადი ანუ ენდოგენური ჰიპოვიტამინოზებია. ჰიპოვიტამინოზების განსაკუთრებულ ჯგუფს მიეკუთვნება ნივთიერებათა ცვლის და ვიტამინების ფუნქციების თანდაყოლილი, გენეტიკურად განპირობებული დარღვევები.

რიგი ვიტამინების მიღება დოზით, რომელიც არსებითად აღემატება ფიზიოლოგიურ მოთხოვნილებას, იწვევს არასასურველი, გვერდითი მოვლენების განვითარებას, რიგ შემთხვევებში კი, პათოლოგიური მდგომარეობის განვითარებას, რომელიც იწოდება ჰიპერვიტამინოზად; ამ მხრივ განსაკუთრებით საშიშია ცხიმში ხსნადი ვიტამინების D და A -ს დოზის გადაჭარბება. მიუხედავად იმისა, რომ ვიტამინები გამოიყენება პროფილაქტიკური და სამკურნალო მიზნით, ჰიპოვიტამინოზების პრობლემა ჯერაც არ არის გადაჭრილი, რისი ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი მოსახლეობის არასრულფასოვანი კვებაა. ყველაზე მეტად გავრცელებული A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, ფოლისმჟავას და B<sub>6</sub> ვიტამინების დეფიციტია.

ვიტამინების არასაკმარისი მოხმარება, თუნდაც არ იწვევდეს ჰიპოვიტამინოზის კლინიკურ გამოვლინებას, უარყოფითად აისახება ადამიანის ჯანმრთელობაზე: მცირდება შრომისუნარიანობა, ქვეითდება იმუნიტეტი, მძიმდება ნებისმიერი დაავადების მიმდინარეობა.

ასკორბინის მჟავას (ვიტ. C) დეფიციტი კორელაციაშია სისხლში ქოლესტერინის მაღალი დონის, გულის იშემიური დაავადებების და ჰიპერტონული დაავადებების სიხშირესთან. ვიტამინ A-ს, კაროტინოიდების და ზოგიერთი B ჯგუფის ვიტამინების დეფიციტი ქმნის ფონს კანცეროგენული პროცესების განვითარებისათვის. ორსულებსა და მეძუძურებში ვიტამინების დეფიციტი საფრთხეს უქმნის დედის და ბავშვის ჯანმრთელობას და შესაძლებელია გახდეს განვითარების თანდაყოლილი ანომალიების, ჰიპოტროფიის, დღენაკლულობის, ბავშვის ფიზიკური და გონებრივი განვითარების ჩამორჩენის მიზეზი.

ბავშვთა და მოზარდთა ასაკში, ხანგრძლივად არასაკმარისი რაოდენობით ვიტამინების მოხმარება, უარყოფითად აისახება მათ ფიზიკურ განვითარებაზე, გამძლეობაზე, ხელს უწყობს ნივთიერებათა ცვლის დარღვევისა და ქრონიკული დაავადებების თანდათანობით განვითარებას. კვლევებით დადასტურებულია, რომ ვიტამინების არასაკმარისი მოხმარება წარმოადგენს ალკოჰოლიზმისადმი მიდრეკილების განვითარების ერთ-ერთ მიზეზს და აძლიერებს ალკოჰოლის მავნე გავლენას ფიზიკურ და ფსიქიკურ ჯანმრთელობაზე.

ჰიპოვიტამინური სტატუსი, რომელიც ახასიათებს ჯანმრთელი მოსახლეობის დიდ ნაწილს, მნიშვნელოვნად ღრმავდება სხვადასხვა დაავადების დროს. თავისთავად, ჰიპოვიტამინოზი ამძიმებს დაავადების მიმდინარეობას, ართულებს მკურნალობას და ამცირებს მკურნალობის ეფექტურობას, ართულებს ქირურგიული ჩარევის ამოსავალს და პოსტოპერაციული პერიოდის მიმდინარეობას. აქედან გამომდინარე, პრაქტიკულად ნებისმიერი დაავადების მკურნალობაში ჩართული უნდა იყოს პოლივიტამინური პრეპარატები არსებული დეფიციტის კორექციის ან დეფიციტის პრევენციის მიზნით.

მოსახლეობის ვიტამინებით არასაკმარისი უზრუნველყოფის ერთ-ერთი მთავარი მიზეზია ფაქტიური კვების შეუსაბამობა რეკომენდირებულ ნორმებთან, რაც განპირობებულია კლიმატოგეოგრაფიული ფაქტორებით, კვების ნაციონალური თავისებურებებით, ვიტამინებით მდიდარი პროდუქტების ძნელი ხელმისაწვდომობით / ხელმიუწვდომლობით, „მოდური დიეტების“ მიმდევრობით და სხვ. ვიტამინური დეფიციტის განვითარებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს რაციონში რაფინირებული პროდუქტების წილის მნიშვნელოვანი გაზრდა, კონსერვირებული და შენახვის გრძელვადიანი პროდუქტების ფართო/ხშირი მოხმარება და სხვ. ჰიპი და ავიტამინოზის მნიშვნელოვანი გამომწვევი

ფაქტორები შეიძლება რამდენიმე ჯგუფად დავყოთ:

**I ჯგუფი** - საკვებით არასაკმარისი რაოდენობით ვიტამინების მიღება:

1. რაციონში ვიტამინების დაბალი შემცველობა;
2. დაბალი ენერგოხარჯის გამო მოხმარებული საკვების რაოდენობის შემცირება;
3. ვიტამინების კარგვა პროდუქტების ტექნოლოგიური დამუშავების, შენახვისა და არარაციონალური კულინარიული დამუშავების შედეგად;
4. ბალანსირებული კვების ფორმულიდან გადახრა განპირობებული კვების ნაციონალური თავისებურებებისა და რელიგიური აკრძალვების გამო;
5. სხვადასხვა გენეზის ანორექსია;
6. ზოგიერთ პროდუქტში ვიტამინების ძნელად ათვისებადი ფორმით არსებობა.

**II ჯგუფი** - ვიტამინების გამომმუშავებელი ნაწლავის მიკროფლორის დათრგუნვა:

1. კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის დაავადებები;
2. ქიმიოთერაპია (ვითარდება ქარბი ბაქტერიული ზრდის სინდრომი);

**III ჯგუფი** - ვიტამინების ასიმილაციის დარღვევა:

1. ვიტამინების შეწოვის დარღვევა კნტ-ში კუჭის და ნაწლავების დაავადებების, ჰეპატობილიარული სისტემის დაზიანების დროს, მოხუცებულობის ასაკში - ნალველის სეკრეციის დარღვევის გამო (ნალველი აუცილებელია ცხიმში ხსნადი ვიტამინების შეწოვისათვის);
2. საკვებით მიღებული ვიტამინების უტილიზაცია ნაწლავის პარაზიტებისა და პათოგენური მიკროფლორის მიერ;
3. ვიტამინების ცვლისა და მათი აქტიური ფორმების წარმოქმნის დარღვევა სხვადასხვა დაავადებების დროს,

ტოქსიკური და ინფექციური აგენტების, ქიმიოთერაპიისა და ზოგიერთი მედიკამენტის მოქმედებით.

**IV ჯგუფი - ვიტამინებზე გაზრდილი მოთხოვნილება:**

1. ზოგიერთი ფიზიოლოგიური მდგომარეობა, როგორიცაა: ორგანიზმის ინტენსიური ზრდის პერიოდი (ჩვილობა, პრეპუბერტატი, პუბერტატი), ორსულობა (ნებისმიერი, განსაკუთრებით მე-2 და მე-3 ტრიმესტრი), მეძუძურობის პერიოდი;
2. განსაკუთრებული კლიმატური პირობები;
3. ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვა;
4. მნიშვნელოვანი ნერვულ-ფსიქიკური დატვირთვა, ხანგრძლივი / ხშირი სტრესული მდგომარეობა;
5. ეკოლოგიური და საწარმოო მავნე ფაქტორების ზემოქმედება;
6. ინფექციური დაავადებები და ინტოქსიკაციები;
7. შინაგანი ორგანოებისა და ენდოკრინული სისტემის დაავადებები;
8. ვიტამინების ჭარბი ექსკრეცია.

**IV ჯგუფი - ვიტამინების ცვლის და ფუნქციების თანდაყოლილი დარღვევები:**

1. ნაწლავებში შეწოვის თანდაყოლილი დარღვევა;
2. ვიტამინების სისხლით ტრანსპორტირების და ტრანსმემბრანული ტრანსპორტირების თანდაყოლილი დარღვევები;
3. ვიტამინების ბიოსინთეზის თანდაყოლილი დარღვევები;
4. ვიტამინების კოფერმენტად, პროსტეტულ ჯგუფებად და აქტიურ მეტაბოლიტებად გარდაქმნის თანდაყოლილი დარღვევა;
5. ფერმენტების აქტიურ ცენტრში ვიტამინების ჩართვის დაღვევა;

6. აპოფერმენტების სტრუქტურის დარღვევა, რაც ართულებს მათ ურთიერთდაკავშირებას კოფერმენტებთან;
7. აპოფერმენტების სტრუქტურის დარღვევა, რომელიც იწვევს ფერმენტების აქტივობის სრულ ან ნაწილობრივ დარღვევას, კოფერმენტებთან ურთიერთქმედების მიუხედავად;
8. ვიტამინების კატაბოლიზმის გაძლიერება;
9. ვიტამინების თირკმელებში რეაბსორბციის თანდაყოლილი დარღვევა;
10. ამა თუ იმ ვიტამინზე ორგანიზმის მოთხოვნილების გაზრდა სტრუქტურული ან მეტაბოლური პროცესების დარღვევის შედეგად, რომელიც არ უკავშირდება კონკრეტულად მოცემული ვიტამინის ცვლას.

### **7.3. ვიტამინების ძირითადი ფიზიოლოგიური თვისებები და ვიტამინების ძირითადი წყაროები ცხიმში ხსნადი ვიტამინები**

**ვიტამინი A** (რეტინოლი - გვხვდება ცხიმოვან პროდუქტებში,  $\beta$ -კაროტინი - მცენარეულ პროდუქტებში).

**ძირითადი კვებითი წყარო:** რძე, კარაქი, არაჟანი, ღვიძლი, თევზი, განსაკუთრებით ორაგულისებრი, კვერცხის გული, მცენარეული -  $\beta$ -კაროტინი - ნარინჯისფერი, ყვითელი, წითელი და მუქი მწვანე ბოსტნეული და ხილი; სტაფილო, პომიდორი, გოგრა, ჭარხალი, წითელი წიწკა, სალათის ფოთლები, მწვანილი, გარგარი, ფორთოხალი, ატამი.

**ფიზიოლოგიური როლი:** შედის მხედველობის პიგმენტის როდოსპინის შემადგენლობაში და მონაწილეობს მხედველობის ფოტოქიმიურ აქტში; აუცილებელია სხეულის ზრდის და ლორწოვანი გარსის უჯრედების ნორმალური განვითარებისთვის, რეპროდუქტიული სისტემის სრულფასოვანი განვითარება-ფუნ-

ქციონირებისათვის; მონაწილეობს სწრაფად პროლიფერირებადი ქსოვილების: ხრტილის, ძვლის, სპერმატოგენული ეპითელიის, პლაცენტის და სხვ. დაყოფასა და დიფერენცირებაში; ხელს უწყობს იმუნური სისტემის აქტივაციას; ამცირებს ფილტვების კიბოს და სხვა ონკოლოგიური დაავადებების განვითარების რისკს.

**უკმარისობა (ჰიპო- ავიტამინოზი):** ლეფციტის ადრეული გამოვლინებაა სიბნელეზე ადაპტაციისა და ღამის მხედველობის მოშლა (ქათმის სიბრმავე); კანის სიმშრალე და თვალის ლორწოვანი გარსის და რქოვანას დაზიანება; ბავშვებში ზრდის შეჩერება; იმუნიტეტის დაქვეითება და ინფექციებისადმი მგრძნობელობის მომატება.

**ჰიპერვიტამინოზი:** მაღალი დოზით ვიტამინი A (მაგრამ არა კაროტინი) ტოქსიკურია. იწვევს თავის ტკივილს, ადვილად დაღლას, ძვლების და სახსრების ტკივილს, კანის სიმშრალეს და ნახეთქებს, გამონაყარი კანზე, ქავილი და თმის ცვენა, ფადარათი, ჰეპატიტი, ჰიდროცეფალია.

**მოთხოვნილება** ვიტამინ A-ზე შეადგენს ქალებისათვის 800მკგ რეტინოლის ექვივალენტი(რექვ); მამაკაცებისათვის – 1000მკგ რექვ.; საშუალო მოთხოვნილება შეადგენს 3300-5000 საერთ. ერთეულს; ვიტამინ A-ს მთელი მოთხოვნილების  $\frac{1}{2}$  უნდა დაიფაროს ვიტამინ A-ს შემცველი პროდუქტებით, ხოლო  $\frac{1}{2}$  - კაროტინის შემცველით.

ვიტამინ A-ს და  $\beta$  -კაროტინის შემცველობა პროდუქტებში იხ. დანართი ცხრილი 18

**ვიტამინი D (კალციფეროლი).**

**ძირითადი კვებითი წყარო:**  $D_3$ -ის რძე და კარაქი, კვერცხის გული, თევზის ღვიძლის ქონი, ცხიმიანი ჯიშის თევზი. გამომუშავდება კანში მზის სინათლეზე.  $D_2$  -ს შეიცავს ზოგიერთი მცენარეული პროდუქტი, ზეთები და საფუარი.

**ფიზიოლოგიური როლი:** ვიტამინი D — ცხიმში ხსნადი სტე-

როიღია, 1,25-ჰიდროქსიკალციფეროლის ბიოლოგიური აქტივობა 10-ჯერ აღემატება კალციფეროლისას. ვიტამინი D, უჯრედული მემბრანის გავლით ახდენს კალციუმისა და ფოსფორის იონების ტრანსპორტის და სისხლში ამ იონების კონცენტრაციის რეგულირებას. ეს რეგულაცია დაფუძნებულია შემდეგ პროცესებზე, რომლებშიც მონაწილეობს ვიტამინი D: წვრილი ნაწლავის ეპითელიდან შეწოვილი კალციუმისა და ფოსფორის იონების ტრანსპორტი; კალციუმის მობილიზაცია ძვლოვანი ქსოვილიდან; თირკმლის მილაკებიდან კალციუმისა და ფოსფორის რეაბსორცია. ვიტამინი D შესაძლოა პასუხისმგებელი იყოს 200-ზე მეტი გენის რეგულაციაზე, რითაც შეიძლება აიხსნას D ვიტამინის ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო ეფექტები; მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სხვადასხვა სახის კანცეროგენული პროცესების პროფილაქტიკაში.

**უკმარისობა (ჰიპო - ავიტამინოზი):** გაზრდილი ნერვული გაღიზიანება და კუნთის კრუნჩხვა. ბავშვებში რაქიტი, მოზრდილებში-ოსტეომალაცია. ზოგიერთი დაავადების დროს, მაგ. ღვიძლისა და თირკმლის, შესაძლებელია, გამოვლინდეს D ვიტამინის ფარდობითი დეფიციტი.

**ჰიპერვიტამინოზი:** მაღალი დოზებით ტოქსიურია. გამოვლინდება თავის ტკივილით, მადის დაქვეითებით, ფაღარათით, გულის, სისხლძარღვების, თირკმელების კალციფიკაციით, ძვლის დემინერალიზაცია და მოტეხილობები.

**ვიტამინი E (ტოკოფეროლები).**

**კვებითი წყარო:** მცენარეული ზეთები: მზესუმზირის, სიმინდის, ზეთუნის, ხორბლის ჩანასახის ზეთი და სხვ. მაიონეზი, თხილეული, მთლიანი მარცვლეული, მწვანე ფოთლოვანები. რაც შეეხება ცხოველურ ცხიმებს, მათ შორის კარაქი, ნაღები და სხვა, ღარიბია ტოკოფეროლებით.

**ფიზიოლოგიური როლი:** იცავს უჯრედებს და ქსოვილებს ზეჟანგვითი პროცესებისაგან, აქტიური რადიკალებისგან და

უზრუნველყოფს უჯრედის მემბრანის სტაბილურობას; ზრდის ვიტამინ A - ს აქტივობას; იცავს ორგანიზმს გადაღლისა და ემოციური სტრესისგან; ხელს უწყობს კუნთების და ერითროციტების ნორმალურ განვითარებას. D ვიტამინის დამლის ერთ-ერთი პროდუქტი  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ , რომელიც აღწევს უჯრედის ბირთვში, აძლიერებს უჯრედის აგზნება-შეკუმშვას; კუნთის მუშაობა განპირობებულია შეკუმშვა-მოდუნებით; კუნთის უნარს შეკუმშოს, დიდი მნიშვნელობა აქვს კუნთის ძალისა და რეაქციისათვის. ამგვარად, D ვიტამინი უზრუნველყოფს კუნთის ძალას. მრავალი კვლევით დადასტურებულია, რომ ვიტამინი D უზრუნველყოფს სასუნთქი სისტემის ჯანმრთელობას, მისი ანტიანთებითი მოქმედების გამო. თუმცა, ჯანმო ადასტურებს ამ მოსაზრებას, აღიარებული პრობემების შედეგების მიხედვით, გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება დოზებს და ამასთან, უმეტეს კვლევებში გამოვლინდა მასალის სისუფთავის გარკვეული დარღვევები.

**უკმარისობა (ჰიპო-ავიტამინოზი)** არ არის ცნობილი

**ჰიპერვიტამინოზი** არ არის ცნობილი.

**ვიტამინი K.**

**კვებითი წყარო:** ყაბაყი, იონჯა, კომბოსტო, ყვავილოვანი კომბოსტო, ისპანახი, მწვანილი, მწვანე პომიდორი, ასკილი, სალათი, მწვანე ჩაი, ზოგიერთი ხილი, უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავს სოიოს ფქვილი და ღორის ღვიძლი, თევზი, კვერცხის გული, რძე.

**ფიზიოლოგიური როლი:** ანტიჰემორაგიული ან კოაგულაციური ვიტამინი აუცილებელია სისხლის შედედების პროცესისთვის და ძვლის ქსოვილის წარმოქმნისთვის; შედის ლეტიცინის შემადგენლობაში, რომელიც საჭიროა სისხლის პლაზმის და უჯრედის მემბრანის წარმოქმნისათვის.

**უკმარისობა (ჰიპო-ავიტამინოზი)** სისხლის შედედების დარღვევა, მიდრეკილება სისხლდენის და სისხლჩაქცევებისადმი.



ჰიპოვიტამინოზის ან ავიტამინოზის განვითარება, შესაძლებელია, განპირობებული იყოს ნაღვლის ბუშტის და სადინარების პათოლოგიების, მათ შორის ნაღველკენჭოვანი დაავადებით, ჰეპატიტით, დიარეით, წყლულოვანი კოლიტით, კუჭქვეშა ჯირკვლის პათოლოგიებით და სხვ.

**ჰიპერვიტამინოზი - პრაქტიკულად არ ვითარდება;**

**წყალში ხსნადი ვიტამინები.**

ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრილი წყალში ხსნადი ვიტამინები ბიოლოგიურ აქტივობას ამჟღავნებენ მეტაბოლიზმის პროცესში შესაბამის კოფერმენტად გარდაქმნის შემდეგ.

**ვიტამინი B<sub>1</sub> (თიამინი).**

**კვებითი წყარო:** მარცვლეული, პური, ბურღულეული, პარკოსანები, საფუარი, თხილი, ხორცი, ღვიძლი; პრაქტიკულად არ შეიცავს ხილი და ბოსტნეული.

თიამინი მდგრადია თერმული დამუშავებისა და სინათლის მოქმედების მიმართ, ასევე ინარჩუნებს მდგრადობას მჟავე არეში; კულინარიული დამუშავებისას პრაქტიკულად არ იშლება.

**ფიზიოლოგიური როლი:** თიამინი თიამინდიფოსფატის სახით მონაწილეობს ცხიმოვანი მჟავებისა და სტეროიდების, ნუკლეოტიდების, ნუკლეინის მჟავების, ნუკლეოტიდური კოფერმენტების სინთეზში, წამლებისა და ტოქსინების გაუვნებელყოფაში. თიამინი ამუხრუჭებს ქოლინესთერაზის წარმოქმნას და ამით აძლიერებს აცეტილქოლინის აქტივობას; მონაწილეობს ნერვული იმპულსის სინაფსურ გადაცემაში, გავლენას ახდენს ნახშირწყლოვანი ცვლის რეგულაციაზე (მისგან ენერგიის მიღებაში ნერვული და კუნთოვანი სისტემის მუშაობის უზრუნველყოფისათვის, მათ შორის გულის კუნთის); ხელს უწყობს სმს-ის გამართულ ფუნქციონირებას და ჯანსაღი მადის შენარჩუნებას.

თავისუფალი თიამინის დაახლოებით ნახევარი გროვდება ჩონჩხის კუნთებში, 40%-მდე შინაგან ორგანოებში, ძირითადად,

ღვიძლში მარაგის სახით. გარკვეული რაოდენობის თავისუფალი თიამინი ორგანიზმიდან გამოიყოფა შარდით.

**უკმარისობა** (ჰიპო- ავიტამინოზი) მადის დაქვეითებას, კუჭის წვენისა და მარილმჟავას სეკრეციის შემცირებას, ნაწლავთა ატონიას, დიარეას, კუნთოვანი ქსოვილის მკვეთრ ატროფიას, ჩონჩხის, გულის და გლუვი კუნთების შეკუმშვის უნარის დაქვეითებას, (მკვეთრი კუნთოვანი სისუსტე, გულის კუნთის შეკუმშვის ძალის შემცირება, მარჯვენა წინაგულისა და პარკუჭის გადიდება, ტაქიკარდია, გულის მწვავე უკმარისობა, ნაწლავთა გლუვი კუნთების ტონუსის დაქვეითება); პერიფერიული მგრძნობელობის მოშლას, ზოგიერთი პერიფერიული რეფლექსის გაქრობას, ნერვის გასწვრივ ძლიერ ტკივილს, კრუნჩხვებს, ირღვევა უმაღლესი ნერვული სისტემის ფუნქციონირება (შიშები, ინტელექტის დაქვეითება და სხვ.).

**ღლიური მოთხოვნილება** - შეადგენს 1,2-1.5მგ-ს. ფიზიკური დატვირთვების დროს ეს მოთხოვნილება მკვეთრად იზრდება. სპორტსმენებისათვის შეადგენს საშუალოდ 2.5-5მგ-ს.

**ვიტამინი B<sub>2</sub>** (რიბოფლავინი.)

**კვებითი წყარო:** ცხოველური წარმოშობის პროდუქტები: ხორცი, ღვიძლი, თირკმელები, რძე და რძის ნაწარმი; მცირე რაოდენობით შეიცავს ჭვავის პური. წიწიბურა, ლობიო. დიდი რაოდენობითაა საფუარში.

**ფიზიოლოგიური როლი:** რიბოფლავინი მონაწილეობს ქსოვილოვან სუნთქვაში, ნახშირწყლოვან ცვლაში, გავლენას ახდენს ნერვული სისტემის ფუნქციონირებაზე, ხელს უწყობს ცხიმების სინთეზს, გავლენას ახდენს ორგანიზმის ზრდის პროცესებზე, მხედველობაზე (მონაწილეობს ფერების აღქმაში). რაციონში ცილის არ არსებობის შემთხვევაში მისი დღეღამური დოზა შესაძლებელია ტოქსიური აღმოჩნდეს.

**უკმარისობა** (ჰიპო- ავიტამინოზი) - ზიანდება ლორწოვანი

გარსი და თვალის რქოვანა; შეინიშნება ტუჩებისა და პირის ღრუს ლორწოვანის სიმშრალე, ტუჩებსა და ტუჩის კუთხეებზე ნახეთქები, კანის, განსაკუთრებით სახეზე აქერცვლა, კონიუნქტივიტი, სინათლის შიში და სხვა.

**ჰიპერვიტამინოზი:** უცნობია.

**დღიური მოთხოვნილება** შეადგენს 1-3მგ-ს, ფიზიკური დატვირთვის დროს მოთხოვნილება მკვეთრად იზრდება და სპორცმენებისათვის ის შეადგენს 4-5.5მგ-ს.

**ვიტამინი B3 (პანტოტენის მჟავა)**

**კვებითი წყარო:** ხორცი, ღვიძლი, თევზი, ქათმის კვერცხი, რძე, პარკოსნები, საფუარი და სხვ.

**ფიზიოლოგიური როლი:** პანტოტენის მჟავა მონაწილეობს მრავალ ბიოლოგიურ პროცესში, მაგალითად, აცეტატისა და ცხიმოვანი მჟავების აქტივაციად, ქოლესტერინისა და სხვა სტეროიდული ნაერთების, კეტოსხეულების და სხვ. სინთეზში, ბიოგენური ამინებისა და უცხო ნივთიერებების გაუვნებლყოფის რეაქციებში და სხვ.

**უკმარისობა (ჰიპო-ავიტამინოზი)** არ არის გამოვლენილი. ექსპერიმენტულად გამოწვეული დეფიციტის შემთხვევაში გამოვლინდა კანისა და ბეწვის (თმა) დაზიანება, ნერვული სისტემის ფუნქციის მოშლა, გარემო ფაქტორებთან შეგუების დაქვეითება.

**ჰიპერვიტამინოზი** არ არის გამოვლენილი.

**დღიური მოთხოვნილება** პანტოტენის მჟავაზე შეადგენს საშუალოდ 10მგ-ს.

**ვიტამინი B5 (PP)** ნიაცინი ბუნებაში გვხვდება ნიკოტინის მჟავისა და ნიკოტინამიდის სახით, რომელიც ადამიანის ორგანიზმში ხვდება საკვებით.

**კვებითი წყარო:** ამ ვიტამინით მდიდარია პარკოსნები, ნიგოზი, სოკო, საფუარები, ხორცი, ღვიძლი, თირკმელები, გული, თევზი.

სხვა ვიტამინებისაგან განსხვავებით, ორგანიზმში შესაძლებელია ნიაცინის სინთეზი ტრიპტოფანიდან. ერთი მოლეკულა ნიკოტინამიდის წარმოებისათვის საჭიროა 60 მოლეკულა ტრიპტოფანი. ამიტომ, თუ რაციონი მდიდარია პროდუქტებით, რომლებიც საკმარისი რაოდენობით შეიცავენ ტრიპტოფანს, თუნდაც არ შეიცავდნენ ან უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავდნენ ნიაცინს (რძე, კვერცხი და სხვ.), ჰიპოვიტამინოზი არ ვითარდება.

**ფიზიოლოგიური როლი:** ნიკოტინის მჟავას ახასიათებს ანტიპელაგრიული მოქმედება, აუმჯობესებს ნახშირწყლოვან ცვლას, დადებით გავლენას ახდენს მსუბუქი ფორმით მიმდინარე დიაბეტზე, კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულის, ენტეროკოლიტის, ღვიძლის დაავადებების მიმდინარეობაზე, აქვს სისხლძარღვთა გამაფართოვებელი ეფექტი. ნიკოტინის მჟავას ახასიათებს ჰიპოქოლესტერინემიული მოქმედება. დიდი დოზებით (3-4გ დღეში) ამცირებს სისხლში ტრიგლიცერიდებისა და β-ლიპოპროტეიდების დონეს.

ნიაცინის დეფიციტს თან სდევს რიბოფლავინისა და პირიდოქსინის დეფიციტი, რადგან ტრიპტოფანიდან ნიკოტინმჟავას სინთეზს ესაჭიროება კოფერმენტები რიბოფლავინი და პირიდოქსინი.

**უკმარისობა (ჰიპო-ავიტამინოზი) (პელაგრა) შეინიშნება** დაზიანებები კანზე დერმატიტის სახით, მონელების პროცესების დარღვევა, დიარეა, ჭკუასუსტობა, ნევრიტები, ენის მტკივნეულობა და მისი ღვრილების ატროფია, მძიმე შემთხვევებში სისხლჩაქცევები კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში.

**ჰიპერვიტამინოზი** - შესაძლებელია, განვითარდეს ბრონქოსპაზმი, ჰიპოგლიცემია, ჰეპატიტი.

**დღიური მოთხოვნილება** შეადგენს 20-25მგ-ს.

**ვიტამინი B6 - პირიდოქსინი**

**კვებითი წყარო:** მარცვლეული კულტურები, პარკოსნები, საფუარები, ხორცი, ღვიძლი, კვერცხის გული, თევზი, რძე.

**ფიზიოლოგიური როლი:** პირიდოქსინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნივთიერებათა ცვლის პროცესში, აუცილებელია ცენტრალური და პერიფერიული ნერვული სისტემის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის, მონაწილეობს ტრიპტოფანის, მეთიონინის, ცისტინის, გლუტამინის და სხვ. ამინომჟავების, ჰისტამინის, ასევე, ცხიმოვან ცვლაში და აუმჯობესებს ლიპიდურ ცვლას ათეროსკლეროზის დროს.

**უკმარისობა (ჰიპო- ავიტამინოზი)** იწვევს აგზნებადობას, პოლინევრიტებს, კანის დაზიანებებს.

**ჰიპერვიტამინოზი** - ვლინდება მისი ტოქსიური მოქმედება: სისუსტე, აღვილად დაღლა, სენსორული ნევროპათია.

**დღიური მოთხოვნილება** ვიტამინ B8-ზე შეადგენს 2-3მგ-ს.

**ვიტამინი B9** ფოლაციანი, ფოლის მჟავა

**კვებითი წყარო:** მდიდარია სალათი, ისპანახი, კომბოსტო, პომიდორი, მარწყვი, ხორცი, ღვიძლი, კვერცხის გული.

**ფიზიოლოგიური როლი** ფოლის მჟავა ახდენს ერითროპოეზის (ერითროციტების წარმოქმნა) სტიმულირებას, მონაწილეობს ამინომჟავების (მეთიონინის, სერინის და სხვ.), ნუკლეინის მჟავების, პურინების, პირიმიდინებისა და ქოლინის ცვლაში.

**უკმარისობა (ჰიპო- ავიტამინოზი)** იწვევს მეგალობლასტიური ანემიის განვითარებას, პერიფერიულ სისხლში შეინიშნება ერითროციტების, ჰემოგლობინისა და ლეიკოციტების შემცირება.

**ჰიპერვიტამინოზი** არ არის გამოვლენილი

**დღიური მოთხოვნილება** ფოლის მჟავაზე შეადგენს 200-400მკგ-ს, სპორტსმენებისათვის – 400-500მკგ-ს.

**ვიტამინი B12** – კობალამინი

**კვებითი წყარო:** ხორცი, ღვიძლი, თირკმელები, გული, ფრინველის ხორცი, თევზი, რძე და რძის პროდუქტები, საფუარები. მცენარეული პროდუქტები პრაქტიკულად არ შეიცავენ ვიტამინ B12-ს.

**ფიზიოლოგიური როლი:** კობალამინს ახასიათებს მაღალი ბიოლოგიური აქტიურობა. წარმოადგენს ზრდის ფაქტორს, აუცილებელია სისხლის წარმოქმნისა და ერითროციტების მომწიფების პროცესისათვის, ახდენს ნახშირწყლების და ლიპიდების მეტაბოლიზმის რეგულირებას, მონაწილეობს მეთილენის ჯგუფების, ქოლინის, მეთიონინის, კრეატინის, ნუკლეინის მჟავების სინთეზში, დადებით გავლენას ახდენს ღვიძლისა და ნერვული სისტემის ფუნქციონირებაზე, იწვევს სისხლის შემდედებლური სისტემის აქტივაციას.

**უკმარისობა (ჰიპო-ავიტამინოზი)** იწვევს მეგალობლასტური - ადისონ-ბირმერის ანემიის განვითარებას, ირღვევა სისხლის წარმოქმნის პროცესი, შეინიშნება ზურგის ტვინის უკანა და გვერდითი ღეროების დაზიანება.

**ჰიპერვიტამინოზი** არ არის ცნობილი

**დღიური მოთხოვნილება** B12-ზე შეადგენს 2მკგ-ს, ხოლო სპორტსმენებისათვის 3-10მკგ-ს სპორტის სახეობების მიხედვით.

**ვიტამინი C - ასკორბილის მჟავა**

**კვებითი წყარო:** დიდი რაოდენობით შეიცავს ხილი და ბოსტნეული, მცირე რაოდენობითაა ხორცი და სუბპროდუქტებში (ღვიძლი, ტვინი). ადვილად იშლება თერმული დამუშავებით, ტუტე და ნეიტრალურ არეში იჟანგება ჰაერზე.

**ფიზიოლოგიური როლი:** მონაწილეობს ბიოლოგიური დაჟანგვის რეაქციებში, ნახშირწყლოვან ცვლაში, სისხლის შედედებაში, ქსოვილთა რეგენერაციაში, სტეროიდული ჰორმონების წარმოქმნაში. ასკორბინის მჟავის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფიზიოლოგიური ფუნქციაა მონაწილეობა კოლაგენისა და პროკოლაგენის სინთეზში და კაპილარების განვლადობის ნორმალიზაციაში.

**უკმარისობა (ჰიპო-ავიტამინოზი)** ვიტამინ C-ს დეფიციტი იწვევს იმ ფიზიოლოგიური პროცესების მოშლას, რომელშიც ის

მონაწილეობს. კლინიკურად ჰიპოვიტამინოზი გამოვლინდება ზოგადი სისუსტით, აგზნებადობით, ძილის დარღვევით, მადის დაქვეითებით; ძვლის ტვინის უჯრედების მიერ ვერ ხდება რკინის გამოყენება ჰემოგლობინის სინთეზისათვის და ფოლის მჟავას მონაწილეობა სისხლის უჯრედების პროლიფერაციაში, რის შედეგადაც ვითარდება ანემია; კაპილარების განვლადობის დარღვევის გამო, ვითარდება კანქვეშა სისხლჩაქცევები. ღრმა ჰიპოვიტამინოზის შემთხვევაში, ვითარდება ცინგისათვის დამახასიათებელი ნიშნები: ღრძილებიდან სისხლდენა, ჯანმრთელი კბილების მორყევა და მოვარდნა, სახსრების შეშუპება და ტკივილი, ძვლების დაზიანება და სხვ.

**ორგანიზმის მოთხოვნილება** ვიტამინ C-ზე შეადგენს 70-100 მგ-ს, ხოლო სპორტსმენებისათვის სპორტის სხვადასხვა სახეობის მიხედვით 120-350მგ-ს.

ვიტამინ C  $B_1$ ,  $B_2$  შემცველობა საკვებ პროდუქტებში იხ. დანართი ცხრილი 19; 20; 21.

### **წყალში ხსნადი ვიტამინის მსგავსი ნივთიერებები**

**ბიოფლავინოილები** ვიტამინი P

**კვებითი წყარო:** მდიდარია ახალი ხილი და ბოსტნეული, განსაკუთრებით, შავი მოცხარი, ვაშლი, ყურძენი, ლიმონი, შავი ჩაი, ასკილი.

**ფიზიოლოგიური როლი:** P ვიტამინური ნივთიერებები ამცირებენ კაპილარების განვლადობასა და მტვრევადობას, მონაწილეობენ კოლაგენის წარმოქმნის რეგულაციაში, ააქტიურებენ ქსოვილოვან სუნთქვას.

**უკმარისობა** (ჰიპო- ავიტამინოზი) - P ვიტამინური დეფიციტი ვლინდება კაპილარების მტვრევადობისა და განვლადობის მომატებით, წერტილოვანი სისხლჩაქცევებით, ღრძილებიდან სისხლდენით.

**ჰიპერვიტამინოზი** არ არის გამოვლენილი.

**ორგანიზმის მოთხოვნილება** ბიოფლავონოიდებზე შეადგენს 25-50მგ-ს

### **ბიოტინი – ვიტამინ H**

**კვებითი წყარო:** მდიდარია თაფლი, ბარდა, სოიო, ყვავილოვანი კომბოსტო, სოკო, კვერცხის გული, ღვიძლი და სხვ.

**ფიზიოლოგიური როლი:** ბიოტინი ხელს უწყობს ქსოვილების მიერ ჰიდროკარბონატის ათვისებას, უზრუნველყოფს გლუკონოგენეზის მიმდინარეობას, ცხიმოვანი მჟავების სინთეზს, პროპიონის მჟავის ნარჩენების დაჟანგვას კრებსის ციკლში.

**უკმარისობა (ჰიპო-ავიტამინოზი)** გამოვლენილი არ არის.

**ორგანიზმის მოთხოვნილება:** ღლიური მოთხოვნილება ამ ვიტამინზე შეადგენს 150-200მგ-ს

### **ინოზიტი ვიტ. B8**

**კვებითი წყარო:** მდიდარია ცხოველური და მცენარეული საკვები: ხორცპროდუქტები, ღვიძლი, ტვინი, კვერცხის გული, პური, კარტოფილი, მწვანე ბარდა, სოკო.

**ფიზიოლოგიური როლი:** ინოზიტს გააჩნია ლიპოტროპული ფუნქცია, მონაწილეობს ლიპიდურ ცვლაში.

**ნაკლებობა (ჰიპო- ან ავიტამინოზი)** ადამიანებში გამოვლენილი არ არის.

**ჰიპერვიტამინოზი** ადამიანებში გამოვლენილი არ არის.

**ორგანიზმის მოთხოვნილება:** შეადგენს 1-1.5გ-ს.

### **ოროტატის მჟავა ვიტ B13**

**კვებითი წყარო:** ფართოდაა გავრცელებული ცხოველური წარმოშობის საკვებ პროდუქტებში.

**ფიზიოლოგიური როლი:** ოროტატის მჟავა მონაწილეობს ცილის სინთეზში.

**ნაკლებობა (ჰიპო- ან ავიტამინოზი)** ვიტამინი B13-ის დეფიციტი ადამიანში გამოვლენილი არ არის.

**ჰიპერვიტამინოზი** ადამიანებში გამოვლენილი არ არის.



## **ვიტამინი U**

**კვებითი წყარო:** შეიცავს უმი ბოსტნეული, განსაკუთრებით ბევრია კომბოსტოში. ფიზიოლოგიური როლი: ახასიათებს ანტი-წყლულოვანი, ლიპოტროპული მოქმედება, ხელს უწყობს ქსოვილებში ქოლინის, ქოლინფოსფატიდების, კრეატინის და სხვ. სინთეზს.

## **ვიტამინი BT- კარნიტინი**

**კვებითი წყარო:** ფართოდ გავრცელებული ნივთიერებაა, განსაკუთრებით ბევრია ხორცპროდუქტებში.

**ფიზიოლოგიური როლი:** ბიოლოგიურად აქტიური ფორმაა L-კარნიტინი. მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ცხიმოვანი მჟავების დაჟანგვასა და მათგან ენერგიის წარმოქმნაზე. ახდენს კუჭქვეშა ჯირკვლის შიდასეკრეტორული ფუნქციის სტიმულირებას, დადებით გავლენას ახდენს სპერმატოგენეზსა და სპერმის მოძრაობის აქტიურობაზე. აძლიერებს ლიპოგენეზს.

**ნაკლებობა** (ჰიპო-ავიტამინოზი) კარნიტინის დეფიციტი იწვევს ჩონჩხის კუნთების დაზიანებას, კუნთურ სისუსტეს, დისტროფიას, კუნთოვანი ბოჭკოების განლევას.

**ჰიპერვიტამინოზი** ადამიანებში გამოვლენილი არ არის.

**ორგანიზმის მოთხოვნილება** შეადგენს სპორტის სხვადასხვა სახეობის მიხედვით 200-1000მგ-ს.

## **ვიტამინი B15 პანტოგამის მჟავა**

**კვებითი წყარო:** შეიცავს როგორც მცენარეული, ისე ცხოველური საკვები. ფიზიოლოგიური როლი: მონაწილეობს ქოლინის, ქოლინფოსფატიდის, კრეატინის და სხვ. ბიოსინთეზში, ახასიათებს ლიპოტროპული თვისება.

**ნაკლებობა** (ჰიპო-ავიტამინოზი) - გამოვლენილი არ არის.

**ჰიპერვიტამინოზი** არ არის ცნობილი.

**ორგანიზმის მოთხოვნილება:** დღიური მოთხოვნილება არ არის განსაზღვრული.

## **ვიტამინი B4 ქოლინი**

**კვებითი წყარო:** განსაკუთრებით მდიდარია ხორცი და პროდუქტები, რომლებიც მიიღებიან მარცვლეულისაგან.

**ფიზიოლოგიური როლი** - მონაწილეობს ფოსფატიდის, აცეტილქოლინის და სხვ. სინთეზში.

**ნაკლებობა** (ჰიპო- ავიტამინოზი) გამოვლენილი არ არის.

**ჰიპერვიტამინოზი** არ არის ცნობილი.

**ორგანიზმის მოთხოვნილება** შეადგენს 250-600მგ-ს.

თითოეული ვიტამინი და მათგან წარმოებული კოფერმენტები აკონტროლებენ ბიოქიმიური პროცესების გარკვეულ ჯგუფს, როგორც აქტიური გადამტანები ან უჯრედში გარკვეული ფერმენტების რაოდენობის რეგულატორები. ამასთან, მეტაბოლიზმის პროცესში, შესაძლებელია ვიტამინების ურთიერთქმედება, რომელიც აისახება თითოეული მათგანის საბოლოო ეფექტზე. ეს ურთიერთქმედება შეიძლება გამოიხატოს ერთი ვიტამინის გავლენით მეორის კატაბოლიზმზე, ერთი ვიტამინის გავლენით სხვა ვიტამინის კოფერმენტის წარმოქმნის რეგულაციაზე და, შესაბამისად, ამ უკანასკნელის ბიოქიმიური ფუნქციის გამოვლინებაზე, ერთობლივი მონაწილეობით ერთიანი ბიოქიმიური პროცესების ერთ ან რამდენიმე სტადიაზე.

ვიტამინების ურთიერთქმედება წარმოადგენს მათი რაციონალური გამოყენებისა და მაღალეფექტური პოლივიტამინური საშუალებების შექმნის საფუძველს. ზოგიერთ ვიტამინს ერთობლივი დადებითი მოქმედების გარდა, ახასიათებს ინჰიბიციური უნარიც.

## თავი 8 მინერალური ნივთიერებები

მინერალური ნივთიერებები (მიკრონუტრიენტები) საკვები პროდუქტების არაორგანული შემადგენელია, წარმოადგენს ორგანიზმისათვის ესენციალურ (შეუცვლელ) საკვებ ნივთიერებას. სხვადასხვა მონაცემების მიხედვით, ადამიანის ორგანიზმისათვის 21-30 მინერალური ნივთიერებაა შეუცვლელი.

მინერალური ნივთიერებები, ორგანიზმში მათი შემცველობის რაოდენობის და ორგანიზმის მათზე მოთხოვნილების მიხედვით იყოფა მაკრო - და მიკროელემენტებად. ზრდასრული ადამიანის ორგანიზმში მინერალური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა შეადგენს დაახლოებით 3,5კგ.-ს.

ადამიანისათვის შეუცვლელი მაკროელემენტები შეადგენენ სხეულის წონის 0.005% -ზე მეტს. მათ მიეკუთვნება: კალციუმი, ფოსფორი, კალიუმი, გოგირდი, ნატრიუმი, ქლორი, მაგნიუმი. შეუცვლელი მიკროელემენტების შემცველობა სხეულის წონის 0.005% -ზე ნაკლებია. მათ მიეკუთვნება: რკინა, იოდი, თუთია, სელენი, სპილენძი, მანგანუმი, ფტორი, ქრომი, მოლიბდენი, ვანადიუმი, ნიკელი, კაჟი, დარიშხანი, კობალტი. რიგი ელემენტების შეუცვლელობა არ არის დამტკიცებული, მაგრამ ცნობილია მათი მონაწილეობა სხვადასხვა ბიოქიმიურ რეაქციებში.

ორგანიზმში რაოდენობრივი შემცველობის მიხედვით, მინერალური ნივთიერებები იყოფა მაკრობიოგენებად: ( $>1\%$ ) წყალბადი, ნახშირბადი, აზოტი, ჟანგბადი, ფოსფორი, კალციუმი; ოლიგობიოგენები: (0.1-1%) ნატრიუმი, მაგნიუმი, გოგირდი, ქლორი, კალიუმი, რკინა; მიკრობიოგენებად: ( $<0.01\%$ ) კობალტი, სპილენძი, თუთია, ბრომი, იოდი; ულტრამიკრობიოგენებად: ( $<10^{-2}$ ) ლითიუმი, ბორი, ალუმინი, სილიციუმი, ტიტანი, ვანადი-

უმი, ქრომი, ნიკელი, დარიშხანი, სელენი, კადმიუმი, ტყვია.

მიუხედავად იმისა, რომ მინერალური ნივთიერებების ორგანიზმში შემცველობა და მოხმარების რაოდენობები ძალიან მცირეა, მათ აქვთ არსებითი მნიშვნელობა ორგანიზმის სრულფასოვანი ფუნქციონირებისა და ჯანმრთელობისათვის. მინერალური ნივთიერებების ბიოლოგიური როლია ოსმოსური და ჰიდროოსმოსური წნევის - მჟავა-ტუტოვანი წონასწორობის შენარჩუნება, ბიოელექტრონული - ნერვული და კუნთოვანი ქსოვილების ფუნქციათა რეგულაცია და ნერვული იმპულსის გატარება; სტრუქტურული - ლითონთა იონები შედიან მაკრომოლეკულათა შემადგენლობაში; ტრანსპორტული გადააქვთ ელექტრონები და მოლეკულები, მექანიკური/პლასტიკური - შედიან ძვლოვანი ქსოვილის შემადგენლობაში, სინთეზური - მონაწილეობენ ჰორმონების, ვიტამინების, ცილების სინთეზში.

მიკროელემენტების დეფიციტი ან სიჭარბე იწვევს ჯანმრთელობის დარღვევას.

## **8.1. მინერალური ნივთიერებების ფუნქციები**

### ***მჟავა - ტუტოვანი წონასწორობის შენარჩუნება***

ადამიანის ორგანიზმში ყველა ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესი მიმდინარეობს გარემოს კონკრეტულ მჟავა-ტუტოვან (pH) გარემოში, ანუ ორგანიზმში მჟავებისა და ტუტეების გარკვეული თანაფარდობის პირობებში. მინერალური ნივთიერებები ქლორი, გოგირდი და ფოსფორი წარმოქმნიან ქსოვილებში მჟავურ პოტენციალს, ხოლო კალციუმი, კალიუმი, ნატრიუმი და მაგნიუმი შედიან ტუტეების შემადგენლობაში. ამ ელემენტების თანაფარდობა წარმოქმნიან სისხლსა და უჯრედის შიგნით განსაზღვრულ მჟავა-ტუტოვან წონასწორობას.

ცილით მდიდარ საკვებში პრევალირებს მჟავაწარმოქმნელი ელემენტები (ხორცი, თევზი, ფრინველი, კვერცხი, მარცვლეული

და მათი ნაწარმი). რძე შეიცავს ტუტეწარმოქმნელ კალციუმს და მჟავაწარმოქმნელ ფოსფორს, ამიტომ არ ახდენს გავლენას მჟავა-ტუტოვან გარემოზე. ნახშირწყლოვან საკვებში (ხილი, ბოსტნეული, თხილეული) დომინირებს ტუტეელემენტები კალციუმი, მაგნიუმი, კალიუმი და სხვ. მიუხედავად ზოგიერთი პროდუქტის მჟავე გემოსი, მაგალითად, ციტრუსები: ლიმონი, გრეიფრუტი, მათში ჭარბობს ტუტე მინერალური ელემენტები.

შერეული კვების რაციონის შემთხვევაში, მცირედ ჭარბობს მჟავაწარმოქმნელი ელემენტები, მაგრამ ორგანიზმში არსებობს მექანიზმები, რომლებიც ხელს უწყობენ მჟავა-ტუტოვანი წონასწორობის შენარჩუნებას. ჭარბი მჟავა ეკვივალენტები ორგანიზმიდან გამოძევდება  $\text{CO}_2$  – ის სახით ფილტვებით, თირკმელებით მცირედ შემჟავებული შარდით. სისხლის ბუფერული სისტემები, როგორცაა კარბონატები, ფოსფატები და ცილები, უზრუნველყოფენ სისხლის pH -ის შემარჩუნებას. ნახშირმჟავა ანეიტრალებს ტუტეებს და ხელს უშლის ალკალოზის განვითარებას (სისხლის გატუტოვნებას). ამდენად, ნაკლებად სავარაუდოა, რომ საკვების მიღებამ გამოიწვიოს მჟავა-ტუტოვანი წონასწორობის დარღვევა.

### **ბიოქიმიური რეაქციების რეგულაცია**

მინერალური ნივთიერებები შედიან ფერმენტების შემადგენლობაში, რომლებიც წარმართავენ მრავალ ბიოქიმიურ პროცესს, მათ შორის, საკვები ნივთიერებების მეტაბოლიზმს.

საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში საკვების მონელება და შეწოვა ხორციელდება მინერალური ნივთიერებების მონაწილეობით. მაკრონუტრიენტების, ცილების, ცხიმების და ნახშირწყლების დაშლა და მათგან ენერგიის მიღება ხდება რეაქციებით, რომელთა კატალიზირება ხდება მინერალური ნივთიერებების მოქმედებით.

მრავალი რეაქცია, რომელთა დროსაც ხდება ბიოლოგიურად

აქტიური ნივთიერებების ბიოსინთეზი, დამოკიდებულია მაკრო- და მიკროელემენტებზე, ამასთან, ეს ელემენტები შეიძლება შედიოდნენ ან არ შედიოდნენ ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემადგენლობაში. მაგალითად, ჰემოგლობინის სინთეზში მონაწილეობს მრავალი ელემენტი, მაგრამ მის შემადგენლობაში შედის მხოლოდ რკინა.

მინერალური ნივთიერებები შედიან ჰორმონების, ფერმენტების და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემადგენლობაში, როგორც აუცილებელი კომპონენტი, რომელთა გარეშე ამ ნივთიერებების წარმოქმნა და ფუნქციის განხორციელება შეუძლებელი იქნებოდა. ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონის წარმოქმნა ორგანიზმში შესაძლებელია მხოლოდ იოდის საკმარისი რაოდენობით მიღების შემთხვევაში.

ფერმენტები, რომელთა შემადგენლობაში აქტიური ჯგუფის სახით შედის მინერალური ნივთიერებები, კერძოდ ლითონი, იწოდება ლითფერმენტებად. მინერალების არარსებობის ან დეფიციტის შემთხვევაში, მოცემული ფერმენტები ან არ სინთეზირდება, ან კარგავენ აქტივობას.

### ***მინერალური ნივთიერებები, როგორც სხეულის შემადგენელი კომპონენტი***

მინერალური ნივთიერებები, კალციუმი და ფოსფორი წარმოადგენენ ძვლებისა და კბილების მთავარ შემადგენელ კომპონენტს, ანუ წარმოადგენს ძვლოვანი და დენტალური ქსოვილის საშენ მასალას. სხვა მინერალები მონაწილეობენ ბავშვის ზრდის პროცესში, მონაწილეობენ ძირითადი მაკრონუტრიენტებისაგან ენერგიის მიღებაში.

### ***წყლის ცვლა***

ორგანიზმში წყლის ცვლა მჭიდრო კავშირშია მინერალური ნივთიერებების ცვლასთან. ადამიანის სხეული 60%-ით შედგება წყლისაგან, რომელიც განაწილებულია სამ სივრცეში: სისხლძარ-

ღვებში (სისხლი და ლიმფა), უჯრედშორის სივრცეში (უჯრედშორისი სითხე) და უჯრედის შიგნით (უჯრედული სითხე). სითხე სხვადასხვა სივრცეში შემოსაზღვრულია ბიოლოგიური მემბრანებით. სითხის დაგროვება და გადასვლა ერთი სივრციდან მეორეში, დამოკიდებულია წყალში გახსნილი მინერალური ნივთიერებების კონცენტრაციაზე, რომელიც შედგება ურთიერთსაწინააღმდეგოდ დამუხტული იონებისაგან. წყალში გახსნილი მინერალური ნივთიერებების დამუხტულ იონებს ეწოდება ელექტროლიტები. ელექტროლიტები ქმნიან ე.წ. ოსმოსურ წნევას. სითხეში ელექტროლიტების კონცენტრაციის ზრდა იწვევს ოსმოსური წნევის მატებას და სითხე გადაინაცვლებს ორგანიზმის ამ ნაწილში (იქით სადაც მაღალია ოსმოსური წნევა).

ფიზიოლოგიურ პირობებში ელექტროლიტებისა და წყლის კონცენტრაცია რეგულირდება ისე, რომ ოსმოსური წნევის მკვეთრი მერყეობა არ ხდება. ოსმოსური წნევის ცვლილების მექანიზმი შეიძლება განვიხილოთ ნატრიუმის ქლორიდის მაგალითზე (სუფრის მარილი): სუფრის მარილის ჭარბი მოხმარების შემთხვევაში, უჯრედშორის სივრცეში გროვდება ნატრიუმისა და ქლორის იონები, რაც იწვევს ამ სივრცეში წყლის დაგროვებას და სისხლის და უჯრედშორისი სივრცის სითხის მოცულობის ზრდას. სისხლში სითხის შეკავება იწვევს არტერიული წნევის ზრდას.

### **მინერალური ნივთიერებების სხვა ფუნქციები**

მინერალური ნივთიერებები მონაწილეობენ ნერვული იმპულსის გადაცემაში ნერვულ ბოჭკოებსა და ნერვულ უჯრედებში. ამ პროცესში მონაწილეობენ კალიუმი და ნატრიუმი, რომელთა კონცენტრაციის ცვლილება უჯრედში და უჯრედგარეთ ახდენს ნერვული იმპულსის გენერირებას. ნერვულ უჯრედებს შორის იმპულსის გადაცემაში მონაწილეობს ნეირომედიატორი აცეტილქოლინი, რომლის გამოყოფა ნერვულ დაბოლოებაში რეგულირდება კალციუმით. კუნთების ნორმალური ფუნქციონირებისათვის

აუცულებელია კალციუმი, რომელიც მონაწილეობს კუნთის შეკუმშვაში; კალიუმი, ნატრიუმი და მაგნიუმი მონაწილეობენ შეკუმშული კუნთის მოდუნებაში.

## **8.2. მინერალური ნივთიერაბების ფიზიოლოგიური ფუნქციები, მოთხოვნილება, კვაბითი წყარო**

### **კალციუმი**

ადამიანის ორგანიზმი შეიცავს 1კგ-ზე მეტ კალციუმს. კალციუმი ასრულებს ორ ძირითად ფუნქციას, სტრუქტურულს და რეგულატორულს. კალციუმის ძირითადი ნაწილი ძვლებსა და კბილებშია განთავსებული ფოსფორის ნაერთების სახით. ეს ნაერთები ძვლებს ანიჭებენ სიმტკიცეს. ბავშვობისა და მოზარდობის ასაკში კალციუმზე მოთხოვნილება ყველაზე მაღალია და უზრუნველყოფს ჩონჩხის ზრდასა და კბილების ფორმირებას.

კალციუმი ნონაწილეობს ნერვული იმპულსების გადაცემაში, კუნთის შეკუმშვაში, ხელს უშლის კუნთებში კრუნჩხვის განვითარებას, მონაწილეობს სისხლის შედეღებაში.

ყველა ცოცხალ ორგანიზმში არსებობს მექანიზმები, რომლებიც უზრუნველყოფენ კალციუმის მუდმივ დონეს სისხლში, სხვადასხვა ქსოვილებსა და ორგანოებში. კალციუმის შეწოვისა და ცვლის რეგულაცია ხორციელდება ვიტამინ D -ს აქტიური ფორმის წარმოებულებით, პარათირეოიდული ჯირკვლისა და ჰიპოფიზის ჰორმონებით. ჩვილობის ასაკში, კალციუმის შეწოვის დარღვევის შედეგად, ვიტამინ D-ს დეფიციტის დროს, ვითარდება რაქიტი, რომელიც ვლინდება ძვლების განვითარების დარღვევით.

საკვებით არასკმარისი რაღენობით კალცის მიღების ან ნაწლავებიდან მისი შეწოვის დარღვევის შემთხვევაში, სისხლში კალციუმის კონცენტრაციის დონის შესანარჩუნებლათ, რეგულატორული მექანიზმების მოქმედების შედეგად, ძვლებიდან ხდება კალციუმის „ამორეცხვა“, ანუ აღინიშნება ძვლების დემინერალი-



ზაცია; ამის შედეგად ძვლები რბილდება და ხდება მტკრევადი.

ზრდასრული ადამიანის ძვლებში კალციუმის არასაკმარისი რაოდენობით ჩალაგების შემთხვევაში, ქვეითდება ძვლის სიმკვრივე. ამ მდგომარეობას ეწოდება ოსტეომალაცია. ძვლოვანი ქსოვილის სიმკვრივის, სიმტკიცის და წონის შემცირება იწვევს ოსტეოპოროზის განვითარებას.

ძვლის სიმტკიცე და მასა მნიშვნელოვანწილად ფორმირდება ბავშვობის, მოზარდობისა და ახალგაზრდობის (30წლამდე ასაკში) პერიოდში, კალციუმისა და სხვა საკვები ნივთიერებების, რომლებიც ხელს უწყობენ ძვლის ჩამოყალიბებას, საკმარისი რაოდენობით მოხმარების პირობებში. ფიზიკური ვარჯიშები ხელს უწყობენ ძვლებში კალციუმის დაგროვებას და ანიჭებენ სიმკვრივეს. კვლევებით გამოვლინდა, რომ ჩოგბურთელებს „მოთამაშე“ ხელის ძვლები უფრო მტკიცე აქვთ და შეიცავს მეტ კალციუმს.

ნაწლავებში ათვისდება მიღებული კალციუმის არაუმეტეს 50%-ისა. ზრდასრული ადამიანისათვის კალციუმის მოხმარების ნორმა 800-100მგ/დღეში-ია, მოზარდებისათვის, ორსულებისა და მეძუძურებისთვის - 1200მგ/დღეში.

კალციუმი ყველაზე დიდი რაოდენობით შედის რძეში და რძემჟავა პროდუქტებში; მწვანე ბოსტნეულ/ბალახულში (ოხრა-ხუში, მწვანე ხახვი, კამა) ასევე, მაღალია კალციუმის შემცველობა, მაგრამ მათი მცირე ოდენობით მოხმარების და მათგან კალციუმის დაბალი ათვისების გამო, ვერ აკმაყოფილებენ ორგანიზმის მოთხოვნილებას.

კალციუმის ათვისება დამოკიდებულია რამდენიმე ფაქტორზე: პირველ ყოვლისა, სმს-ის გამართულ მუშაობაზე (კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის სხვადასხვა დაავადებების დროს ათვისება მცირდება), პარათირეოიდული ჯირკვლისა და ჰიპოფიზის ფუნქციების დარღვევისას. რაციონში ცილის შემცველობა აუმჯობესებს ათვისებას, თუმცა, ჭარბად მოხმარებული - ამცირებს; კალციუმსა და

ფოსფორის შორის თანაფარდობა 1:1 ან 1;1,5 ასევე, აუმჯობესებს კალციუმის ათვისებას.

### **ფოსფორი**

საკვებით მიღებული ფოსფორის თითქმის 70-75% შეიწოვება ორგანიზმის მიერ და მონაწილეობს ძვლოვანი სტრუქტურის ჩამოყალიბებაში, ცვლის პროცესებში, მჟავა-ტუტოვანი წონასწორობის რეგულაციაში, შედის მნიშვნელოვანი ენერგომატარებლების – ადენოზინტრიფოსფატის (ატფ), ადენოზინდიფოსფატის (ადფ) და კრეატინფოსფატის შემადგენლობაში, ამცირებენ სისხლში რძემჟავას შემცველობას.

ფოსფორი “წყვილში მუშაობს” კალციუმთან და ორგანიზმის მიერ მათი მაქსიმალური შეთვისებისა და სრულფასოვანი გამოყენებისათვის აუცილებელია დაცული იყოს თანაფარდობა 1:1 ან 1:1,5.

ფოსფორის ძირითად წყაროს წარმოადგენს: რძე, ხაჭო, არაჟანი, ყველი, ხორცი, ღვიძლი, ტვინი, თევზი, ხიზილალა, კვერცხის გული. ბურღული და პურპროდუქტები ასევე, დიდი რაოდენობით შეიცავენ ფოსფორს, მაგრამ ამ პროდუქტებიდან ფოსფორის ათვისება გაძნელებულია მათში დიდი რაოდენობით ფიტინის შემცველობის გამო.

ღლიური მოთხოვნილება ფოსფორზე შეადგენს 1000-1200მგ-ს. ფიზიკური დატვირთვის დროს მასზე მოთხოვნილება რამდენადმე მატულობს.

### **ნატრიუმი**

საკვებით მიღებული ნატრიუმი სწრაფად შეიწოვება ნაწლავებში და მხოლოდ 5%-მდე შეითვისება ორგანიზმის მიერ. მცირე რაოდენობით ჩალაგდება ძვლოვან ქსოვილში, ძირითადად არის უჯრედშორის სითხეში. ნატრიუმი ელექტროლიტია და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს წყლის ცვლის რეგულაციაში. მასზეა დამოკიდებული ქსოვილების მიერ შეკავებული წყლის რაოდენობა,

განაპირობებს მჟავა-ტუტოვან წონასწორობას, მონაწილეობს ნერვული იმპულსის გადაცემაში; მნიშვნელოვან როლს ასულებს ორგანიზმის გამძლეობის უზრუნველყოფაში. ნატრიუმის რაოდენობას ორგანიზმში არეგულირებს თირკმელზედა ჯირკვლის ჰორმონი ალდოსტერონი.

საკვები პროდუქტები მცირე რაოდენობით შეიცავენ ნატრიუმს. ორგანიზმის მოთხოვნილების დაკმაყოფილება ხდება სუფრის მარილის მოხმარებით. ორგანიზმში ჭარბი რაოდენობით ნატრიუმი იწვევს წყლის შეკავებას, ხოლო დეფიციტი – წყლის კარგვას დეჰიდრატაციას.

ორგანიზმისათვის ფიზიოლოგიურად ადეკვატურ ნორმად მიჩნეულია საშუალოდ 2,5გ. ნატრიუმი (სუფრის მარილზე გადათვლით 5გ.), დღეში, თუმცა, ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვების დროს მოთხოვნილება შეიძლება გაიზარდოს.

### კალიუმი

ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელექტროლიტია; განთავსებულია უჯრედის შიგნით და არეგულირებს წყლის შემცველობას უჯრედის შიგნით და ნორმალურ ოსმოსურ წნევას, მონაწილეობს ბუფერული სისტემების წარმოქმნაში და მჟავა-ტუტოვანი წონასწორობის შენარჩუნებაში, მონაწილეობს გლიკოგენის დაგროვებაში. უზრუნველყოფს უჯრედის მემბრანის ზედაპირზე ელექტრონული პოტენციალის შენარჩუნებას, რაც არეგულირებს იმპულსის გატარებასა და კუნთის შეკუმშვას, განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს გულის კუნთის კუმშვადობაზე, მასში იმპულსის გატარებასა და აგზნებადობაზე.

კალიუმი გვხვდება როგორც ცხოველურ, ისე მცენარეულ საკვებში, მაგრამ მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს კარტოფილი, კურაგა (გარგლის ჩირი), ალუბალი, შავი ქლიავი, ქიშმიში, მოცხარი, მურია, წიწიბურა და სხვ. შედარებით მცირე რაოდენობით შეიცავს პური, ხორცი, თევზი, რძე, ბოსტნეული და სხვა.

კალიუმის დეფიციტი გამოვლინდება სიმპტომოკომპლექსით ნერვულ-კუნთოვანი და გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მხრივ; მოძრაობის კოორდინაციის დარღვევა, ტრემორი, ჰიპერრეფლექსია, რომელიც გადადის ჰიპორეფლექსიაში, დამახასიათებელი ცვლილებები ეკგ-ზე; არითმია, უმთავრესად სუპრავენტრიკულური ხასიათის.

დეფიციტის განვითარება შესაძლებელია გამოიწვიოს დიდი რაოდენობით სითხის დაკარგვამ, კორტიკოსტეროიდების გამოყენებამ, შარდმდენი საშუალებების მიღებამ და სხვ. საყურადღებოა, რომ ნებისმიერი სტრესი, რომელსაც თან ახლავს დიდი რაოდენობით ადენოკორტიკოტროპული ჰორმონის გამოყოფა, იწვევს შარდით კალიუმის გამოყოფის გაძლიერებას. ორგანიზმის უნარი შეაკავოს კალიუმის გამოყოფა, რომელიც ვლინდება გაზაფხულზე, მკვეთრად მცირდება ზაფხულში. კალიუმის ცვლის დარღვევის დიაგნოსტიკა რთულდება იმით, რომ სისხლში მისი კონცენტრაცია არ არის ორგანიზმში კალიუმის დონის მაჩვენებელი. კალიუმის მნიშვნელოვანი დეფიციტის დროს მისი შემცველობა სისხლში შეიძლება იყოს ნორმის ფარგლებში, ზოგჯერ მომატებულიც კი. მიჩნეულია, რომ კალიუმის დონე სისხლის შრატში 4 მეკვ\ლ-ზე მიანიმუმებს მის დეფიციტზე, ხოლო 3.8 მეკვ\ლ-ზე ნაკლები რაოდენობა მოწმობს ჰიპოკალიემიას.

ორგანიზმის დღიური მოთხოვნილება კალიუმზე შეადგენს 2-2.5გ-ს, ფიზიკური დატვირთვის დროს მოთხოვნილება შეიძლება გაიზარდოს 5 გ-მდე და მეტად.

### **მაგნიუმი**

ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მაკროელემენტია, რომელიც მონაწილეობს ნივთიერებათა ცვლაში (ნახშირწყლოვანი, ცილოვანი, ფოსფორის), შედის ფერმენტთა შემადგენლობაში, აძლიერებს ნაწლავთა პერისტალტიკას, გააჩნია ნაღვლმდენი, ანტისპასტიური და სისხლძარღვთა გამაფართოებელი თვისება,

მონაწილეობს ნერვული იმპულსის გადაცემის ნორმალიზაციაში.

ორგანიზმში მაგნიუმის ჭარბი რაოდენობით მოხვედრის შემთხვევაში, ხდება კალციუმის გამოძევება-ჩანაცვლება. მაგნიუმის შეთვისებას ამცირებს საკვებში ჭარბი რაოდენობით ცილის, ცხიმის, ფოსფორისა და კალციუმის მარილების არსებობა.

მაგნიუმით მდიდარია ნიგოზი, პარკოსნები, სოიო, შვრია, წიწიბურა; მცირე რაოდენობით არის ხილში, ბოსტნეულში, ხორცში, კვერცხსა და რძის პროდუქტებში.

დღიური მოთხოვნილება მაგნიუმზე შეადგენს 280-350მგ-ს. იგი დიდი რაოდენობით გამოიყოფა ოფლთან ერთად, ამიტომ, ფიზიკური დატვირთვის შემთხვევაში, მასზე მოთხოვნილება იზრდება და სხვადასხვა ავტორის მიხედვით, შესაძლებელია, 500-800მგ-ს მიაღწიოს.

### **ქლორი**

ანიონია, რომელიც მონაწილეობს უჯრედშორისი სითხის ოსმოსური წნევის რეგულაციაში და სისხლის PH-ის მუდმივობის შენარჩუნებაში, ასევე, შედის რა კუჭის წვენის შემადგენლობაში მარილმჟავას სახით, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საჭმლის მონელებაში.

ქლორი უმნიშვნელო რაოდენობითაა საკვებ პროდუქტებში და მასზე დღიური მოთხოვნილება, რომელიც შეადგენს საშუალოდ 4-6გ-ს, იფარება სუფრის მარილით.

### **რკინა**

ადამიანის ორგანიზმში რკინის შემცველობა 3-4გ.-ია და ძირითადად, შედის ერითროციტებში, ჰემოგლობინის შემადგენლობაში. ჰემოგლობინის ფუნქციაა ჟანგბადის გადატანა ქსოვილებსა და ორგანოებში. კუნთის ცილა მიოგლობინი, ასევე, შეიცავს რკინას და გადააქვს ჰემოგლობინი. რკინა შედის მრავალი ფერმენტის შემადგენლობაში და მონაწილეობს დაჟანგვის რეაქციებში და მაკრონუტრიენტებიდან ენერგიის გამონთავისუფლებაში.

საკვებით მიღებული რკინა იხარჯება ჰემოგლობინის ბიოსინთეზზე, რკინის მარაგის შევსებაზე და უჯრედების გამრავლებაზე. ამასთან, ორგანიზმი ყოველდღიურად მოიხმარს 20მგ. რკინას, რომელიც გამონთავისუფლება ჰემოგლობინის და სხეულის სხვა კომპონენტების დაშლის შედეგად (რეუტილიზაცია). ორგანიზმში რკინის შემცველობა რეგულირდება ნაწლავში რკინის შეწოვის მეშვეობით. რკინა გროვდება ღვიძლში, ელენთაში და ძვლის ტვინში.

რკინის საუკეთესო წყაროა ხორცი, ღვიძლი, ელენთა, თირმელი, თევზი, ფრინველი. ცხოველურ პროდუქტებში რკინის შემცველობის ნახევარი წარმოდგენილია ჰემური რკინით, მიოგლობინისა და ჰემიგლობინის არაცილოვანი კომპონენტით. მცენარეულ პროდუქტებში შემაჯალი რკინა მთლიანად წარმოდგენილია არაჰემური რკინით. მცენარეული საკვებიდან შეიწოვება არაჰემური რკინის არაუმეტეს 10%-ისა; ცხოველური პროდუქტებიდან (ხორცი და სუბპროდუქტები) შეიწოვება 40% ჰემური და 10% არაჰემური რკინა.

რკინით მდიდარია პური, ბურღულეული, თხილეული, ქიშმიში და ჩირეული, მაგრამ რკინა ამ პროდუქტებიდან ნაწლავებში, პრაქტიკულად, არ შეიწოვება. მარცვლეული და მათი ნაწარმი (პური, პურპროდუქტები, ბურღულეული, მაკარონი) შეიცავს ფიტინის მჟავას მარილებს, ფიტატებს, რომლებიც უერთდება რკინას და ხელს უშლის ნაწლავებიდან მის შეწოვას.

არაჰემური რკინის შეწოვას ხელს უწყობს ვიტამინი C, ამიტომ ორგანიზმის რკინით უზრუნველყოფისათვის, საჭიროა მოხმარებული იყოს ხორცი ცოცხალ ბოსტნეულთან და ხილთან ერთად, რომელიც მდიდარია C ვიტამინით.

ორგანიზმში რკინის დეფიციტის შემთხვევაში ვითარდება ანემია, ირღვევა აერობული მეტაბოლიზმის ყველა რგოლი, პირველ რიგში ქსოვილოვანი სუნთქვის სისტემა; ეს განპირობებულია

ჰემემცველი ფერმენტების, კერძოდ, ციტოქრომის ალდგენის ძალიან მაღალი სიჩქარით. დიდი ფიზიკური და ფსიქოემოციური დატვირთვების ფონზე, მკვეთრად იზრდება რკინის ბუნებრივი დანაკარგი კუჭ-ნაწლავის ტრაქტიდან, თირკმელებით და კანით, ოფლის სახით, ამასთან იზრდება რკინაშემცველი ცილების – ჰემოგლობინის, მიოგლობინის, ციტოქრომის და რკინადამოკიდებული დეჰიდროგენაზას ადაპტაციური ხასიათის სინთეზი. მიკროტრამვები, ასევე, წარმოადგენს რკინის კარგვის ერთ-ერთ გზას.

რკინის მოხმარების ნორმა ქალებსა და გოგონებში რამდენადმე აღემატება მამაკაცების და ვაჟების მოთხოვნას.

### სპილენძი

მრავალფეროვანი ბიოლოგიური მნიშვნელობის მიკროელემენტი. მისი შემცველობა ორგანიზმში 75-150მგ-ია. სპილენძი დიდი რაოდენობითაა ღვიძლში, თირკმელებში, ტვინსა და გულში; ძირითადი რაოდენობა (50%) არის კუნთებსა და ძვლოვან ქსოვილში.

სპილენძი მონაწილეობს რიგი ფერმენტებისა და ცილების სინთეზში. მისი როლი ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების უზრუნველყოფაში, ფიზიკური დატვირთვების დროს, დაკავშირებულია ბიოლოგიური დაჟანგვისა და ატფ-ის გენერაციის, კოლაგენისა და ელასტინის სინთეზის და რკინის მეტაბოლიზმის რეგულაციასთან. სპილენძი აქტიურად მონაწილეობს ჰემოგლობინისა და მიოგლობინის სინთეზში, აუცილებელი საკვებით მიღებული რკინის ორგანულ ფორმად გარდაქმნისათვის, რეტიკულოციტების მომწიფებისა და მათი ერითროციტებად გარდაქმნისათვის, ხელს უწყობს რკინის გადატანას ძვლის ტვინში, აძლიერებს ზოგიერთი ჰორმონის მოქმედებას.

სპილენძის წყაროს წარმოადგენს ხორცი, სუბპროდუქტები, ზღვის პროდუქტები, მარცვლეულის ჩანასახოვანი ნაწილები, წიწიბურასა და მჟრიის ბურღული, ნიგოზი.

მოზრდილი ადამიანის დღიური მოთხოვნილება სპილენძზე შეადგენს 30მკგ -ს დღეში.

### **კობალტი**

ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მიკროელემენტია, რომელიც მონაწილეობს სისხლის წარმოქმნაში. ის ჩართულია ერითროციტებისა და ჰემოგლობინის წარმოქმნის პროცესში, მონაწილეობს ინსულინის სინთეზში, ახდენს იმუნური პროცესების სტიმულაციას.

საკვებ პროდუქტებში კობალტის შემცველობა არ არის დიდი, მაგრამ სრულფასოვანი კვების პირობებში, ორგანიზმის მოთხოვნილება ამ ელემენტზე კმაყოფილდება. კობალტს შეიცავს წყალი, ზღვის პროდუქტები, ხორცი, სოკო. კობალტი შედის ვიტამინ B12-ის შემადგენლობაში, ამიტომ, ამ ვიტამინით მდიდარი საკვების მიღების შემთხვევაში, ორგანიზმი მარაგდება კობალტითაც.

ორგანიზმისათვის კობალტის საჭირო რაოდენობა დადგენილი არ არის, საორიენტაციოდ მიჩნეულია 100-200მკგ დღე-ღამეში.

### **იოდი**

აქტიურ როლს ასრულებს ჰორმონების სინთეზში; განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ფარისებური ჯირკვლის ჰორმონების, თიროქსინისა და ტრიიოდთირონინის წარმოქმნისათვის. სისხლში ცირკულირებადი ორგანული იოდის 90%-მდე მოდის თიროქსინის წილზე. ეს ჰორმონი აკონტროლებს ენერგეტიკული ცვლის მდგომარეობას, ძირითადი ცვლის ინტენსიურობასა და ორგანიზმში სითბოს წარმოქმნის დონეს, აქტიურად მოქმედებს ფიზიკურ და ფსიქიკურ განვითარებაზე, ქსოვილების დიფერენცირებასა და მომწიფებაზე, მონაწილეობს ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონირების და ადამიანის ფსიქომოციური ტონუსის რეგულაციაში, გავლენას ახდენს გულ-სისხლძარღვთა სისტემისა და ღვიძლის ფუნქციონირებაზე. თიროქსინი ურთიერთქმედებს



მინაგანი სუკრეციის ჯირკვლების სხვა ჰორმონებთან, შესამჩნევ გავლენას ახდენს წყალ-მარილოვან, ცილოვან, ლიპიდურ და ნახშირწყლოვან ცვლაზე, აძლიერებს მეტაბოლურ პროცესებს.

იოდის დეფიციტი იწვევს ენდემური ჩიყვის განვითარებას. ეს დაავადება ვითარდება იმ ადგილებში, სადაც წყალსა და ნიადაგში იოდის შემცველობა დაბალია. იოდს მნიშვნელოვანი როლენობით შეიცავენ ზღვის პროდუქტები. სავაჭრო ქსელში არის იოდით გამდიდრებული პროდუქტები.

დღიური მოთხოვნილება იოდზე შეადგენს 100-150მკგ-ს.

### **მანგანუმი**

წარმოადგენს ზოგიერთი ფერმენტული სისტემის აქტივატორს. ადამიანის ორგანიზმი შეიცავს 12-20მგ. მანგანუმს. მისი დონე განსაკუთრებით მაღალია ტვინში, ღვიძლში, თირკმელებში, კუჭქვეშა ჯირკვალში. მანგანუმი აუცილებელია ნორმალური ზრდისათვის, რეპროდუქციული ფუნქციისათვის, ოსტეოგენეზისა და შემაერთებული ქსოვილის ნორმალური მეტაბოლიზმისათვის. მონაწილეობს ნახშირწყლოვანი და ლიპიდური ცვლის რეგულაციაში, ახდენს ქოლესტერინის სინთეზის სტიმულაციას, ჰიპოგლიცემიურ მოქმედებას. ვარაუდობენ, რომ მანგანუმი მონაწილეობს ინსულინის სინთეზში ან მეტაბოლიზმში. მნიშვნელოვანია მანგანუმის ლიპოტროპული მოქმედება. ის იცავს ღვიძლს გაცხიმოვნებისგან, ხელს უწყობს ცხიმის უტილიზაციას. მჭიდრო კავშირშია ცილისა და ნუკლეინის მჟავების სინთეზთან.

მანგანუმის ძირითადი წყაროა მარცვლეული, პარკოსნები, მწვანილი, ფოთლოვანი ბაღჩეული, ნიგოზი.

მანგანუმზე ორგანიზმის მოთხოვნილების ზუსტი ფიზიოლოგიური ნორმები არ არის დადგენილი. ვარაუდობენ, რომ მინიმალური დღიური მოთხოვნილება შეადგენს 2-3მგ-ს, ხოლო მოხმარების სარეკომენდაციო სიდიდეა 5-10მგ.

მანგანუმის დეფიციტისათვის დამახასიათებელია ჰიპოქო-

ლესტრინეზია, წონაში კლება, გულისრევა, ღებინება, შესაძლებელია ზრდის შეჩერება და სხვა.

### **ფთორი**

მონაწილეობს ძვლების, დენტინისა და კბილის ემალის ფორმირების პროცესში, ახდენს კალცი-ფოსფორული ცვლის რეგულაციას. ფთორის საკმარისი რაოდენობით მოხმარება აუცილებელია კარიესისა და ოსტეოპოროზის თავიდან ასაცილებლად. ფთორი ორგანიზმში არათანაბრადაა განაწილებული. მისი შემცველობა კბილებში შეადგენს 246-560მგ/კგ, ძვლებში – 200-490მგ/კგ, ხოლო კუნთებში 2-3მგ/კგ. ასაკთან ერთად ფთორის შემცველობა ორგანიზმში, ძირითადად ძვლებში, მატულობს. კბილის ემალში ფთორის ჩალაგება ხდება ძირითადად კბილების განვითარებისა და ზრდის პერიოდში.

ფთორი ძირითადად არის ოკეანის პროდუქტებში და წყალში. საკვებით მიღებული ფთორიდან შეითვისება 30-35%, ხოლო წყლიდან – 60-65%.

დღიური მოთხოვნილება ფთორზე ზუსტად არ არის განსაზღვრული, საორიენტაციოდ 0.5-1 მგ-ია.

ფთორის ქარბი რაოდენობით მიღება იწვევს ფლუოროზის განვითარებას, რაც გამოიხატება კბილის ემალზე ყვითელი ლაქებით, ბზარებით, უსწორო, დაკბილული, ადვილად მსხვრევადი კიდეებით, საბოლოოდ კბილის დაშლით. ფთორის დეფიციტი იწვევს მრავლობითი პროგრესირებადი კარიესის განვითარებას.

### **თუთია**

მონაწილეობს უჯრედის ზრდის პრაქტიკულად ყველა ეტაპზე, აუცილებელია 300-ზე მეტი ფერმენტის ფუნქციონირებისათვის.

ზრდასრული ადამიანის ორგანიზმში თუთია საკმაოდ დიდი რაოდენობითაა 2-3გ., მისი ძირითადი ნაწილი არის ძვლებში, თმასა და კანში, განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა კონცენტრირებული სპერმასა და წინამდებარე ჯირკვალში.

თუთიის ბიოლოგიური როლი განისაზღვრება მისი აუცილებელი მონაწილეობით ზრდის, განვითარებისა და სქესობრივი მომწიფების პროცესებში, რეპროდუქციული ფუნქციის შენარჩუნებით, სისხლის წარმოქმნის პროცესებში, გემოს შეგრძნებასა და ყნოსვაში, შეხორცების პროცესების ნორმალურ მიმდინარეობაში და სხვ. იგი აუცილებელია ჰიპოფიზის, კუჭქვეშა ჯირკვლისა და წინამდებარე ჯირკვლის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის. თუთიის შენაერთების ზემოქმედებით ძლიერდება ჰიპოფიზის გონადოტროპული ჰორმონის აქტიობა, მონაწილეობს ინსულინის ბიოლოგიური აქტივობის რეალიზაციაში, ახდენს ცხიმოვანი ცვლის ნორმალიზებას.

საკვებ პროდუქტებში თუთია შედარებით დიდი რაოდენობითაა ხორცში, ფრინველში, ყველში, მარცვლეულსა და პარკოსნებში, კიბორჩხალებში, ნიგოზში. მცირე რაოდენობითაა რძესა და რძის ნაწარმში (გარდა ყველისა).

თუთიაზე დღეღამური მოთხოვნილება შეადგენს მამაკაცებისათვის 15მგ-ს, ქალებისათვის – 12მგ. მნიშვნელოვანი ფიზიკური დატვირთვისა და ინტენსიური ზრდის პერიოდში მოთხოვნილება იზრდება 22მგ-მდე.

### სელენი

მიკროელემენტი, რომლის ნაერთები ხასიათდებიან ძლიერი ანტიოქსიდანტური თვისებებით. სელენი მონაწილეობს ფერმენტ გლუტათიონპეროქსიდაზას ფორმირებაში, რომელიც თავის მხრივ უზრუნველყოფს თავისუფალი რადიკალებით დაზიანებული ქსოვილების რეგენერაციას; არსებობს მოსაზრება მისი ანტიალერგიული მოქმედების შესახებ. სელენის დეფიციტი საფუძვლად უდევს მრავალი დაავადების განვითარებას, ხოლო მისი ქარბი რაოდენობა იწვევს ორგანიზმის ინტოქსიკაციას. სელენის რაოდენობის განსაზღვრა ორგანიზმში ძირითადად ხდება გლუტათიონპეროქსიდაზის აქტივობის ხარისხის განსაზღვრით,

მაგრამ სპორტსმენებში ეს ტესტი მხოლოდ დრმა დეფიციტის გამოვლენის საშუალებას იძლევა.

სპორტსმენებს სელენი შედარებით მეტი რაოდენობით ესაჭიროებათ, ვინემ დაბალი ფიზიკური აქტივობის მქონე ადამიანებს. სელენის სარეკომენდაციო სიდიდეები სხვადასხვა ქვეყნებისათვის განსხვავებულია, მაგალითად, რუსეთის მონაცემებით შეადგენს 150მკგ-ს დღე-ღამეში, ხოლო ამერიკის შეერთებული შტატების მონაცემებით – მამაკაცებისათვის 70მკგ და ქალებისათვის 55მკგ დღე-ღამეში.

სელენი ფართოდ გავრცელებული ელემენტია, მაგრამ ყველაზე მდიდარ საკვებ წყაროს წარმოადგენს ხორცი და ზღვის პროდუქტები. სელენით ღარიბ ნიადაგზე მოწეული კულტურები და გამოზრდილი საქონელი არ გამოდგება სელენის წყაროდ.

### **ვანადიუმი**

მიკროელემენტია, რომელსაც ბოლო პერიოდში დიდი ყურადღება მიაპყრეს მეცნიერებმა. მისი ბიოლოგიური როლი შესწავლის პროცესშია, თუმცა უკვე არსებობს მონაცემები გლიოგენის დაგროვებაზე მისი გავლენის შესახებ.

ვანადიუმს შეიცავს ზღვის პროდუქტები ისპანახი, სოკო. სარეკომენდაციო სიდიდე ადამიანისათვის არის 10-25მკგ დღე-ღამეში.

### **ქრომი**

ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიკროელემენტია, რომელიც მონაწილეობს გლუკოზის ტრანსპორტში. მას, ასევე, უჯრედში გადააქვს ამინომჟავები, ცხიმოვანი მჟავები. ამ ელემენტის ანაბოლური ეფექტი საბოლოოდ არ არის დადასტურებული. მას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სპორტსმენებისათვის ხანგრძლივი აერობული დატვირთვის დროს, როცა ნახშირწყლებისა და ცხიმების როლი ორგანიზმის ენერგოუზრუნველყოფაში მნიშვნელოვნად იზრდება, განსაკუთრებით შეჯიბრების პერიოდში.

ქრომს შეიცავს შავი პილპილი, ყველი, სოკო, ხორბალი. დღიური მოხმარებისათვის რეკომენდებულია 50-200მკგ.

### **მოლიბდენი**

ახდენს ზოგიერთი ფერმენტის აქტივაციას, მონაწილეობს ცილების – ქსანტინოქსიდაზის, ალდეგიდოქსიდაზისა და სულფიტოქსიდაზის მეტაბოლიზმში, ზრდის ანტიოქსიდანტების მოქმედების ეფექტურობას, ქსოვილოვანი სუნთქვის მნიშვნელოვანი კომპონენტია, აძლიერებს ამინომჟავების სინთეზს. მოლიბდენის დეფიციტის დროს ითრგუნება ანაბოლური პროცესები, შეიმჩნევა იმუნური სისტემის აქტივობის დაქვეითება.

მოლიბდენის საკვებ წყაროს წარმოადგენენ პარკოსნები: კომბოსტო, ისპანახი, შავი მოცხარი, ხურტმელი.

მოლიბდენზე ადამიანის დღიური მოთხოვნილება არ არის ზუსტად განსაზღვრული. სხვადასხვა მონაცემებით იგი შეადგენს 0.3-0.4მგ-დან 50მგ-მდე.

ზოგიერთი მიკრო- და მაკროელემენტის შემცველობა საკვებ პროდუქტებში იხ. დანართი ცხრილი 24-28.

## **თავი 9. საკვების ბიოლოგიურად აქტიური არაალიმენტარული კომპონენტები**

საკვები გარდა იმისა, რომ უზრუნველყოფს ადამიანის ორგანიზმს ესენციალური ნივთიერებებით, შეიცავს მრავალ ბიოლოგიურად აქტიურ არაალიმენტარულ ნივთიერებებს (ბაან). ეს ნივთიერებები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ უმეტესი ქრონიკული დაავადებების პროფილაქტიკაში და ჯანმრთელობის შენარჩუნებაში, თუმცა არ წარმოადგენენ ესენციალურ (შეუცვლელ) საკვებ ნივთიერებებს.

საკვების ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტები მოიცავს სხვადასხვა სტრუქტურის, ფიზიკო-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებების ფართო სპექტრის მქონე ქიმიურ ნაერთებს. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების უმეტესობა აღმოჩენილია მცენარეულ საკვებში. მცენარეულ საკვებში შემავალი აღნიშნული ნაერთები იწოდებიან ფიტონაერთებად. ცხოველური წარმოშობის პროდუქტები მართალია მცირე მრავალფეროვნებით, ასევე შეიცავენ ბაან -ს.

დღემდე არ არის დადგენილი ბაან-ის ესენციальურობა, არ არის აღწერილი მათი დეფიციტის სიმპტომები/გამოვლინებები, ამიტომ, ამ დრომდე ისინი წარმოადგენენ არაალიმენტარულ (არა კვებითი) საკვებ კომპონენტებს. ფიტონაერთები ბიოლოგიურად აქტიური ბუნებრივი ორგანული ნაერთებია, რომლებიც ძირითადად მცენარეულ პროდუქტებში გვხვდება. მცენარეებისათვის ეს ნივთიერებები ასრულებენ ინფექციური აგენტებისაგან დაცვის ფუნქციას, საკვებს ანიჭებენ ფერს, სუნს, გემოს. დაახლოებით 2000 მდე ფიტონაერთია, მაგალითად, იზოფლავანოიდები, კაროტინოიდები, ანტოციანები, რომლებიც წარმოადგენენ პიგმენტ-

ნტებს. ფიტონაერთების კვებითი წყაროა ხილი, ბოსტნეული, პარკოსნები, მარცვლეული, თხილეული, სოკო, საკაზმ-სანელებლები.

ფიტონაერთები წარმოადგენენ აქტიური შესწავლის საგანს, როგორც ძირითადი ქრონიკული დაავადებების პროფილაქტიკის ფაქტორს. მათი შესწავლა, ასევე, საშუალებას იძლევა სწორად განისაზღვროს ბოსტნეულისა და ხილის როლი კვებაში, გსს-ის და ონკოლოგიური დაავადებების პროფილაქტიკისათვის. ფიტონაერთები გავლენას ახდენენ მეტაბოლურ პროცესებზე და ორგანიზმში მოხვედრილ უცხო ნივთიერებებზე, რომლებიც წარმოადგენენ კანცეროგენებს და მუტაგენებს; ისინი ავლენენ თავისუფალი რადიკალების და უცხო ნივთიერებების მეტაბოლიტების შებოჭვის უნარს, ახდენენ ფერმენტების ინჰიბირებას, რომლებიც ააქტიურებენ ქსენობიოტიკებს და ააქტიურებენ დეტოქსიკაციის უნარის მქონე ფერმენტებს.

ფიტონაერთები მოქმედებენ როგორც კანცეროგენუზის ბლოკატორები, რამდენიმე მექანიზმის კომბინაციით: კანცეროგენების გამაუვნებელყოფელი ფერმენტების ინდუცია, აქტიური კანცეროგენების შებოჭვა, კანცეროგენების პრომოციის უჯრედული მექანიზმების შებოჭვა. გარდა ამისა, ფიტონაერთებს აქვთ უნარი დათრგუნონ კანცეროგენების ზემოქმედებით გამოწვეული უჯრედების მალიგნიზაცია.

ფიტონაერთები ამცირებენ გსს-ის დაავადებების რისკს იმის ხარჯზე, რომ მათ გააჩნიათ უნარი დათრგუნონ დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდების - ქოლესტერინის დაჟანგვა, შეამცირონ ქოლესტერინის სინთეზი და შეწოვა, გავლენა მოახდინონ არტერიულ წნევაზე და სისხლის შედედებაზე.

არსებობს ბიოლოგიურად აქტიური ფიტონაერთების რამდენიმე კლასიფიკაცია. ქიმიური ბუნების მიხედვით გამოყოფენ ტერპენებს, ფენოლებს, თიოლებს, ლიგნინებს.

## 9.1. ტერპენები

ტერპენები მცენარეულ საკვებში გავრცელებული ფიტონაერთების კლასია, რომლებიც მოქმედებენ როგორც ანტიოქსიდანტები. ტერპენების ჯგუფში შედიან კაროტინოიდები. ცნობილია 600-მდე კაროტინოიდი, რომლებიც ხასიათდებიან ყვითელი, ნარინჯისფერი და წითელი პიგმენტის თვისებებით და ხილსა და ბოსტნეულს ანიჭებენ შესაბამის შეფერილობას.

კაროტინოიდ ლიკოპენს (შედის პომიდვრის შემადგენლობაში) აქვს უნარი ჩაიჭიროს და გაანეიტრალოს აქტიური ჟანგბადური რადიკალები. ლიკოპენის ანტიოქსიდაციური და ანტირადიკალური აქტივობა 2-ჯერ აღემატება  $\beta$  კაროტინის აქტივობას. ლეკოპენის მოხმარება ასოცირდება პროსტატის კიბოს რისკის შემცირებასთან.

ტერპენოიდების სხვა კლასი მონოტერპენოიდები, მაგალითად, ლიმონოიდი, აღმოჩენილია ციტრუსებში. ლიმონოიდები ხელს უწყობენ უცხო ნივთიერებების დაჟანგვას და ორგანიზმიდან მათ სწრაფ გამოძევებას.

## 9.2. ფენოლები და პოლიფენოლები

ფენოლური ნაერთების ყველაზე მეტად შესწავლილ ჯგუფს წარმოადგენს ფლავანოიდები. ფლავონოიდის მოლეკულაში შედის ორი ბენზოლური ბირთვი A და B, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან სამნახშირბადიანი ფრაგმენტით. დღეისათვის აღწერილია 5000-მდე ფლავონოიდი. ფლავონები გვხვდება მხოლოდ ზოგიერთ ხილში და მცირე რაოდენობით. ფლავონოიდების კლასიფიკაცია

კატეჟინები დიდი რაოდენობითაა ჩაიში. კატეჟინების შემცველობა მოხმარებისათვის გამზადებულ შავ ჩაიში დამოკიდებულია ჩაის სახეობაზე, დაყენება/დაყვნების დროზე და შეადგენს 18,7-დან 204,0 მგ/ლ. კატეჟინების შემცველობა ჩაის ნაყენში იზ-



რდება დაყენების დროის მიხედვით. მწვანე ჩაის ნაყენში კატექინების შემცველობა არ აღემატება 1გ/ლ.

ფლავანონი შედის ციტრუსებში. ფლავანების ნარინგენინის და ჰესპერიდინის აგლიკონი წარმოადგენს გემოს არმქონე ან ოღნავ ტკბილ ნივთიერებას, ხოლო ნეოჰესპერიდოზიდი ძალიან მწლარტა. ჰესპერიტინი ღიმონის, ლაიმისა და ფორთოხლის ძირითადი ფლავანონია. ნარინგენინი წარმოადგენს გრეიპფრუტის მთავარ ფლავონოიდს.

ანტოციანები ფართოდაა გავრცელებული წითელ კენკრაში, ხილში: ალუბალი, ჟოლო, მარწყვი, შავი მოცხარი და სხვ. პროანტოციანოიდინი შედის ფართოდ მოხმარებად პროდუქტებში და სასმელებში: ვამლი, მოკოლადი, წითელი ღვინო და სხვ. ფლავანოიდების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ჩაი, ვამლი, ხახვი, მოკოლადი, წითელი ღვინო.

კვლევებით დადასტურებულია, რომ ფლავონოიდები ხვდებიან ორგანიზმის შინაგან გარემოში პირდაპირი ფორმით ან მეტაბოლიტების წარმოქმნით. ფლავონოიდების ქიმიური მრავალფეროვნება არ იძლევა მათი შეწოვის, მეტაბოლიზმისა და ექსკრეციის კონკრეტული კანონზომიერების ჩამოყალიბების საშუალებას.

ფლავონოიდები მათი დადასტურებული ანტიოქსიდანტური თვისებებით, ხელს უშლიან სისხლის პლაზმაში დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეინების დაჟანგვას და სისხლძარღვების ათეროსკლეროზულ დაზიანებას. თრგუნავენ რა ლიპიდების უჯრედშიდა ზეჟანგვის პროცესებს, ფლავონოიდები თრგუნავენ თრომბოციტების აგრეგაციის პროცესს, რაც ასევე წარმოადგენს გსს-ის დაავადებების განვითარების პროფილაქტიკას. ფლავონოიდები ხელს უშლიან დაჟანგვის შედეგად ნუკლეინის მჟავების დაზიანებას, რაც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კანცეროგენუზში. ვარაუდობენ, რომ ფლავონოიდებს აქვთ ალერგიის საწინააღმდეგო, ანთე-

ბის საწინააღმდეგო, ანტივირუსული და ანტიპროლიფერაციული ეფექტი.

ფლავონოიდები კვერცეტინი და წითელ ღვინოსა და ყურძნის წვენში შემავალი ფლავონოიდები ახდენენ დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდების - ქოლესტერინის დაჟანგვის ინჰიბირებას, რაც ამცირებს გსს-ის დაავადებების რისკს. კვერცეტინი შედის წითელ და ყვითელ ხახვში, ბროკოლში, წითელ ყურძენში, ვაშლში და მარცვლეულში.

იზოფლავონები, ასევე, მიეკუთვნებიან პოლიფენოლურ ნაერთებს; აღმოჩენილია პარკოსნებში, განსაკუთრებით მაღალი შემცველობით სოიოში. ზოგიერთი იზოფლავონოიდი მიეკუთვნება ფიტოესტროგენებს, რომელთაც ახასიათებთ ესტროგენული მოქმედება და ქიმიური აგებულებით გვანან სტეროიდულ ესტროგენებს. ფიტოესტროგენებს შეუძლიათ იმოქმედონ როგორც ესტროგენების აგონისტებმა, ისე ქალის სასქესო ჰორმონების ანტაგონისტებმა (არღვევენ ესტროგენების დაკავშირებას უჯრედის რეცეპტორებთან). სოიოს პროდუქტების ჰიპოქოლესტერინემიული ეფექტი უკავშირდება ფიტოესტროგენების მოქმედებას. სოიოს ფიტოესტროგენები, ასევე, ამცირებენ ჰორმონდამოკიდებული ავთვისებიანი წარმონაქმნების განვითარების რისკს - სარძევე ჯირკვლის და პროსტატის კიბო.

### **თიოლები**

გოგირდშემცველი ფიტონაერთები აღმოჩენილია ისეთ ბოსტნეულში, როგორიცაა ბროკოლი, ყვავილოვანი, ბრუსელის, თავხვეულა კომბოსტო. აღნიშნული ბოსტნეული შეიცავს არა მხოლოდ თიოლების ქვეჯგუფს - ინდოლი, დითიოლთიონი და იზოთიოლციანიტები. დადგენილია კავშირი ამ ბოსტნეულის მოხმარებასა და ფილტვის, კუჭის, მსხვილი ნაწლავის კიბოს შორის, რაც უკავშირდება თიოლინური ნაერთების მოქმედებას.

თიოლური ნაერთები აღმოჩენილია სხვადასხვა სახეობის

ხახვსა და ნიორში. ნიორში შემავალი ფიტოთიოლი ალილდისულფიდი ახდენს ქიმიური კანცეროგენების აქტიური ფორმების გაუვნებელყოფის სტიმულირებას ფერმენტ გლუტათიონ-S-ტრანსფერაზის ინდუცირებით.

### **ლიგნანები**

ლიგნანები აღმოჩენილია სელის თესლში, ხორბლის ქატოში, ჭვავის ფქვილში, წიწიბურაში, შვრიაში, ქერში და ახასიათებთ ანტიკანცეროგენული და ფიტოესტროგენული აქტივობა. სელის ზეთი მაღალი კონცენტრაციით შეიცავს ლიგნანებს, რომლებსაც ახასიათებთ ანტიმიტოტური (ანადგურებს ან/და ხელს უშლის სოკოების განვითარებას) და ანტიოქსიდანტური მოქმედება.

ფიტონაერთების ბიოლოგიური აქტივობა მეტწილად განპირობებს მათი შემცველი საკვები პროდუქტების (ხილი, ბოსტნეული, მარცვლეული, პარკოსნები), როგორც გსს-ის და ონკოლოგიური დაავადებების განვითარების რისკის შემამცირებელ მოქმედებას.

## თავი 10. წყალი

წყალი მიეკუთვნება კვების შეუცვლელ კომპონენტს, თუმცა მცირე რაოდენობით ის წარმოიქმნება ორგანიზმში, ქსოვილებში ცილების, ცხიმების და ნახშირწყლების დაშლის შედეგად. წყლის შემცველობა ადამიანის ორგანიზმში მერყეობს ასაკის მიხედვით სხეულის მასის 45%-დან 75%-მდე. იგი განაწილებულია სამ სივრცეს შორის: უჯრედის შიგნით, უჯრედშორის და ჩაკეტილ ღრუებში. წყლის უმეტესი ნაწილი (30-45%) განთავსებულია უჯრედის შიგნით, უჯრედშორის სივრცეში 12-16%-ია, ხოლო სისხლის პლაზმასა და ლიმფაში - 5% და 2% შესაბამისად. დრუსშიდა წყალი შეადგენს ორგანიზმის საერთო წყლის მცირე ნაწილს (1-3%) და შედის ზურგ-ტვინის, თვალისშიდა, პერიკარდიალური, სინოვიალური და სხვა სითხეების შემადგენლობაში.

წყლის დიდი რაოდენობა უჯრედსა და უჯრედშორის სივრცეში მიუთითებს მის აუცილებლობაზე ორგანიზმის ცხოველმყოფელობის პროცესში. წყლის აუცილებელი დონის შენარჩუნება ძირითადად ხდება მისი ეგზოგენური მიღებით (სასმელი, საკვები), თუმცა, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მცირე რაოდენობით, დაახლოებით 0.3 ლ/დღე-ღამეში, წარმოიქმნება ნივთიერებათა ცვლის პროცესში.

ადამიანის ორგანიზმის სხვადასხვა ორგანოში წყლის შემცველობა ამა თუ იმ ქსოვილის ფუნქციონირებისათვის წყლის მნიშვნელობიდან გამომდინარე, განსხვავებულია.

ქსოვილთა უმეტესობაში წყალი შეადგენს 65-70%-ს სისხლსა და თირკმელებში – 80%-ს. წყლის დაბალი შემცველობა ცხიმოვან ქსოვილში განპირობებულია ცხიმის მიერ წყლის შეკავების დაბალი ხარისხით. წყლის მოხმარების გარეშე ადამიანის ორგანი-

ზმს შეუძლია იარსებოს მაქსიმუმ 5-7 დღის განმავლობაში.

დღე-ღამეში გული ატარებს 7000-8000ლ პლაზმურ წყალს, რომელთაგან 4000ლ გადადის კაპილარებში და უბრუნდება სისხლს. ასეთივე რაოდენობის წყალი გადადის ინტესტივალური სივრციდან უჯრედში და ბრუნდება უკან. წყალი, რომელიც ხვდება საჭმლის მომნელებელ სისტემაში, გადადის სისხლში, ხოლო სისხლიდან უკან ნერწყვის, კუჭის წვენის, ნაღვლის, კუჭქვეშა ჯირკვლის წვენის, ნაწლავის წვენის შემადგენლობაში. შინაგანი გარემოს მუდმივობა, რაც აუცილებელი პირობაა ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმყოფელობისათვის, ხასიათდება რიგი მაჩვენებლებით: იზოტონურობით, იზოოსმით, იზოჰიდრიით და სხვ. რაც შეუძლებელია წყლისა და მარილების მუდმივი შემცველობის გარეშე უჯრედებში, უჯრედულ სითხეებსა და სისხლში. ამასთან, სხეულის წყალ-მარილოვანი შემადგენლობა განიცდის მუდმივ ცვლილებებს ერთი მხრივ, წყლის განუწყვეტელი მიღებით საკვებიდან, სითხეებით, საკვების დაშლის შედეგად და მეორე მხრივ, სითხის გამოყოფით სხვადასხვა გზით.

### 10.1. წყლის ბიოლოგიური ფუნქციები

წყლის ბიოლოგიური ფუნქციები მრავალგვარი და მეტად მნიშვნელოვანია.

წყალი ორგანიზმს ესაჭიროება, როგორც გამხსნელი სხვადასხვა ფიზიოლოგიური ფუნქციების განხორციელებისათვის: საკვები ნივთიერებების მონელება, შეწოვა და ნაწლავის კედლის გავლით ტრანსპორტირება, ცვლის პროდუქტების გახსნა და მარდით მათი გამოძევება ორგანიზმიდან; ბიოქიმიური პროცესების მიმდინარეობისათვის გარემოს შექმნა, უჯრედებს შორის ელექტონული იმპულსების გადაცემა, ორგანიზმის სითბური ბალანსის რეგულაცია, ორგანიზმის სხვადასხვა მინერალური ნივთიერებებით უზრუნველყოფა (ფთორი, კალციუმი და სხვ.), მექა-

ნიკური ანუ ჰიდრატაციული - ხელს უწყობს უჯრედშიდა წნევის და უჯრედის ფორმის (ტურგორი) შენარჩუნებას, სტრუქტურული - შედის სტრუქტურული შრის სახით, ბიოლოგიური მემბრანის შემადგენლობაში ცილებისა და ცხიმების ლიპიდურ ბოლოებს შორის.

ელექტროლიტების ნორმალური შემცველობის პირობებში, ჭარბი წყლის რაოდენობა ორგანიზმიდან გამოძევდება შარდით და ოფლით. ადამიანს სწორი კვებისა და ადეკვატური ქცევის შემთხვევაში, არ შეუძლია მიიღოს წყალი ისეთი რაოდენობით, რომ ზიანი მიაყენოს ორგანიზმს. წყლის დეფიციტს ორგანიზმი აღიქვამს მყისიერად. წყლის დეფიციტის დროს განვითარებული წყურვილის შეგრძნება ხასიათდება პირის სიმშრალით, რაც გამოწვეულია ღრძილების, ენის და პირის ღრუს ლორწოვანი გარსიდან წყლის კარგვით; გაუწყლოების მეორე ნიშანია შარდის გამოყოფის მნიშვნელოვანი შემცირება ან სრული შეწყვეტა, რაც წარმოადგენს დაცვით მექანიზმს ორგანიზმისათვის წყლის შესანარჩუნებლად.

## **10.2. მოთხოვნილება წყალზე და მოხმარების**

### **რეგულირება; წყლის დეფიციტის გამოვლინებაები**

წყლის მარაგი ორგანიზმში საკმაოდ შეზღუდულია და საჭიროა გახარჯული და/ან დაკარგული წყლის რაოდენობის შევსება. წყლის დანახარჯი და დანაკარგი იცვლება სხვადასხვა ენდო- და ეგზოგენური ფაქტორების მოქმედებით. ამოსუნთქული ჰაერით და ოფლით იკარგება 800-1600მლ, შარდით გამოიყოფა 600-1600მლ, განავლით - 50-200მლ. წყალი; მაშასადამე, ამ დანახარჯის შესავსებად ორგანიზმს ესაჭიროება 1,5-3ლ წყალი. ორგანიზმიდან წყლის დანაკარგი იზრდება გარემოს მაღალი ტემპერატურის პირობებში, იმის გამო, რომ ძლიერდება ოფლის გამოყოფა (დაცვითი მექანიზმი გადახურების თავიდან ასაცილებლად). ასევე, ხანგრძლივი ან/და ძლიერი ფიზიკური დატვირთვის

დროს, ოფლის გამოყოფის გამო, იზრდება წყლის დანაკარგი. დანაკარგი წყლის მოცულობა განსაზღვრავს წყლის მოხმარების მოცულობას.

წყლის მოხმარების დონე რეგულირდება წყურვილის შეგრძნებით. წყურვილისა და მისი დაკმაყოფილების მექანიზმები მოიცავენ რეფლექსურ და ჰუმორულ რგოლებს.

წყურვილის განვითარების ძირითადი მიზეზი არის სისხლის პლაზმასა და ქსოვილებში ოსმოსური წნევის მატება, რაც თავის მხრივ განპირობებულია ორგანიზმში წყლის რესურსების შემცირებით ან ოსმოსურად აქტიური ნივთიერებების სიჭარბით. ჰუმორული გარემოს ასეთი შეცვლა წარმოადგენს შინაგანი ორგანოების ოსმორეგეპტორებისა და ჰიპოთალამუსის ნეიროსეკრეტორული ბირთვების სპეციფიურ გამდიზიანებელს. კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში არსებული ქემორეგეპტორები, მონაწილეობენ "მარილოვანი მადის" ჩამოყალიბებაში. წყურვილის დროს მიღებული წყლის რაოდენობა ზუსტად ვერ შეესაბამება მისი დეფიციტის ხარისხს. დიდი სითბური დატვირთვისა და გაძლიერებული ოფლის გამოყოფის დროს მიღებული წყალი, რომელიც აუცილებელია წყურვილის დასაკმაყოფილებლად, შეადგენს ოფლით დაკარგული წყლის დაახლოებით ნახევარს, ე.ი. წყურვილის დასაკმაყოფილებლად მიღებული წყლის რაოდენობა კი არ აღემატება ორგანიზმის მიერ რეალურად დაკარგულს არამედ ჩამოუვარდება მას. ეს გარემოება აიხსნება იმით, რომ ოფლთან ერთად ორგანიზმი კარგავს არა მარტო წყალს, არამედ ოსმოსურად აქტიურ ნივთიერებებსაც, მაგალითად, ქლორიდებს და სხვ., ხოლო ფიზიკური დატვირთვის შემთხვევაში, ამას თან ერთვის გლიკოგენისა და, შესაძლებელია, ცილის ხარჯვაც, რომლებიც ასევე, მიეკუთვნებიან ოსმოსურად აქტიურ ნივთიერებებს. შედეგად, ოსმოსური წნევა სისხლის პლაზმასა და ქსოვილებში არ იცვლება ოფლით დაკარგული წყლის პროპორციულად; მისი ცვლილება რამდენა-

დმე ნაკლებია, რაც საშუალებას იძლევა წყურვილი დაკმაყოფილდეს წყლის ნაკლები რაოდენობით, ვინემ ორგანიზმმა დაკარგა რეალურად. შემდგომში, საკვების მიღების შედეგად, იზრდება მარილებისა და სხვა ნივთიერებების კონცენტრაცია, რაც ზრდის პლაზმის ოსმოსურ წნევას და ჩნდება წყურვილის შეგრძნება. წყურვილს თან სდევს მისი დაკმაყოფილება. ამ გზით ივსება წყლის ღონე საწყისამდე. ქარბი რაოდენობით წყლის მიღების შემთხვევაში, იგი გამოიყოფა თირკმელებით და წყლოვანი წონასწორობა აღდგება.

წყლის ბიოლოგიური ფუნქციებიდან გამომდინარე, მისი დეფიციტი საფრთხეს უქმნის ფიზიოლოგიური პროცესების ნორმალურ მიმდინარეობას, ამიტომ, აუცილებელია წყლის რეჟიმის დაცვა. ჩვეულებრივ, ადამიანის მოთხოვნილება წყალზე, დღე-ღამის განმავლობაში შეადგენს 1.5-2ლ-ს. (300მლ სხეულის ყოველ კილოგრამ წონაზე) ფიზიკური დატვირთვის შემთხვევაში, მოთხოვნილება შესაძლებელია გაიზარდოს 3-4ლ-მდე.

წყალ-მარილოვანი ცვლა ერთ-ერთი ყველაზე ლაბილურია ფაქტორთა შორის, რომლებიც გავლენას ახდენენ სხეულის წონაზე.

წყლის კარგვის ხარჯზე ხდება სხეულის წონის კლება. სპორტის სხვადასხვა სახეობაში მოვარჯიშე სპორტსმენებმა შეჯიბრების დროს, შესაძლებელია, დაიკლონ 0.5-2.5-3კგ-მდე. სხეულის წონის დღელამური მერყეობა განპირობებულია ორგანიზმის წყლის მარაგის ცვალებადობით და არა მყარი სუბსტანციების დაკარგვით ან შევსებით, თუმცა გარკვეულწილად ამ მოვლენასაც აქვს ადგილი. წონის როგორი ცვლილებაც უნდა იყოს წყლის ხარჯზე დღე-ღამის განმავლობაში, ჯანმრთელი ადამიანი წონას აღიდგენს 24სთ-ში. ზოგ შემთხვევაში, ეს დრო, შესაძლებელია, გახანგრძლივდეს 2-3 დღემდე. ამგვარად, ორგანიზმს უნარი შესწევს საკმაოდ ზუსტად არეგულიროს წყლის ბალანსი. შიმშილის დრო-



საც კი, მყარი სუბსტანციების დანაკარგი არ აღემატება 400-500გ-ს დღე-ღამეში. ამასთან, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სხეულის მასის ცვლილება 100-500გ-ით დღე-ღამეში აღინიშნება სრულფასოვანი კვების დროსაც.

ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შეუსაბამოა მიღებულ საკვებსა და ენერგოხარჯვას შორის იწვევს ორგანიზმის მიერ საკვებ ნივთიერებათა დაგროვებას ან კარგვას. ამ დროს ხდება სხეულის წონის მყარი მატება ან კლება. ეს გარკვეულწილად დამოკიდებულია იმაზეც, რომ საკვები ნივთიერებები ორგანიზმში გროვდება გარკვეული რაოდენობის წყალთან ერთად. ასე მაგალითად: გლიკოგენი და ცილა გროვდება 30%, ხოლო ცხიმი 20% წყალთან ერთად, შესაბამისად, 100გ გლიკოგენის დახარჯვა სხეულის წონას შეამცირებს 130გ-ით.

ჭარბი რაოდენობით წყლის მოხმარების შემთხვევაში, სხეულის წონის მნიშვნელოვანი მატება არ შეიმჩნევა, რადგან ჭარბი რაოდენობის სითხე დროულად გამოიყოფა ორგანიზმიდან.

წყლისა და ელექტროლიტების კარგვა იწვევს სხეულის ტემპერატურის მატებას, აღინიშნება კუნთების სისუსტე, კრუნჩხვა, თავბრუსხვევა; გარემოს მაღალი ტემპერატურისა ან/და გაძლიერებული ოფლიანობის გამო, შესაძლებელია, განვითარდეს სითბური დავკრა.

## **თავი 11. საკვები პროდუქტების კლასიფიკაცია და კვებითი ღირებულება**

ადამიანი საკვებად იყენებს დაახლოებით 1000-მდე საკვებ პროდუქტს. ნუტრაციოლოგიური თვალსაზრისით, თანამედროვე ხედვებზე დაფუძნებით, საკვები პროდუქტები იყოფა 5 ძირითად ჯგუფად:

1. რძე და რძის პროდუქტები;
2. ხორცი (ხორცპროდუქტები, სუბპროდუქტები) და ხორცის შემცველები;
3. მარცვლეული და მარცვლეულით წარმოებული პროდუქტები;
4. ბოსტნეული, ხილი;
5. ცხიმები, შაქარი, ტკბულეული.

საკვები პროდუქტების ჯგუფებად დაყოფა ხდება მათი წარმოშობის და კვებითი ღირებულების მიხედვით; ასე მაგალითად: ხორცი და პარკოსნები (სოიო, ლობიო) გაერთიანებულია ერთ ჯგუფში, მათში ცილის მაღალი შემცველობის გამო. თუმცა, მათი კვებითი ღირებულება განსხვავებულია.

### **11.1. რძე და რძის პროდუქტები**

რძე და რძის პროდუქტები ადამიანისათვის წარმოადგენენ ადვილად ათვისებადი კალციუმის, ცილის, ვიტამინების A, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>-ის მნიშვნელოვან წყაროს.

ახალშობილისათვის რძე ერთადერთი საკვები პროდუქტია. ასაკის მატებასთან ერთად, რაციონში რძის წილი მცირდება. ძირითადი რძის პროდუქტები მზადდება ძროხის რძისაგან, თუმცა, მართალია ნაკლები რაოდენობით, მაგრამ ასევე, გამოიყენება

თხის, კამეჩის და სხვ. რძე.

რძე და რძის პროდუქტები (რძე, რძემაჟა პროდუქტები, ყველი ხაჭო და სხვ) ხასიათდებიან რიგი მნიშვნელოვანი ღირებული კვებითი თვისებებით, რომელსაც ვერ შეცვლიან სხვა პროდუქტები. მათი მთავარი როლი ადამიანის კვებაში განისაზღვრება ორგანიზმის უზრუნველყოფით კალციუმით, ვიტამინებით  $B_2$  და A, და სრულფასოვანი ცილით. რძის პროდუქტების გამოყენების გარეშე, რთულია კვების დღის რაციონის შევსება ორგანიზმისათვის საჭირო რაოდენობით კალციუმით და  $B_2$  ვიტამინით. რძისა და რძის პროდუქტების მოხმარება მნიშვნელოვანია ბავშვისა და მოზარდის ზრდა-განვითარების, ძვლოვანი სისტემისა და კბილების ჩამოყალიბება-ფორმირებისათვის.

ცილით, კალციუმითა და ვიტამინებით განსაკუთრებით მდიდარია ყველი და ხაჭო. რძის პროდუქტების ყოველდღიური მოხმარების დროს არჩეული უნდა იქნას საშუალო/დაბალი ცხიმობის პროდუქტები: ნახევრადცხიმიანი ხაჭო, დაბალცხიმიანი ყველი, მაწონი, კეფირი, იოგურტი. საშუალო/დაბალი ცხიმობის რძის პროდუქტების მოხმარება ხელს უწყობს რაციონში ცხოველური ცხიმის და ქოლესტერინის რაოდენობის შემცირებას.

არსებობს რძის პროდუქტების დიდი მრავალფეროვნება. ძროხის რძე შეიცავს 3-4% ცხიმს. რძე იწარმოება ცხვადასხვა ცხიმობის, 0,5-დან 6% -მდე. ცილის შემცველობა რძეში შეადგენს 3-4%-ს. გაყიდვაში ხვდება პასტერიზებული ან სტერილიზირებული რძე. პასტერიზებული რძე შესაძლებელია მოხმარებული იყოს ალუდების გარეშე და ინახება 36 სთ-ის განმავლობაში. სტერილიზირებული რძე (ცხელდება  $115^{\circ}\text{C}$  -მდე 15-60 წთ-ის განმავლობაში) ინახება ხანგრძლივად. საოჯახო პირობებში პრიორიტეტი ენიჭება პასტერიზებულ რძეს.

**შედლებული რძე** იწარმოება რძის ხანგრძლივი შენახვის მიზნით, იწარმოება მაქრით ან უმაქროდ. მაქრის შემცველი შედე-

დებული რძე შეიცავს 45%- მდე შაქრებს. მისი კვებითი ღირებულება ნატურალურ რძესთან შედარებით რამდენადმე დაბალია.

**მშრალი რძე** (რძის ფხვნილი) - დაბალი ტენიანობის გამო ინახება ხანგრძლივი დროით. მშრალი რძის ტექნოლოგიის საფუძველზე მზადდება ბავშვთა კვების სპეციალიზირებული, სამკურნალო და სპორტული კვების პროდუქტები.

**რძემჟავა პროდუქტები** - მიეკუთვნება მაწონი, კეფირი, იოგურტი, აციდოფილინი, აირანი, არაჟანი, ხაჭო, ნადუდი, ყველი.

რძემჟავა პროდუქტები ხელს უწყობენ ნაწლავში ლპობის ბაქტერიების განადგურებას, ნორმალური მიკროფლორის განვითარებას და ადგილობრივი იმუნიტეტის გაძლიერებას. რძემჟავა პროდუქტებში შენარჩუნებულია რძის ყველა კვებითი თვისება; ამასთან, რძემჟავა პროდუქტებში პრაქტიკულად დაშლილია რძის შაქრები, რაც საშუალებას აძლევს ადამიანებს ლაქტაზის დეფიციტით - რძის აუტანლობით მიიღონ რძემჟავა პროდუქტები.

**ხაჭო** - პრაქტიკულად წარმოადგენს რძის ცილის კაზეინური ფრაქციის და კალციუმის კონცენტრატს. იმის მიხედვით, თუ როგორი რძისაგან მიიღება ხაჭო, ის შეიძლება იყოს ცხიმოვანი - 18%; ნახევრადცხიმოვანი - 5% ან 9%-იანი და დაბალი ცხიმოვანობის - ცხიმის 1%-ზე დაბალი შემცველობით). ხაჭოს თავისი თვისებებით შუალედური ადგილი უჭირავს რძემჟავა პროდუქტებსა და ყველს შორის.

**ნალები და ნალების კარაქი** - სეპარაციის შედეგად რძე იყოფა ორ ფრაქციად: ცხიმშემცველ და უცხიმო ან დაბალი ცხიმის შემცველად. მაღალი ცხიმის შემცველობის ფრაქცია წარმოადგენს ნალებს. ნალებში შეიძლება იყოს 10-დან -30%-მდე ცხიმი და 2-3% ცილა. ნალებისაგან იწარმოება კარაქი მექანიკური შეთქვეფით. კარაქი წარმოადგენს თიოქმის 100% ცხიმს; კარაქის მაღალი ცხიმოვანობის გამო, მისი მოხმარება რაციონში მკაცრად კონტროლირებადი უნდა იყოს.

**არაჟანი** - რძემჟავა ბაქტერიებით შემჟავებული ნაღებია. იწარმოება 15-დან 40%-მდე ცხიმიანობის არაჟანი.

**ყველი** მსოფლიოში ცნობილია 800-ზე მეტი სახეობის ყველი. ყველი მიიღება სპეციალური ფერმენტით რძის შემჟავებით; შეხატებული რძის გაცხელებით მასში ინტენსიურად მრავლდებიან მიკროორგანიზმები, რომელებიც წარმოქმნიან გარკვეულ ნივთიერებებს; ეს ნივთიერებები ყველს აძლევს სპეციფიკურ გემოს და სუნს. ყველის მომწიფების პერიოდში (რომელიც შეიძლება რამდენიმე დღიდან რამდენიმე თვემდე გაგრძელდეს), ბაქტერიების ზემოქმედებით ხდება ცილების, ცხიმების და ნახშირწყლების ნაწილობრივი დაშლა; ამ პროცესში ბაქტერიების მიერ წარმოქმნილი პროდუქტები ანიჭებენ ყველს სპეციფიკურ გემოს და სუნს.

### **ყველის და ხაჭოს კვებითი ღირებულება**

**ყველი** არის რძის საუკეთესო პროდუქტი მაღალი კვებითი ღირებულებით. ერთი ულუფა ყველი (40-50გ. = 1ნაჭ.) იძლევა ნივთიერებების ისეთივე ნაკრებს, როგორსაც 200-250გ. რძე. ყველში ბევრია მაღალი კვებითი ღირებულების ცილები (სრულფასოვანი) ყველში საკმაოდ ბევრია ვიტამინი A და B<sub>2</sub>, ასევე, ადვილად ათვისებადი კალციუმი. ამასთან ერთად, ყველში ბევრია ცხიმი და ქოლესტერინი. ჯანმრთელობის თვალსაზრისით, რეკომენდებულია დაბალი ცხიმოვანობის ყველის მოხმარება, თუმცა, ასეთი ყველის საგემოვნო თვისებები საკმაოდ დაბალია. ყველი შესაძლებელია მოხმარებული იყოს ნებისმიერ კვებაზე (საუზმე, სადილი, ვახამი, წახემსება).

## **11.2. ხორცის პროდუქტები და ხორცის შემცველუბები**

პროდუქტთა მოცემულ ჯგუფში შედის ხორცი, სუბპროდუქტები, თევზი, ფრინველი, კვერცხი და მათი გადამამუშავების პროდუქტები, ასევე, ლობიო, სოიო, თხილეული. პროდუქტების ამ

ჯგუფს უწოდებენ ცილოვანს, ამიტომ აქ მოიაზრება როგორც ცხოველური წარმომადგენის ცილოვანი პროდუქტები, ასევე მცენარეული პროდუქტები ცილის მაღალი შემცველობით. ამ ჯგუფის პროდუქტებში ცილის შემცველობა შეადგენს 11-21% - ს. ამასთან, ხორცი, ფრინველი და თევზი უზრუნველყოფენ ორგანიზმს ადვილადატვისებადი (ჰემური) რკინით. ამ ჯგუფის პროდუქტები მდიდარია B - ჯგუფის ვიტამინებით: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, PP. ეს პროდუქტები წარმოადგენენ ვიტამინ B<sub>12</sub>-ის ერთადერთ წყაროს ადამიანის ორგანიზმისათვის. მცენარეული პროდუქტებიდან ვიტამინ B<sub>12</sub>-ს შეიცავს მხოლოდ ზღვის წყალმცენარეები, სხვა მცენარეული პროდუქტები ამ ვიტამინს არ შეიცავენ. რკინა და ვიტამინ B<sub>12</sub> წარმოადგენენ კვების შეუცვლელ კომპონენტებს, რომლებიც მონაწილეობენ სისხლწარმოქმნის პროცესში და მათი დეფიციტი რაციონში იწვევს ანემიის განვითარებას.

ხორცპროდუქტები შეიცავენ დიდი რაოდენობით ხილულ (თეთრი ან ყვითელი შრეები) და ფარულ ცხიმს.

**წითელი ხორცი** (ძროხის, ღორის, ცხვრის და სხვ.) ცხოველის განივზოლიანი კუნთია, ხოლო ხორცპროდუქტები ხორცის გადამუშავებით მიღებული პროდუქტია. მჭლე წითელი ხორცი აუცილებელი პროდუქტია კვებაში, რომელშიც ცხიმის შემცველობა არ არის მაღალი. ხორცის კულინარიული დამუშავების დროს საყურადღებოა, რომ მოხარშვა და ორთქლზე დამზადება არ მოითხოვს ცხიმის დამატებას, შეწვა პირიქით, ითხოვს დიდი რაოდენობით დამატებითი ცხიმის გამოყენებას.

საქონლის ხორცი გამოირჩევა სრულფასოვანი ცილების მაღალი შემცველობით, რომელთა შემადგენლობაში შედის ყველა საჭირო შენაცვლებადი და შეუცვლელი ამინომჟავა. I კატეგორიის ხორცში ცილის შემცველობა საშუალოდ შეადგენს 18,6%, ცხიმის- 16%-ს, ხოლო II კატეგორიის ხორცში ცილის – 20 და ცხიმის- 16%-ს. ფეხშვის სხვადასხვა ნაწილისათვის ცილისა და ცხიმის შემცვე-

ლობა განსხვავებულია.

ხბოს ხორცი გაცილებით ნაზია, მასში მეტია სრულფასოვანი ცილების შემცველობა და ადვილად აითვისება.

ღორის ხორცი საქონლის ხორცთან შედარებით, ნაკლებ შემადგენელ ქსოვილს შეიცავს, რის გამოც ის უფრო ნაზია.

განარჩევენ ბეკონის, ხორცის და ცხიმოვანი ხარისხის ღორის ხორცს. ცხიმოვანი ხარისხის ხორცი შეიცავს 50% ცხიმს და 12% ცილას, ხორცის II კატეგორია შეიცავს საშუალოდ 14% ცილას და 33% ცხიმს; ამასთან, ფეხშვის სხვადასხვა ნიწილიდან აღებულ ხორცში ცილისა და ცხიმის შემცველობა განსხვავებულია.

მაღალი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულებით ხასიათდება გოჭის ხორცი, იგი შეიცავს 20% ცილას და მხოლოდ 3%-მდე ცხიმს.

ცხვრის ხორცი საქონლის ხორცთან შედარებით შეიცავს მეტ შემადგენელ ქსოვილს, ამიტომ, ის შედარებით უხეშია. მეორე კატეგორიის ცხვრის ხორცი ქიმიური შემადგენლობით უახლოვდება ამავე კატეგორიის საქონლის ხორცს, თუმცა ნაკლებია კალიუმისა და ფოსფორის, მარილების და რკინის შემცველობა.

კურდღლის ხორცი შესანიშნავი დიეტური პროდუქტია; გამოირჩევა ცილის, რკინის, B ჯგუფის ვიტამინების მაღალი შემცველობით; საკმარისი რაოდენობითაა კალიუმი, ფოსფორი, მაგნიუმი და სხვა მინერალური ნივთიერებები.

ხორცპროდუქტებს მიეკუთვნება უმი, ნატურალური ხორცისგან დამზადებული პროდუქტები, როგორიცაა ნედლიშებოლვის (უმიშებოლვის) ძეხვი, ნეკნები და სხვ. ამ პროდუქტებს გემოს და შენახვისათვის ამარილებენ და ბოლავენ; მეორე ტიპის პროდუქტები მზადდება ხორცის ერთგვარი დაქუცმაცებით, წყლის დამატებით, ზოგიერთი ცილის გასახსნელად; შემდეგ ათავსებენ სხვადასხვა ფორმებში - ვიჩინა, მოხარშული ძეხვი, სოსისი, სარდელი და სხვ.

სოსისი და სარდლილი განსხვავდება ძეხვისაგან რბილი კონსისტენციით და არ შეიცავს ღორის ქონს. მათ დასამზადებლად გამოიყენება ახალგაზრდა პირუტყვის (ძროხის, ღორის) ხორცი, ბოლო ღროს ქათმისა და ინდაურის ხორციც, ამიტომ, ამ სახეობის ხორცპროდუქტები ადვილადმონელებადი და ადვილადათვისებადია. ძეხვეულის ფართო ასორტიმენტის გარდა, იწარმოება ღორის ხორცის სხვა ხორცპროდუქტები: მაშხი, შებოლილი ნეკნები და სხვ. ეს პროდუქტები ხასიათდებიან ცხიმის ძალიან მაღალი შემცველობით (50-60%); ამასთან, რადგან ღორის ქონი ადვილად მონელება და ათვისდება, ღროდადრო შესაძლებელია, მათი რაციონში ჩართვა. ამავდროულად, გათვალისწინებული უნდა იქნეს რაციონში ცხიმების საერთო რაოდენობა (არ უნდა აჭარბებდეს სარეკომენდაციო სიდიდეებს; კარაქის რაოდენობა უნდა შემცირდეს ან საერთოდ გამოირიცხოს. ეს პროდუქტები უნდა შეუთავსოთ ცხიმის გარეშე დამზადებულ ბოსტნეულის კერძებს).

სუბპროდუქტებს მიეკუთვნება ღვიძლი, გული, ფილტვი, კუჭი, ელენთა, თირკმელი. ღვიძლი და თირკმელი მდიდარია ცილებით და ცხიმშიხსნადი ვიტამინებით, განსაკუთრებით A ვიტამინით, ასევე B- ჯგუფის ვიტამინებით, რკინით, მაგრამ ეს სუბპროდუქტები, ასევე, მდიდარია ქოლესტერინით.

ღვიძლი მდიდარია რკინით, A და B ჯგუფის ვიტამინებით; სხვა ხორცპროდუქტებისაგან განსხვავებით, დიდი რაოდენობით შეიცავს ასკორბინის მჟავას (ვიტრ).

უნა დიეტური პროდუქტია. მცირე რაოდენობით შეიცავს შემაერთებელ ქსოვილს, ამიტომ, ადვილად ათვისდება. გული მდიდარია მინერალური მარილებით, მათ შორის რკინით; ხასიათდება ცხიმის დაბალი შემცველობით, საკმარისი რაოდენობით შეიცავს ცილას.

ტვინი შეიცავს მცირე რაოდენობით ცილას (9,5%) და ამდენივე ცხიმს (9,6%), მაგრამ მდიდარია ფოსფორის შემცველი ნი-



ვთიერებებითა და შეუცვლელი უჯერი ცხიმოვანი მჟავებით, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის მის ბიოლოგიურ მნიშვნელობას.

ფილტვი განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით (10%) შეიცავს რკინას. სხვა მხრივ ამ პროდუქტის კვებითი ღირებულება არ არის მაღალი.

სუბპროდუქტების გამოყენების დროს მეტად მნიშვნელოვანია კულინარიული დამუშავების წესების ზედმიწევნით დაცვა, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში, მათი კვებითი ღირებულება მკვეთრად მცირდება.

ხორცის კონსერვები ხასიათდებიან ცხიმის მაღალი შემცველობით, დაბალი ბიოლოგიური და კვებითი ღირებულებებით, რაც განპირობებულია კონსერვირების პროცესში მაღალ ტემპერატურაზე ხანგრძლივი ხარშვით, ავტოკლავირებით და სხვ. ხშირ შემთხვევაში კონსერვები მზადდება შედარებით დაბალი ხარისხის ხორცისაგან, შეიცავს დიდი რაოდენობით შემაერთებელ-ქსოვილოვან ბოჭკოს, დაბალია ვიტამინების შემცველობა.

ქათმის ხორცი (წიწილა) მაღალი კვებითი ღირებულების პროდუქტია; შეიცავს მეტ სრულფასოვან და ადვილად ათვისებად ცილებს, ვიდრე საქონლის ხორცი. ქათმის ხორცის ცილა შეიცავს შეუცვლელი ამინომჟავების ოპტიმალურ ნაკრებს. ქათმისა და ბოილერის ქათმის ხორცი შეიცავს დიდი რაოდენობით ცხიმს (16-18%), მაგრამ ეს ცხიმი ადვილად ათვისდება, რადგან შეიცავს გარკვეულ რაოდენობა უჯერ ცხიმოვან მჟავებს და ხასიათდება ღლები დაბალი ტემპერატურით. ქათმის ხორცი შეიცავს ვიტამინებისა და მინერალური ნივთიერებების საჭირო ნაკრებს. ექსტრაქტული ნივთიერებები აძლევენ სასიამოვნო სუნსა და გემოს.

**თევზი და ზღვის პროდუქტები:** თევზი მდიდარია ცილებით, იოდით, რკინით (თუმცა რკინა ნაკლებია ვიდრე წითელ ხორცში); რაც შეეხება ცხიმს, თევზში ის უფრო ნაკლებია, ვიდრე ხორცში. მაღალი ცხიმიანობის თევზში ცხიმი მაღალი შემცველობითაა,

მაგრამ ხორცთან შედარებით, ნაკლებია ქოლესტერინის შემცველობა. თევზის ქონში, განსაკუთრებით ცივი ზღვის წყლების თევზის, დიდი რაოდენობითაა პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები  $\omega - 3$  (ომეგა 3), რომელიც არ არის პირუტყვის ქონში.

ცხიმიანობის მიხედვით თევზი იყოფა სამ კატეგორიად: მჭლე - ცხიმიანობა 4%-მდე, საშუალო - ცხიმიანობა 4-დან 8%-მდე და ცხიმიანი - 8%-ზე მეტი.

თითქმის ყველა სახეობის თევზის ხორცი მდიდარია მინერალური ნივთიერებებით: კალიუმით, მაგნიუმით, განსაკუთრებით ფოსფორით, რომლის შემცველობა სხვადასხვა ჯიშის თევზში მერყეობს 400 მგ-დან 1000გ-მდე. ზოგიერთი ჯიში შეიცავს საკმარისი რაოდენობით კალციუმს და რკინას.

თევზი წარმოადგენს B ჯგუფის ვიტამინების მნიშვნელოვან წყაროს, ხოლო თევზის ღვიძლი მდიდარია A, D, E ვიტამინებით. ზღვის თევზი მდიდარია ისეთი ელემენტებით, როგორიცაა იოდი და ფთორი.

თევზის ხიზილალა - მნიშვნელოვანი კვებითი პროდუქტია ცილისა (30% და მეტი) და ცხიმის (დაახლოებით 15%) მაღალი შემცველობით; მდიდარია ფოსფორით, კალიუმით, წყალში\_ და ცხიმში ხსნადი ვიტამინებით.

თევზის მრავალფეროვანი ქიმიური შემადგენლობა თბური კულინარიული დამუშავების დროს, საკვები ნივთიერებების დანაკარგის დაბალი პროცენტი და მათი ათვისების მაღალი ხარისხი, საშუალებას იძლევა ადვილად მივაღწიოთ საკვების მაღალ დირებულებას ამ პროდუქტის რაციონში საკმარისი რაოდენობის ჩართვის საშუალებით.

ზღვის პროდუქტები: კრაბი, კალმარი, კიბორჩხალა, კრევეტი და სხვ. ასევე მდიდარია ადვილად ათვისებადი ცილებით, იოდით და სხვა მნიშვნელოვანი მაკრო- და მიკრონუტრიენტებით.

რეკომენდებულია კვირაში მინიმუმ 1-2-ჯერ თევზის/ზღვის

პროდუქტების ნებისმიერი ფორმით მოხმარება.

კვერცხი მდიდარია ცილებით, ვიტამინებით A, D, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, შეიცავს დიდი რაოდენობით ქოლესტერინს.

ქათმის კვერცხი სხვა ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებთან შედარებით, შეიცავს ყველაზე სრულყოფილ ცილას, რომელსაც პრაქტიკულად, მთლიანად ითვისებს ორგანიზმი. კვერცხის ცილა ყველაზე ოპტიმალური რაოდენობით შეიცავს შეუცვლელ ამინომჟავებს. ცხიმი შედგება ცხიმოვანი მჟავებისაგან, რომელთა შორის მნიშვნელოვანი ხვედრითი წილი მოდის პოლიუჯერ ცხიმოვან მჟავებზე და ფოსფოლიპიდებზე (ძირითადად ლეციტინი, შეადგენს საერთო ცხიმის 1/3), რომელიც დადებით გავლენას ახდენს ქოლესტერინის ცვლაზე.

კვერცხი მდიდარია მინერალური ნივთიერებებით, განსაკუთრებით ფოსფორით, გოგირდით, რკინით, თუთიით; შეიცავს დიდი რაოდენობით ცხიმში ხსნად და B ჯგუფის ვიტამინებს.

კვერცხის ცილისა და გულის შემადგენლობა განსხვავებულია. კვერცხის ცილა შეიცავს ნივთიერებებს, რომლებიც ხანმოკლე თერმული დამუშავების შემდეგ თითქმის მთლიანად (98%-ით) ათვისდება; ხანგრძლივი თერმული დამუშავების შემდეგ ათვისების ხარისხი რამდენადმე მცირდება ცილის დენატურაციის გამო.

კვერცხის გული შეიცავს 30%-ზე მეტ ცხიმს, რომელიც ემულგირებულია და ადვილად მონელდება და ათვისდება ორგანიზმის მიერ. თითქმის ყველა ვიტამინი და მინერალური ნივთიერება თავმოყრილია კვერცხის გულში ძირითადად ადვილად ათვისებადი ფორმით. კვერცხის თბური დამუშავება პრაქტიკულად არ ამცირებს მის კვებით ღირებულებას, რადგან ნაჭუჭით მოხარშულ კვერცხში ყველა ნივთიერება შენარჩუნებულია უცვლელი სახით.

### **მცენარეული ცილის შემცველი პროდუქტები**

მცენარეულ პროდუქტებს ცილის მაღალი შემცველობით მიეკუთვნება სოიო, ლობიო, ბარდა, ფეტვი. პროდუქტების ამ ჯგუფს

ეწოდება პარკოსნები. პარკოსნების გარდა ცილით მდიდარია თხილეული. ამ პროდუქტებმა ცილის შემცველობით, შეიძლება ჩაანაცვლოს ცხოველური პროდუქტები. ცილებით მდიდარი მცენარეული პროდუქტები, ასევე მდიდარია საკვები ბოჭკოთი, კალციუმით და რკინით, თუმცა ამ პროდუქტებიდან მინერალური ნივთიერებების ათვისება დაბალი ხარისხით ხდება. ყველა პარკოსანში დაბალია ცხიმის შემცველობა, გამონაკლისს წარმოადგენს სოიო. ტექნოლოგიური გადამუშავების გარეშე სოიო საკვებად პრაქტიკულად არ გამოიყენება ცუდი მონელების გამო.

თხილეული შეიცავს მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების ცილას, ვიტამინებს, მინერალურ ნივთიერებებს და მცენარეულ ცხიმებს. თხილეულში ცხიმის შემცველობა შესაძლებელია შეადგენდეს 60%-ს. ამდენივე ცხიმს მზესუმზირას თესლში.

ცილით მდიდარია სოკო, თუმცა მათი ცილები ათვისდება გაცილებით რთულად, ვიდრე სხვა მცენარეული ცილოვანი პროდუქტებიდან.

### **11.3. მარცვლეული პროდუქტები**

მარცვლეულ პროდუქტებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებათ ადამიანის კვებაში; მათ მიეკუთვნება: ხორბალი, შვრია, ქერი, ჭვავი, სიმინდი, ბრინჯი, წიწიბურა. მარცვლეულის ცენტრალური ნაწილი შედგება სახამებლისაგან, დაფარულია რამდენიმე გარსით, რომლებიც შეიცავენ შეუცვლელ საკვებ ნივთიერებებს - ვიტამინებს და მინერალურ ნივთიერებებს. მთავარი პროდუქტი, რომელიც იწარმოება მარცვლეულისაგან, არის ფქვილი.

საკვები ნივთიერებების შემცველობა ფქვილში დამოკიდებულია მათში შენარჩუნებული ქატოს (მარცვლეულის გარსის კომპონენტი) რაოდენობით. რაც მეტია ფქვილში ქატოს შემცველობა, მით უფრო მეტია ფქვილის შეფერილობა და ასეთი ფქვილი არის დაბალი ხარისხის. რაც ნაკლებია ქატოს შემცველობა, მით უფრო

თეთრია ფქვილი და ითვლება უმაღლესი ხარისხის ანუ პირველი კატეგორიის ფქვილად. იმის გამო, რომ ქატომი მეტია ვიტამინებისა და მინერალების შემცველობა ვიდრე მარცვლეულის შუა ნაწილში, რაც უფრო უხეში დაფქვისაა ფქვილი, მით უფრო მდიდარია ვიტამინებით, მინერალებით, უჯრედისით.

მარცვლეულიდან ბურღულის მიღების დროს, ასევე ხდება ქატოს ნაწილობრივი მოცილება, მაგრამ ბურღულეულში რჩება უფრო მეტი ქატო, ვიდრე უმაღლესი ხარისხის ფქვილში.

მარცვლეულის ნაწარმია პური და პურფუნთუშეული, მაკარონი, ბურღულეული, ასევე ფანტელი და გრანულა.

#### 11.4. ხილი და ბოსტნეული

ხილი და ბოსტნეული საკვების ის ნაწილია, რომელიც უზრუნველყოფს ჯანმრთელობის შენარჩუნებას. საზოგადოებაში მუსირებს მოსაზრება, რომ ხილი და ბოსტნეული წარმოადგენს ვიტამინების ძირითად წყაროს. ხილი და ბოსტნეული მდიდარია მხოლოდ სამი ვიტამინით: C, ფოლის მჟავა და β-კაროტინი. ადამიანის ორგანიზმისათვის ვიტამინ C და β-კაროტინის ერთადერთ კვებით წყაროს სწორედ ხილი და ბოსტნეული წარმოადგენს. ბოსტნეულის და ხილის კვებითი ღირებულება დანართი ცხრილი 24.

β-კაროტინი ყვითელი ფერის პიგმენტი, რომელიც ხილსა და ბოსტნეულს ანიჭებენ მოყვითალო-ნარინჯისფერ შეფერილობას, ორგანიზმში გარდაიქმნება ვიტამინ A-დ, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ფილტვის, მსხვილი ნაწლავის, პროსტატის კიბოს პროფილაქტიკაში.

მაღალი კვებითი ღირებულებით ხასიათდებიან მუქი მწვანე, წითელი / მოწითალო, ნარინჯისფერი ბოსტნეული და მოყვითალო-ნარინჯისფერი ხილი. ნუტრიენტებით მდიდარია მწვანე ფოთლოვანი ბალჩეული: ოხრახუმი, ქინძი, კამა, მწვანე ხახვი,

სალათის ფოთოლი, რევანდი, ნიახური, წიწმატი. ზოგადად, ნებისმიერი ბოსტნეული და ხილი სასარგებლო პროდუქტია და არ უნდა იყოს უგულვებელყოფილი.

ხილისა და ბოსტნეულის მნიშვნელოვანი კვებითი მახასიათებელია მათში დიდი რაოდენობით საკვები ბოჭკოს შემცველობა. პრაქტიკულად არ შეიცავენ ცხიმს, მდიდრები არიან კალიუმით და პრაქტიკულად არ შეიცავენ ნატრიუმს; მათში შემავალი სხვადასხვა ნივთიერებები იცავენ ორგანიზმს ავთვისებიანი სიმსივნეებისა და გსს-ის დაავადებებისაგან. კვებითი ღირებულების და კვებაში მნიშვნელობის მიხედვით, ხილი და ბოსტნეული შესაძლებელია, ურთიერთშენაცვლებადი იყოს, რაც იძლევა საგემოვნო თვისებების გათვალისწინების საშუალებას.

გამომდინარე იქიდან, რომ ხილი და ბოსტნეული ყოველდღიურად უნდა იყოს მოხმარებული, მიზანშეწონილია მათი შენახვის სხვადასხვა ფორმების გამოყენება: გაციებით (სამრეწველო მაცივრები), გაყინვა, კონსერვირება, გამოშრობა და სხვა. სხვადასხვა მეთოდით შენახვა იწვევს ამა თუ იმ ფაქტორის კვებითი ღირებულების ცვლილებას, მაგრამ მიუხედავად ამისა, წლის განმავლობაში სასურველია ხილისა და ბოსტნეულის ფართო სპექტრის გამოყენება.

### **11.5. ცხიმები, შაქრები, საკონდიტრო ნაწარმი**

ცხიმები, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ცხიმები შეიცავენ ესენციალურ ნივთიერებებს, ცხიმში ხსნად ვიტამინებს, პოლიუჯერ ცხიმოვან მჟავებს - ლინოლის და ლინოლენის. ლინოლის მჟავაზე ორგანიზმის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად საკმარისია დღეში 1-2 სუფრის კოვზი ზეთის მიღება. ცხიმში წარმოადგენს ენერგიის კონცენტრირებულ წყაროს (მცირე მოცულობაში იძლევა ბევრ ენერგიას). სწორედ ამიტომაა მიზანშეწონილი რაციონში ცხიმის მოხმარების შეზღუდვა.

ცხიმებისა და შაქრების ერთ ჯგუფში გაერთიანება განპირობებულია იმ მიზეზით, რომ ისინი წარმოადგენენ ენერგიის სუფთა წყაროს. როგორც ცხიმის, ისე შაქრების მოხმარება უნდა იყოს შეზღუდული. რეკომენდებულია არა უმეტეს 40-50გ. შაქრისა სუფთა სახით დღის განმავლობაში.

საკონდიტრო ნაწარმი, კანფეტები, შოკოლადი შეიცავს დიდი რაოდენობით ან შაქრებს, ან ცხიმებს, უმეტეს შემთხვევაში ორივეს. როგორც წესი, ძალიან ღარიბები არიან შეუცვლელი კვებითი ნივთიერებებით და ამასთან, შეიცავენ დიდ ენერგიას (ცხიმები, ნახშირწყლები).

ძირითადი კვებითი ჯგუფების შემადგენლობის და კვებითი პროდუქტების თვისებების ცოდნა უმნიშვნელოვანესია ადამიანის ჯანსაღი კვების წესებისა და კანონზომიერებების გაგებისა და დასაბუთება/დაფუძნებისათვის.

# დანართი

## ცხრილი 1.

ზოგიერთი პორმონი/პეპტიდი, სინთეზის ლოკაცია და მათი ზემოქმედება მონელების პროცესებზე

| პორმონი/ბან                                                                     | სინთეზის ლოკაცია                                                                                                       | მოქმედება                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| გასტრინი                                                                        | ჟეჟის ანტრალ. ნაწილის G-უჯრედები; თორმეტგოჯა ნაწლავი, პანკრეასი                                                        | ახდენს ჟეჟის წვენის ყველა კომპონენტის სეკრეციის სტიმულირებას.                                                                                                                                                                                                                                       |
| სომატოსტატინი                                                                   | ცნს; პნს; კნტ-ის და პანკრეასის ენდოკრინოციტებში                                                                        | სომატოტროპინის, თირეოტროპინის, პროლაქტინის, ინსულინის, გლუკაგონის სეკრეციის ინჰიბირება; თრგუნავს ჟოლევისტოკინინის, გასტრინის, სეკრეტინის, მოტილინის VIP სინთეზს                                                                                                                                     |
| სეკრეტინი                                                                       | წვრილი ნაწლავის პროქსიმ. ნაწილის S-უჯრედები                                                                            | პანკრეასის ექსკრეტორული უჯრედების სტიმულაცია, პანკრეასის, ღვიძლის და თორმეტგოჯა ნაწლავის ჯირკვლების მიერ ბიკარბონატების სეკრეციის სტიმულაცია; აძლიერებს ნაღვლისა და ნაწლავის წვენის სეკრეციას<br>აძლიერებს ჟოლევისტოკინინის მოქმედების ეფექტს ნაღვლის ბუშტის მოტორიკაზე; აქვს ანტაგიდური მოქმედება. |
| ჟოლევისტოკინინი                                                                 | წვრილი ნაწლავის ნეჯრედები, ქიშხში შემავალი პეპტიდების, ამინომჟავების, ცხიმოვანი მჟავების, მონოგლიცერიდების ზეგავლენით. | ჟეჟის წვენის, ინსულინის, პანკრეასის ფერმენტების, პანკრეასის წვენში და ნაღვლში შემავალი ბიკარბონატების სტიმულაცია; ნაღვლის ბუშტის და ნაწლავის მოტორიკის სტიმულაცია; ამუხრუძებს ჟეჟის ევაკუატორულ აქტივობას.                                                                                          |
| გლუკოზადამოკიდებული ინსულინოტროპული პეპტიდი (გასტროინჰიბირების პოლიპეპტიდი გიპ) | წვრილი ნაწლავის ენდოკრინოციტები (K უჯრედები), ლიპიდების ზემოქმედებით                                                   | აქვეითებს: მარილმჟავას სეკრეციას, Na, H <sub>2</sub> O-რეაბსორბციას სმტ-ში; ახდენს ინსულინის სტიმულირებას საკვების მიღების შემდეგ. ახდენს ცხიმის აბგორბციის ინჰიბირებას.                                                                                                                            |
| მოტილინი                                                                        | წვრილი ნაწლავის ენტეროქრომაფინური უჯრედები                                                                             | ჟეჟისა და ნაწლავების მოტორიკის რეგულაცია; ააქტიურებს აგუტილჟოლინის მოქმედებას ჟეჟის პილორულ ნაწილზე                                                                                                                                                                                                 |
| ნეიროტენზინი                                                                    | წვრილი ნაწლავის k უჯრედები; ჰიპოთალამუსი, ბაზალური განგლიები                                                           | ახდენს ჟეჟის მოტორული და სეკრეტორული ფუნქციების ინჰიბირებას; ახდენს პანკრეასის მიერ ბიკარბონატების სეკრეციის სტიმულირებას. ვახოდილატაციური მოქმედება                                                                                                                                                |
| პანკრეასული პოლიპეპტიდი                                                         | ლანგერჟანსის კუნძულის (პანკრეასი) OG უჯრედები                                                                          | თრგუნავს პანკრეასის და ჟეჟის წვენების სეკრეციას                                                                                                                                                                                                                                                     |
| პეპტიდი YY                                                                      | ნაწილობრივ თეძოს ნაწლავის, ძირითადად მსხვილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის ენდოკრინოციტების მიერ                           | თრგუნავს ჟეჟის და პანკრეასის სეკრეტორულ ფუნქციას.                                                                                                                                                                                                                                                   |



## ცხრილი 2.

წყლისა და ელექტროლიტების რაოდენობა, რომელიც ყოველდღიურად სვდება და აბსორბირდება მსხვილ ნაწლავში

|                                    | ნაწლავში<br>გადასული<br>რაოდენობა | აბსორბირებული | ექსკრეტირებული |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------------|----------------|
| წყალი (მლ)                         | 1500                              | 1400          | 100            |
| Na <sup>+</sup> მმოლ               | 210                               | 206           | 4              |
| K <sup>+</sup> მმოლ                | 9                                 | -             | 9              |
| Cl <sup>-</sup>                    | 105                               | 103           | 2              |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> მმოლ | 75                                | -             |                |

## ცხრილი 3.

ამინომჟავები, რომლებიც შედიან ადამიანის ცილების შემადგენლობაში

| კლასიფიკაცია                            | ამინომჟავები                                                                                                                |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| მეუცვლელი (ესენციალური)<br>ამინომჟავები | იზოლეიცინი, ლეიცინი, ლიზინი,<br>მეტიონინი, ფენილალანინი,<br>ტრეონინი, ვალინი,<br>ჰისტიდინი                                  |
| შენაცვლებადი ამინომჟავები               | გლიცინი, არგინინი, პროლინი<br>ალანინი, სერინი, თიროზინი,<br>ცისტინი, ასპარაგინი, გლუტამინი, კარნიტინი,<br>ორნიტინი, ტაურინი |

## ცხრილი 4.

მეუცვლელ ამინომჟავებზე სადღეღამისო სარეკომენდაციო  
სიდიდეები (მგ/კგ სხეულის წონაზე)

| ამინომჟავა                            | შოზარდები | კაცები | ქალები |
|---------------------------------------|-----------|--------|--------|
| იზოლეიცინი                            | 28        | 11     | 10     |
| ლეიცინი                               | 49        | 14     | 13     |
| ლიზინი                                | 59        | 12     | 10     |
| მეტიონინი (ცისტინი,<br>ფენილალანინი ) | 27        | 14     | 13     |
| თიროზინი*                             | 27        | 14     | 13     |
| თრეონინი                              | 34        | 6      | 7      |
| ტრიპტოფანი                            | 4         | 3      | 3      |
| ვალინი                                | 33        | 14     | 11     |

\*პირობით მეუცვლელი

**ცხრილი 5.**

**მეუცვლელ ამინომჟავებზე მოთხოვნილება სხვადასხვა ასაკობრივ ჯგუფებში (მგ/კგ/დღე-ღამეში) FAO/WHO. 1985**

| ამინომჟავები                                        | აღრუული ასაკის ბავშვები (1-4წვე) | სკოლამდელი ასაკი | სასკოლო ასაკის ბავშვები (10-12 წელი) | ზრდასრულები |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------------|-------------|
| ჰისტიდინი                                           | 28                               | ?                | ?                                    | 8-12        |
| იზოლუციინი                                          | 70                               | 31               | 28                                   | 10          |
| ლუციინი                                             | 161                              | 73               | 44                                   | 14          |
| ლიზინი                                              | 103                              | 64               | 44                                   | 14          |
| მელოტონინი+ცისტეინი                                 | 58                               | 27               | 22                                   | 13          |
| ფენილალანინი+თიროზინი                               | 125                              | 69               | 22                                   | 14          |
| თრეონინი                                            | 87                               | 37               | 28                                   | 7           |
| ტრიპტოფანი                                          | 17                               | 12,5             | 3,3                                  | 3,5         |
| ვალინი                                              | 93                               | 38               | 25                                   | 10          |
| სულ მეუცვლელი ამინომჟ.                              | 714                              | 352              | 216                                  | 84          |
| სულ მეუცვლელი ამინომჟ. ჰისტიდინის გარეშე 1გ. ცილაზე | 434                              | 320              | 222                                  | 111         |

**ცხრილი 6.**

**ამინომჟავური შკალა ამინომჟავური ქულის გათვლისათვის**

| ამინომჟავები          | მეუცვლელი ამინომჟავები (გ/100გ. ცილა) | ზრდასრული ადამიანის მოთხოვნილება გ. (ცილის მოხმარება 75გ) |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| იზოლუციინი            | 2,8                                   | 2,1                                                       |
| ლიზინი                | 5,8                                   | 4,34                                                      |
| ლუციინი               | 6,6                                   | 4,95                                                      |
| ტრეონინი              | 3,4                                   | 2,5                                                       |
| ფენილალანინი+თიროზინი | 6,3                                   | 4,7                                                       |
| მეტიონინი+ცისტეინი    | 2,5                                   | 1,9                                                       |
| ტრიპტოფანი            | 1,1                                   | 0,8                                                       |
| ვალინი                | 3,5                                   | 2,6                                                       |

**ცხრილი 7.**

**საკვები ცილის მონელების კოეფიციენტი (აღამიანისათვის)**

| <b>პროდუქტი</b>                            | <b>მონელების<br/>კოეფიციენტი %</b> | <b>მონელება იდეალურ<br/>(სტანდარტულ)<br/>ცილასთან შედარებით</b> |
|--------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| კვერცხი                                    | 97                                 | 100                                                             |
| რძე, ყველი                                 | 95                                 |                                                                 |
| ხორცი, თევზი                               | 94                                 |                                                                 |
| კაზეინატ ნატრიუმი                          | 95                                 | 100                                                             |
| რძის შრავი                                 | 95                                 | 100                                                             |
| სიმინდი                                    | 85                                 | 89                                                              |
| ბრინჯი                                     | 88                                 | 93                                                              |
| ხორბლის მთლიანი მარცვლი                    | 86                                 | 90                                                              |
| ფქვილი ხორბლის,<br>უმალღესი ხარისხი        | 96                                 | 101                                                             |
| მანანის ბურღული                            | 99                                 | 100                                                             |
| შერიის ფანტელი                             | 86                                 | 90                                                              |
| ფეტვი                                      | 79                                 | 83                                                              |
| ბარდა მწვანე                               | 88                                 | 93                                                              |
| ბარდას ფქვილი                              | 88                                 | 93                                                              |
| არაქისის პასტა                             | 95                                 | 100                                                             |
| სოიოს ფქვილი                               | 86                                 | 90                                                              |
| სოიოს ცილის იზოლატი და<br>კონცენტრატი      | 95                                 | 100                                                             |
| პარკოსნები                                 | 78                                 | 82                                                              |
| სიმინდი + პარკოსნები                       | 78                                 | 82                                                              |
| სიმინდი+ პარკოსნები+რძე                    | 84                                 | 88                                                              |
| ინდური ბრინჯის რაციონი                     | 77                                 | 81                                                              |
| ინდური რაციონი<br>(ბრინჯი+პარკოსნები)      | 78                                 | 82                                                              |
| ინდური რაციონი (ბრინჯი+რძე)                | 87                                 | 92                                                              |
| ჩინური რაციონი                             | 96                                 | 98                                                              |
| ბრაზილიური რაციონი                         | 78                                 | 82                                                              |
| შერეული ფილიპინური რაციონი                 | 88                                 | 93                                                              |
| შერეული რაციონი<br>განვითარებული ქვეყნების | 96                                 | 101                                                             |

**ცხრილი 8.**

**ზოგიერთი საკვები პროდუქტის საშუალო ამინომჟავური  
მემარგნელობა მგ/100გ. საკვებად ვარგის ნაწილზე (\*-ით აღნიშნულია  
მეუსვლედი ამინომჟავა)**

| პროდუქტი     | 1    | 2    | 3    | 4     | 5    | 6    | 7    | 8   | 9    | 10  | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17 |
|--------------|------|------|------|-------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|----|
| სურსკი       | 18.6 | 11.7 | 15.6 | 17    | 22   | 16.5 | 25.2 | 2.8 | 15   | 2.8 | 23.7 | 13   | 11.8 | 6.7  | 8.1  | 22.4 |    |
| ვალი         | 1035 | 831  | 820  | 990   | 818  | 907  | 899  | 163 | 838  | 135 | 1414 | 1205 | 772  | 268  | 330  | 1010 |    |
| იზიდუი       | 782  | 708  | 754  | 955   | 621  | 817  | 828  | 161 | 690  | 160 | 1146 | 727  | 597  | 206  | 295  | 1090 |    |
| ლუდინი       | 1478 | 1074 | 1116 | 1400  | 1260 | 1532 | 1824 | 278 | 1282 | 277 | 1780 | 1817 | 1081 | 356  | 553  | 1650 |    |
| ლიზინი       | 1589 | 1239 | 1235 | 1650  | 1503 | 1577 | 1699 | 222 | 1008 | 230 | 1747 | 1107 | 903  | 186  | 165  | 1550 |    |
| მეთიონინი    | 445  | 342  | 356  | 510   | 447  | 474  | 574  | 74  | 384  | 81  | 865  | 501  | 424  | 62   | 117  | 205  |    |
| ტრინინი      | 803  | 654  | 688  | 850   | 783  | 815  | 951  | 130 | 649  | 110 | 1067 | 616  | 610  | 175  | 213  | 840  |    |
| ტრაილინინი   | 210  | 154  | 198  | 185   | 283  | 280  | 330  | 43  | 212  | 43  | 788  | 504  | 204  | 67   | 83   | 260  |    |
| ფენილალანინი | 795  | 465  | 611  | 740   | 649  | 779  | 896  | 146 | 762  | 141 | 1280 | 828  | 652  | 309  | 395  | 1010 |    |
| ალანინი      | 1086 | 641  | 1021 | 1200  | 1468 | 1241 | 1171 | 83  | 428  | 106 | 867  | 453  | 710  | 247  | 242  | 910  |    |
| არგინინი     | 1043 | 717  | 993  | 1010  | 1104 | 1400 | 1362 | 104 | 579  | 105 | 893  | 516  | 787  | 242  | 273  | 1616 |    |
| ჰისტონინი    | 1771 | 1016 | 1442 | 1740  | 1531 | 1680 | 1863 | 185 | 924  | 216 | 1480 | 1501 | 1229 | 286  | 373  | 2227 |    |
| ჰატილინინი   | 710  | 470  | 480  | 420   | 412  | 447  | 379  | 76  | 447  | 78  | 1508 | 1132 | 340  | 103  | 166  | 460  |    |
| გლიცინი      | 937  | 572  | 865  | 850   | 1082 | 1314 | 1387 | 40  | 258  | 46  | 598  | 303  | 416  | 258  | 273  | 950  |    |
| მალეინინი    | 3073 | 1754 | 2459 | 2450  | 2668 | 2928 | 3682 | 611 | 2457 | 497 | 4617 | 3737 | 1773 | 1273 | 2763 | 3173 |    |
| თიონინი      | 290  | 150  | 295  | -     | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    |    |
| პროლინინი    | 685  | 694  | 741  | 830   | 790  | 1000 | 948  | 257 | 1310 | 272 | 2129 | 212  | 2396 | 438  | 925  | 660  |    |
| სერინი       | 780  | 499  | 637  | 77400 | 587  | 817  | 948  | 158 | 789  | 185 | 415  | 2789 | 928  | 242  | 374  | 817  |    |
| თიონინი      | 658  | 417  | 524  | -     | 597  | 642  | 749  | 156 | 875  | 155 | 1407 | 937  | 476  | 149  | 184  | 690  |    |
| თიონინი      | 259  | 138  | 205  | 190   | 180  | 191  | 208  | 23  | 48   | 29  | 307  | 135  | 293  | 108  | 197  | 550  |    |

**ცხრილი 9.**  
**ცილის ძირითადი კვებითი წყარო**

| პროდუქტი          | ცილა (100 გ პროდუქტში) | პროდუქტი             | ცილა (100 გ პროდუქტში) |
|-------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| ხორცი             | 18.9-20.2              | პური                 |                        |
| ღვინო             | 18.7                   | ქაჯის                | 6.5                    |
| ქათამი            | 18.2-20.8              | ხორბლის              | 8.1                    |
| თევზი             | 17.5                   | ლობიო                | 22.3                   |
| კვერცხი           | 12.7                   | ბარდა                | 23                     |
| ყველი             | 23.4                   | წიწიბურა             | 12.6                   |
| ხაჭო              |                        | ბანანი               | 10.3                   |
| ცხიმისანი         | 14                     | ფეტვი                | 11.5                   |
| ნახევრადცხიმისანი | 16.7                   | უჩენო ქერი           | 9.3                    |
| უცხიმო            | 18                     | ბრინჯი               | 7                      |
| რძე, მაწონი       | 2.8                    | "პერკულესი" (მერიის) | 11                     |

**ცხრილი 10.**  
**ცხიმების, ფოსფატიდების და ქოლესტერინის შემცველობა**  
**ზოგიერთ საკვებ პროდუქტში**

| პროდუქტი                    | ცხიმო% | ფოსფატიდი%  | ქოლესტერინი% |
|-----------------------------|--------|-------------|--------------|
| საქონელი                    | 10-25  | 2.6-3       | 0.075        |
| ღორი                        | 10-40  |             |              |
| ცხვარი                      | 10-30  |             |              |
| ხბო                         | 5-10   |             |              |
| ქათამი                      | 3      |             | 0.5          |
| რძე ძროხის                  | 3-4    | 0.025-0.050 | 0.5-0.10     |
| კვერცხის გული(ქათმის)       | 31     | 9           | 1.7          |
| ნაღები                      | 20-30  | 0.3         | 0.075        |
| არაფანი                     | 15     | 0.33-0.40   | 0.075        |
| კარაქი                      | 80-87  | 0.16        | 0.3          |
| ღორისქონი                   | 85     |             | 0.2          |
| თევზი სხვადასხვა (საშუალოდ) | 0.3-10 | 0.1-1.2     |              |
| ფეტვილი                     | 1.5-2  | 0.1         |              |
| ბრინჯი                      | 0.5    | 0.1         |              |
| წიწიბურა                    | 0.3    | 0.45        |              |
| კომბოსტო                    | 0.1    | 0.13        |              |
| ბარდა მშრალი                | 0.2    | 4.15        |              |
| სალათის ფოთოლი              | 0.1    | 0.48        |              |
| სტაფილო                     | 0.2    | 0.1         |              |
| მცენარეული ცხიმი            | 99.5   |             |              |
| თხილეული                    | 40-60  |             |              |
| კარტოფილი                   | 0.1    | -           |              |

ცხრილი 11.

უჯერი და ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა  
სხვადასხვა საკვებ ცხიმებში (%)

| ცხიმი            | იოდური რიცხვი | ნაჯერი მჟავები | ოლეინის მჟავა | პოლიენური მჟავები | თანაფარდობა |
|------------------|---------------|----------------|---------------|-------------------|-------------|
| კარაქი           | 33            | 57             | 39            | 4                 | 0.07        |
| მარგარინი        | 37            | 64             | 30            | 6                 | 0.09        |
| საქონლის ქონი    | 47            | 47             | 50            | 2.3               | 0.05        |
| ღორის ქონი       | 70            | 36             | 49            | 15                | 0.42        |
| ზეითუნის ზეთი    | 86            | 10             | 82            | 8                 | 0.8         |
| არაქისის ზეთი    | 93            | 18             | 56            | 26                | 1.5         |
| ბამბის ზეთი      | 108           | 25             | 25            | 50                | 2           |
| სოიოს ზეთი       | 120           | 14             | 35            | 51                | 3.7         |
| მზესუმზირის ზეთი | 131           | 10             | 30            | 60                | 6           |
| სიმინდის ზეთი    | 125           | 11             | 30            | 57                | 5           |

**ცხრილი 12.**

**ქოლესტერინის შემცველობა ზოგიერთ საკვებ პროდუქტში  
(მგ 100 გ პროდუქტზე)**

| პროდუქტი                       | ქოლესტერინი | პროდუქტი                     | ქოლესტერინი |
|--------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|
| <b>ხორცი და ხორცპროდუქტები</b> |             | <b>პამბუკი იხვის ღვიძლის</b> | <b>530</b>  |
| ხბო მქლე (ქარკოე)              | 60          | ღვიძლის პამბუკი              | 137         |
| ხბო (ფარში)                    | 72          | სოსისი დაკეპილი ღორის ხორცის | 113         |
| ხბო (მკერდის ფაშხვი)           | 73          | ძეხვი მონადირული             | 82          |
| საქონელი ჩამუშავი მქლე         | 60          | ძეხვი კრაკოური               | 97          |
| საქონლის ფარში                 | 70          | ძეხვი მებოლილი უცხიმო        | 50          |
| როსბიფი მქლე                   | 60          | ძეხვი საქონლის               | 63          |
| ღორის ხორცი (მკერდის ფაშხვი)   | 64          | სალიამი                      | 117         |
| ღორის ფეხები                   | 64          | შაშხი                        | 77          |
| ღორის ფილე                     | 65          | ძეხვი ენის                   | 89          |
| ღორის ჩამუშავი (მქლე)          | 65          | ძეხვი ვენური                 | 55          |
| ღორის ხორცის ფარში             | 70          | <b>სუბპროდუქტები</b>         |             |
| ღორის ხორცის მნიცელი           | 65          | ტინი                         | 2000        |
| <b>ფრინველი და კვრცი</b>       |             | გული                         | 150         |
| ქათამი მემწვარი                | 74          | თირკმელები                   | 375         |
| ქათამი მოხარმული კანის გარეშე  | 0           | ენა                          | 100         |
| იხვი                           | 80          | ცხიმები                      |             |
| ინდაური (მკერდის ხორცი)        | 60          | ქონი                         | 80          |
| ინდაური                        | 75          | კარაქი                       | 240         |
| კვრცის გული                    | 1480        | ერბო                         | 285         |
| <b>ძეხვეული</b>                |             | მარგარინი ნახევრადცხიმოანი   | 0           |
| ძეხვი მოხარმული                | 67          | მარგარინი                    | 10          |
| სარდელი მოხარმული              | 65          | მცენარეული ზეთი              | 0           |
| სარდელი მემწვარი               | 111         | მაიონეზი                     | 77          |
| სარდელი მებოლილი               | 125         | ღორის ქონი                   | 80          |
| “სერველატი”                    | 101         | ბატის ქონი მღნარი            | 100         |
| სოსისი ძროხის                  | 69          |                              |             |

**ცხრილი 13.**  
**ცხიმის ძირითადი წყარო**

| პროდუქტი                    | ცხიმი (100გ პროდუქტში) | პროდუქტი         | ცხიმი (100გ პროდუქტში) |
|-----------------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| მგენარეული ზეთი             | 99.9                   | ხაჭო             |                        |
| ქონი (ძროხა, ღორი, ცხვარი)  | 99.7                   | ცხიმიანი         | 18                     |
| ერბო                        | 98                     | ნახევრადცხიმიანი | 9                      |
| კარაქი                      | 82.5                   | რძე 6%-იანი      | 6                      |
| ვოლოგდური                   | 72.5                   | ცხიმიანობის      | 16-9.8                 |
| გლეხური                     | 78                     | ხორცი            |                        |
| მოყვარული                   | 61.5                   | საქონლის         | 16.3-9.6               |
| ბუტერბროდის                 | 29                     | ცხვრის           | 33.3                   |
| ყველი                       |                        | ღორის            | 12.1                   |
| არაქანი                     |                        | ენა ძროხის       | 22.2                   |
| 40%-იანი ცხიმიანობის        | 40                     | ძეხვი საექიმო    | 23.9                   |
| 36%-იანი ცხიმიანობის        | 36                     | სოსისი რძიანი    | 18.2                   |
| ნალები 35%-იანი ცხიმიანობის | 35                     | სარდელი ძროხის   |                        |

**ცხრილი 14.**  
**სისხლში გლუკოზის შემცველობის ნორმები ასაკის მიხედვით**

| ასაკი        | გლუკოზის ნორმა მმოლ/ლ |
|--------------|-----------------------|
| 1-30 დღე     | 2.8-4.4               |
| 30დღ.-- 14წ. | 3.3.-5.6              |
| 15-60წ.      | 4.1.-5.9              |
| 60წ და მეტი  | 4.2-6.7               |



**ცხრილი 15.1.**

**ზოგიერთი საკვები პროდუქტის გლიკემიური ინდექსი  
(გლუკოზასთან მიმართებაში)**

| პროდუქტი           | გლიკემიური ინდექსი | პროდუქტი                | გლიკემიური ინდექსი |
|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| მაქრები            |                    | მარცვლეული              |                    |
| მალტოზა            | 105                | სიმინდის ფანტელი        | 80                 |
| გლუკოზა            | 100                | ხორბლის ფქვილი          | 72                 |
| თაფლი              | 87                 | თეთრი ბრინჯი            | 72                 |
| საქაროზა           | 59                 | ტკბილი სიმინდი          | 59                 |
| ფრუქტოზა           | 20                 | მერიის ფანტელი          | 49                 |
| ხილი               |                    | ბოსტნეული               |                    |
| ბანანი             | 62                 | სტაფილო                 | 92                 |
| ვაშლი              | 39                 | კარტოფილი<br>მომხარშული | 90                 |
| ფორთოხლის<br>წვენი | 46                 | კარტოფილის ჩიფსი        | 51                 |
| რძის<br>პროდუქტები |                    | მწვანე ბარდა            | 51                 |
| იოგურტი            | 36                 | სხვა                    |                    |
| ნაყინი             | 36                 |                         | 13                 |
| რძე                | 34                 | არაქისი                 |                    |

**ცხრილი 15.2.**

**პროდუქტთა გლიკემიური ინდექსი თეთრ პურთან მიმართებაში**

| პროდუქტი                       | გლიკემიური<br>ინდექსი | პროდუქტი       | გლიკემიური<br>ინდექსი            |
|--------------------------------|-----------------------|----------------|----------------------------------|
| პური და პურის ნაწარმი          |                       | პარკოსნები     |                                  |
| პური ქვავის წმინდა<br>ფუკილით  | 95                    | ლობიო          | 60<br>43°<br>46°<br>54°          |
| პური ქვავის ქატოთი             | 68                    | დაკონსერვებული | 50<br>65                         |
| პური ხორბლის წმინდა<br>ფუკილით | 100                   | შავი           | 20<br>22                         |
| პური ხორბლის ქატოთი            | 100                   | ქრელი          | 46<br>91<br>53<br>84<br>79<br>62 |
| ორცხობილა                      |                       | რუხი           | 59                               |
| კალორიული                      | 82                    | მწვანე ბარდა   | 40                               |
| მერიის                         | 78                    | მშრალი         | 74                               |
| ყავის                          | 80                    | გაყინული       | 58                               |
| კრეკერი                        | 91                    | სოიო           | 63                               |
| მაკარონი თეთრი                 | 64                    | მშრალი         | 34                               |
| (იხარშა 5წთ)                   |                       | დაკონსერვებული | 88°                              |
| სპაგეტი რუხი                   | 61                    | ხილი           |                                  |
| (იხარშა 15წთ)                  |                       | გარგარი        | 59                               |
| სპაგეტი თეთრი                  | 61                    | ჩირი(კურაგა)   | 69                               |
| (იხარშება 15წთ)                |                       | დაკონსერვებული | 66                               |
| სპაგეტი გამდიდრებული<br>ცილით  | 38                    | ვამლი          | 67                               |
| მარცვლეული და<br>ბურღულეული    |                       | ბანანი         |                                  |
| სიმინდი                        | 100°                  | ჩირის კომპოტი  | 31                               |

|                   |      |                         |     |
|-------------------|------|-------------------------|-----|
| ქერი (უჩენჩო)     | 31   | ყურძენი                 | 138 |
| წინიბურა          | 74   | ფორთოხალი               | 126 |
| ფუტვი             | 103  | ატამი                   | 152 |
| ბრინჯი რუხი       | 81   | ატმის კომპოტი           | 89  |
| თეთრი ხხარმა 1წთ  | 65   | მსხალი                  |     |
| თეთრი ხხარმა 6წთ  | 121  | მსხლის კომპოტი          | 49  |
|                   |      |                         | 46  |
|                   |      |                         | 48* |
|                   |      |                         | 52  |
|                   |      |                         | 52  |
| თეთრი ხვეწილი     |      | ქლიავი                  |     |
| ხხარმა 5წთ        | 51   | ქიშმიში                 |     |
| ხხარმა 15წთ       | 69   | წვენები                 |     |
| ორთქლზე           | 54   | ვამლის                  |     |
| ხხარმა 25წთ       |      | ყურძნის                 |     |
| ორთქლზე           | 65   | ანანასის                |     |
| ქვავი             | 47   | ფორთოხლის               |     |
| ტკბილი სიმინდი    | 80   | შაქრები                 |     |
| ხორბალი           | 63   | ფრუქტოზა                |     |
| სიმინდის ფიფქი    | 115  | გლუკოზა                 |     |
| შვრიის ფიფქი      | 87   | თაფლი                   |     |
| ფესვბოლქვიანები   |      | მალტოზა                 |     |
| ქარხალი           | 88*  | საქაროზა                |     |
| სტაფილო           | 117* | რძე, რძის<br>პროდუქტები |     |
| კარტოფილი         |      | რძე                     |     |
| კანიტ გამომცხვარი | 118  | ნატურალური              |     |
| პიურე             | 100  | მოხდილი                 |     |
| ახალი, მოხარშული  | 80   | 2% ცხიმინანობით         |     |
| ტკბილი კარტოფილი  | 70   | იოგურტი                 |     |
|                   |      | ნაყინი                  |     |
|                   |      |                         |     |

გლიცემიური ინდექსი განსაზღვრავს შაქრის ათვისების სისწრაფეს გლიცემიური ინდექსი განისაზღვრება მოცემული ნახშირწყლის ან პროდუქტის უნარით გაზარდოს სისხლში შაქრის დონე \*-ით აღნიშნულია მნიშვნელობები, მიღებული გლუკოზის მაჩვენებლის გამრავლებით 1.52-ზე.

**ცხრილი 15.3.**

**ნახშირწყლების შემცველი საკვები პროდუქტები მაღალი გლიკემიური ინდექსით**

| <b>პროდუქტი</b>            | <b>ულუფის მოცულობა<br/>50გ ნახშირწყლის<br/>შემცველობით გ</b> | <b>ცხიმის შემცველობა<br/>ულუფაში, გ</b> |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| პური თეთრი                 | 201                                                          | 2                                       |
| პური ქვავის                | 104                                                          | 4                                       |
| ორცხობილა ტკბილი (პეჩენია) | 90                                                           | 29                                      |
| ბრინჯი                     | 196                                                          | 1                                       |
| სიმინდის ფიფქი             | 59                                                           | 1                                       |
| ხორბლის ფიფქი              | 74                                                           | 2                                       |
| ნახევრადტკბილი ბისკვიტი    | 76                                                           | 16                                      |
| მშრალი ორცხობილა (პეჩენია) | 66                                                           | 8                                       |
| შოკოლადის ფილა             | 75                                                           | 14                                      |
| კარტოფილი ნახევარფაბრიკატი | 310                                                          | 0.5                                     |
| კარტოფილი მოხარშული        | 254                                                          | კვალი                                   |
| კარტოფილი გამომცხვარი      | 200                                                          | კვალი                                   |
| ქიშმიში                    | 78                                                           | კვალი                                   |
| ბანანი                     | 260                                                          | კვალი                                   |
| გლუკოზა                    | 50                                                           | 0                                       |
| მალტოზა                    | 50                                                           | 0                                       |
| თაფლი                      | 67                                                           | 3                                       |
| საქაროზა                   | 50                                                           | 0                                       |
| მარცვლეულის სიროფი         | 63                                                           | 0                                       |
| საქაროზის 6%-იანი ხსნარი   | 833                                                          | 0                                       |
| მალტოდექსტრილი 20%-იანი    | 250                                                          | 0                                       |

**ცხრილი 15.4.**  
**ნახშირწყლების შემცველი საკვები პროდუქტები**  
**საშუალო გლიკემური ინდექსით**

| <b>პროდუქტი</b>    | <b>ულუფის მოცულობა<br/>50 გ ნახშირწყლის<br/>შემცველობით გ</b> | <b>ცხიმის შემცველობა<br/>ულუფაში</b> |
|--------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| სპაგეტი, მაკარონი  | 198                                                           | 1                                    |
| ლაფშა              | 370                                                           | 14                                   |
| ფაფა               |                                                               |                                      |
| ხორბლის            | 232                                                           | 13                                   |
| შერიის             | 69                                                            | 1                                    |
| ორცხობილა შერიის   | 79                                                            | 15                                   |
| კანფეტი            | 67                                                            | 11                                   |
| ბისკვიტი           | 93                                                            | 6                                    |
| კარტოფილი (ტყბილი) | 249                                                           | 1                                    |
| ბატატი             | 168                                                           | კვალი                                |
| ჩიფსი კარტოფილის   | 100                                                           | 40                                   |
| ყურძენი შავი       | 323                                                           | კვალი                                |
| ყურძენი თეთრი      | 210                                                           | კვალი                                |
| ფორთოხალი          | 420-600                                                       | კვალი                                |

**ცხრილი 15.5.**

**ნახშირწყლების შემცველი საკვები პროდუქტები დაბალი გლიკემური ინდექსით**

| <b>პროდუქტი</b>   | <b>უღუფის მოცულობა<br/>50გ ნახშირწყლის<br/>შემცველობით გ</b> | <b>ცხიმის შემცველობა<br/>უღუფაში გ</b> |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ვამლი             | 400                                                          | კვალი                                  |
| ვამლის პიურე      | 290                                                          |                                        |
| ალუბალი           | 420                                                          |                                        |
| ფინიკი მშრალი     | 78                                                           |                                        |
| ლელვი             | 526                                                          |                                        |
| ატამი             | 450-550                                                      |                                        |
| ქლიავი            | 400-500                                                      |                                        |
| ლობიო გამომცხვარი | 485                                                          | 2                                      |
| მწვანე ბარდა      | 305                                                          | 5                                      |
| წითელი ოსპი       | 294                                                          | 2                                      |
| ზღვის ცერცვი      | 238                                                          | 1                                      |
| <b>ფრუქტოზა</b>   | <b>50</b>                                                    | <b>0</b>                               |
| ნაყინი            | 202                                                          | 13                                     |
| რძე ნატურალური    | 1111                                                         | 40                                     |
| რძე მოხდილი       | 1000                                                         | 1                                      |
| იოგურტი           |                                                              |                                        |
| დაბალი ცხიმინობის | 800                                                          | 8                                      |
| იოგურტი ხილის     | 280                                                          | 3                                      |

**ცხრილი 16.**  
**დღე-ღამის განმავლობაში ყველა სახის ენერგოხარჯის**  
**ფაქტორული ანალიზი**

| აქტივობის ფორმა                               | ხანგრძლივობა (სთ) | ფიზიკური აქტივობის<br>კოეფიციენტი (ფაკ) | საშუალოდ მუწონილი ფაკ<br>(ფაკ X ღრო) | კილოკალორია /დღე-<br>ღამეში<br>(ღრო X ფაკ X 72,9 ) |
|-----------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|
| ძილი                                          | 8                 | 1,0                                     | 8                                    | 583                                                |
| სირბილი                                       | 0,5               | 6,6                                     | 3,3                                  | 241                                                |
| სიარული                                       | 1,0               | 3,4                                     | 3,4                                  | 248                                                |
| სწავლა                                        | 6,0               | 1,4                                     | 8,4                                  | 612                                                |
| ლაბორატორიული მუშაობა                         | 2                 | 1,5                                     | 3,0                                  | 219                                                |
| საოჯახო საქმიანობა                            | 1,5               | 2,7                                     | 4,05                                 | 295                                                |
| მეცადინეობა                                   | 3                 | 1,2                                     | 3,6                                  | 262                                                |
| დასვენება                                     | 2                 | 1,2                                     | 2,4                                  | 175                                                |
| ფიზიკური აქტივობა + მოსვენების<br>ენერგოხარჯი | 24                | 1,51                                    | 36,15                                | 2635                                               |
| საკვებისმიერი თერმოგენეზი (10%)               |                   |                                         |                                      | 263                                                |
| სულ                                           |                   |                                         |                                      | 2900                                               |

**ცხრილი 17.**

**FAO/WHO-ს მიერ მოწოდებული ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯის  
გამოსათვლელი ფორმულები.**

| ასაკი (წლები)               | მოსვენების/ძირითადი ცვლის ენერგოხარჯი კკალ/<br>დღე-ღამეში |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>ვაჟები და მამაკაცები</b> |                                                           |
| 0-3                         | 60,9Xწონა (კგ) - 54                                       |
| 3-10                        | 22,7Xწონა (კგ)+494                                        |
| 10-18                       | 17,5Xწონა (კგ)+651                                        |
| 18-30                       | 15,3Xწონა (კგ) + 679                                      |
| 30-60                       | 11,6Xწონა (კგ) + 879                                      |
| 60 წლის ზევით               | 13,5Xწონა (კგ) + 487                                      |
| <b>გოგონები / ქალები</b>    |                                                           |
| 0-3                         | 61Xწონა (კგ) - 51                                         |
| 3-10                        | 22,5Xწონა (კგ) + 499                                      |
| 10 -18                      | 12,2Xწონა (კგ) + 746                                      |
| 18 – 30                     | 14,7Xწონა (კგ) + 499                                      |
| 30 - 60                     | 8,7Xწონა (კგ) + 829                                       |
| 60 წლის ზევით               | 10,5Xწონა (კგ) + 596                                      |



**ცხრილი 17.1.**

**წყლის ორმაგი მონიშვნის მეთოდით მიღებული საერთო ენერგობარჯი**

| ასაკობრივი<br>ჯგუფი (წელი) | საშ. ასაკი | საერთო<br>ენერგობარჯი | ძირითადი ცვლა | ფიზიკური<br>აქტივობის<br>კოეფიციენტი |
|----------------------------|------------|-----------------------|---------------|--------------------------------------|
| <b>ქალები</b>              |            |                       |               |                                      |
| 1-6                        | 4,9        | 1316                  | 861           | 1,57                                 |
| 7-12                       | 9,2        | 1914                  | 1148          | 1,68                                 |
| 13-17                      | 14,8       | 2727                  | 1603          | 1,73                                 |
| 18-29                      | 24,4       | 2488                  | 1483          | 1,70                                 |
| 30-39                      | 33,8       | 2392                  | 1435          | 1,68                                 |
| 40-64                      | 51,6       | 2345                  | 1388          | 1,69                                 |
| 65-74                      | 69,1       | 2057                  | 1268          | 1,62                                 |
| 75+                        | 82,8       | 1459                  | 981           | 1,48                                 |
| <b>მამაკაცები</b>          |            |                       |               |                                      |
| 1-6                        | 4,7        | 1459                  | 909           | 1,64                                 |
| 7-12                       | 9,8        | 2345                  | 1364          | 1,74                                 |
| 13-17                      | 14,5       | 3373                  | 1938          | 1,75                                 |
| 18-29                      | 22,5       | 3301                  | 1794          | 1,85                                 |
| 30-39                      | 34,3       | 3421                  | 1962          | 1,77                                 |
| 40-64                      | 50,6       | 2751                  | 1675          | 1,64                                 |
| 65-74                      | 68,6       | 2637                  | 1651          | 1,61                                 |
| 75+                        | 80,8       | 2201                  | 1435          | 1,54                                 |

ცხრილი 18.

ვიტამინ A და β კაროტინის ძირითადი კვებითი წყარო  
(მგ. 100გ. პროდუქტში)

| პროდუქტი           | ვიტამინი A | β - კაროტინი | პროდუქტი      | ვიტამინი A | β - კაროტინი |
|--------------------|------------|--------------|---------------|------------|--------------|
| ღვინო              |            |              | სტაფილო       |            | 9.0          |
| საქონლის           | 8.2        | 0.1          | ოხრაბუში      |            | 5.7          |
| ღორის              | 3.45       |              | ისპანახი      |            | 4.5          |
| კვერცხი ქათმის     | 0.25       |              | მეაუნა        |            | 2.5          |
| კარაქი             |            |              | ნიახური       |            | 4.5          |
| ვოლოგდური          | 0.59       | 0.38         | ხახვი მწვანე  |            | 2            |
| მოყვარული          | 0.45       | 0.33         | წიწაკა წითელი |            |              |
| გლეხური            | 0.4        | 0.3          | ტყბილი        |            | 2            |
| ბუტერბროდის        | 0.4        | 0.28         | ტომატი        |            | 1.2          |
| არაჟანი            |            |              | სალათი        |            | 1.75         |
| 20%-იანი ცხიმოვანი | 0.15       |              | ასფურცელა     |            | 9            |
| 25%-იანი ცხიმოვანი | 0.17       | 0.06         | ქაფი          |            | 7.9          |
| ხაჭო ცხიმოვანი     | 0.1        | 0.08         | ასკილი        |            |              |
| ყველი              | 0.27       | 0.06         | მშრალი        |            | 2.6          |
|                    |            | 0.16         | ნედლი         |            | 4.9          |
|                    |            |              | გარგარი       |            | 1.6          |
|                    |            |              | კურაგა        | -          | 3.5          |

**ცხრილი 19.**

**ვიტამინ C ძირითადი კვებითი წყარო (მგ. 100გ. პროდუქტში)**

| პროდუქტი             | ვიტამინი C | პროდუქტი               | ვიტამინი C |
|----------------------|------------|------------------------|------------|
| ასკილი               |            | კარტოფილი              |            |
| მშრალი               | 1100       | ახალი                  | 20         |
| ნელლი                | 650        | აღებიდან 4 თვის შემდეგ | 15         |
| წიწკა                |            | აღებიდან 6 თვის შემდეგ | 10         |
| ტბილი წითელი         | 250        | ფორთოხალი              | 60         |
| ტბილი მწვანე         | 150        | გრეიფრუტი              | 45         |
| მოცხარი წითელი       | 200        | ლიმონი                 | 40         |
| ქაფი                 | 200        | მანდარინი              | 38         |
| ბოლოკი               | 25         | მარწყვი                | 60         |
| თაღამი               | 20         | ხურტმელი               | 30         |
| ოხრახუმი (ძირები)    | 35         | ჟოლო                   |            |
| ოხრახუმი მწვანე      | 150        | მიწამყვალა             |            |
| ქინძი                | 100        | მოცხარი                |            |
| კომბოსტო             | 45         | ჩვეულებრივი            |            |
| თავხვეულა            | 70         | წითელი                 |            |
| კომბოსტო ყვავილოვანი | 25         | ასფურცელა ბადის        |            |
| ტომატი               | 55         | კომბი                  |            |
| ისპანახი             | 43         | მინდი                  |            |
| მეუნა                |            |                        |            |

**ცხრილი 20.**

**ვიტამინ B1-ის ძირითადი კვებითი წყარო (მგ 100გ. პროდუქტში)**

| პროდუქტი  | ვიტამინი B1 | პროდუქტი     | ვიტამინი B1 |
|-----------|-------------|--------------|-------------|
| ბარდა     | 0.81        | პური         |             |
| ლობიო     | 0.5         | ხორბლის      | 0.23        |
| სოიო      | 0.94        | ქვავის       | 0.17        |
| ბურღული   |             | ქათო ხორბლის | 0.75        |
| წიწბურა   | 0.43        | ხორცი ღორის  | 0.52        |
| პერკელესი | 0.45        | საქონლის     |             |
| მურია     | 0.49        | ღვიძლი       | 0.3         |
| საფუარი   | 0.6         | თირკმელები   | 0.39        |
|           |             | გული         | 0.36        |

**ცხრილი 21.**

**ვიტამინ B2-ის ძირითადი წყარო (მგ 100გ. პროდუქტში)**

| პროდუქტი               | ვიტამინი B2 | პროდუქტი      | ვიტამინი B2 |
|------------------------|-------------|---------------|-------------|
| საფუარი                | 0.68        | ყველი         | 0.38        |
| ხორცი                  |             | ბარდა         | 0.15        |
| საქონლის    კატეგორიის | 0.18        | ლობიო         | 0.18        |
| ხბოს    კატეგორიის     | 0.24        | სოიო          | 0.22        |
| საქონლის               |             | წიწიბურა      | 0.2         |
| ღვიძლი                 | 2.19        | ასკილი        |             |
| თირკმული               | 1.8         | მშრალი        | 0.65        |
| გული                   | 0.75        | ნედლი         | 0.33        |
| ენა                    | 0.34        | ისპანახი      | 0.35        |
| ქათამი, წიწილა         | 0.15        | მწვანე ბარდა  | 0.19        |
| კვრცხი ქათმის          | 0.44        | კომბოსტო      | 0.2         |
| რძე                    | 0.15        | ძეხვი საექიმო | 0.15        |
| მაწონი                 | 0.17        | თევზი         | 0.16        |
| ხაჭო                   |             |               |             |
| გზიმინი                | 0.3         |               |             |
| ნახევრადგზიმინი        | 0.27        |               |             |
| უცხიმო                 | 0.25        |               |             |

**ცხრილი 22.**  
**ბოსტნეულის და ხილის კვებითი ღირებულება**

| ბოსტნეულის და ხილის დასახელება | პროდუქტის საკვებად ვარგის 100 გრამში |                |                             |                  |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|------------------|
|                                | ვიტამინი ც, მგ                       | ბ-კაროტინი, მგ | ფოლის მჟავა (ფოლიცინა), მკგ | საკვები ბოჩკო, გ |
| <b>ბოსტნეული</b>               |                                      |                |                             |                  |
| წიწკა წითელი ტყბილი            | 250                                  | 2,0            | 17                          | 1,9              |
| წიწკა მწვანე ტყბილი            | 150                                  | 1,0            | 10                          | 1,9              |
| ოხრახუმი (მწვანელი)            | 150                                  | 5,7            | 110                         | 1,5              |
| კომბოსტო ბრიუსელის             | 120                                  | 0,3            | 31                          | 1,0              |
| კაბა                           | 100                                  | 1,0            | 27                          | 3,5              |
| ღანძილი                        | 100                                  | 4,2            | 40                          | 1,0              |
| კომბოსტო ყვავილოვანი           | 70                                   | 0,02           | 23                          | 1,8              |
| კომბოსტო წითელი                | 60                                   | 0,1            | 17                          | 1,3              |
| ისპანახი                       | 55                                   | 2,5            | 80                          | 0,5              |
| კომბოსტო კოლრაბი               | 50                                   | 0,1            | 18                          | 1,7              |
| კომბოსტო თეთრთავიანი           | 45                                   | 0,02           | 10                          | 2,1              |
| ნიახური                        | 38                                   | 4,5            | 21                          | 1,0              |
| ხახვი მწვანე                   | 30                                   | 2,0            | 18                          | 0,9              |
| ბარდა მწვანე                   | 25                                   | 0,4            | 20                          | 1,0              |
| პომიდორი მიწის                 | 25                                   | 1,2            | 11                          | 1,2              |
| ბოლოკი                         | 20                                   | 0,01-0,05      | 6                           | 1,5              |
| პომიდორი სათბურის              | 20                                   | 0,5            |                             | 1,2              |
| კარტოფილი                      | 20                                   | 0,02           | 8                           | 1,8              |
| სალათი                         | 15                                   | 1,75           | 48                          | 0,8              |
| სტაფილო წითელი                 | 10                                   | 9,0            | 9                           | 2,1              |
| კიტრი მიწის                    | 10                                   | 0,06           | 4                           | 12               |
| სტაფილო ყვითელი                | 5                                    | 1,1            |                             | 0,8              |
| ხილი და კენკრა                 |                                      |                |                             |                  |
| ასკილი მშრალი                  | 1100                                 | 4,9            | -                           | 8,6              |
| მოცხარი შავი                   | 200                                  | 0,1            | 5                           | 4,2              |
| მოცხარი წითელი                 | 25                                   | 0,2            | 3                           | 2,5              |
| ქაფვი                          | 200                                  | 1,5            | 9                           | 5,2              |
| ცირცელი ბალის                  | 70                                   | 9,0            | -                           | 3,2              |
| მარწყვი ბალის                  | 60                                   | 0,03           | 10,0                        | 2,12             |
| ფორთოხალი                      | 60                                   | 0,05           | 5                           | 2,2              |
| ვამლი ზამთრის                  | 16                                   | 0,03           | 2                           | 2,0              |
| ყურძენი                        | 6                                    | 0,00           | 4                           | 1,8              |
| ალუბალი                        | 10                                   | 0,1            | 6                           | 1,24             |

**ცხრილი 23.**

**საკვები ნივთიერების მარაგები ადამიანის ორგანიზმში**

| საკვები ნივთიერებები    | მარაგების განლევის დრო | საკვები ნივთიერებები | მარაგების განლევის დრო             |
|-------------------------|------------------------|----------------------|------------------------------------|
| ამინომჟავები            | რამდენიმე საათი        | ვიტამინი კ3          | 60-180 დღე                         |
| ნახშირწყლები            | 13 სთ                  | ვიტამინი ბ2          | 60-180 დღე                         |
| ნატრიუმი                | 2-3 დღე                | ვიტამინი ა           | 90-365 დღე                         |
| წყალი                   | 4 დღე                  | რკინა                | 125 დღე (ქალებში) 750 დღე (კაცები) |
| ვიტამინი B <sub>1</sub> | 30-50 დღე              | იოდი                 | 1000 დღე                           |
| ვიტამინი C              | 50-120 დღე             | კალციუმი             | 2500 დღე                           |

**ცხრილი 24.**

**კალციუმის შემცველი ძირითადი პროდუქტები (მგ 100გ პროდუქტში)**

| პროდუქტი         | კალციუმი | პროდუქტი     | კალციუმი |
|------------------|----------|--------------|----------|
| ყველი            | 1000     | შვრია        | 64       |
| ხაჭო             |          | ჰერკულესი    | 52       |
| ციხიანი          | 150      | მწვანე ხახვი | 100      |
| ნახევრად ციხიანი | 164      | ობრაბუში     | 245      |
| უცხიმო           | 120      | ქინძი        | 223      |
| რძე, მაწონი      | 120      | ისპანახი     | 106      |
| ბარდა            | 115      | კარხალი      | 77       |
| ლობიო            | 152      | ლობიო პარკი  | 65       |
| სოიო             | 348      | ხურმა        | 127      |

**ცხრილი 25.**

**ფოსფორის შემცველი ძირითადი პროდუქტები (მგ 100გ პროდუქტში)**

| პროდუქტი               | ფოსფორი | პროდუქტი         | ფოსფორი |
|------------------------|---------|------------------|---------|
| თევზი                  | 210     | ბარდა            | 329     |
| ხორცი                  |         | ლობიო            | 480     |
| საქონლის    კატეგორიის | 200     | სოიო             | 603     |
| ხბოს    კატეგორიის     | 213     | წიწიბურა         | 298     |
| ღორის რბილობი          | 164     | ქვავი            | 349     |
| საქონლის               |         | პერკელესი        | 328     |
| ღვიძლი                 | 314     | უჩენჩო ქერი      | 323     |
| თირკმელი               | 239     | ფეტვი            | 233     |
| ტვინი                  | 321     | ბრინჯი           | 150     |
| ენა                    | 224     | პური             |         |
| გული                   | 210     | ქვავის           | 130     |
| ღორის ღვიძლი           | 347     | ხორბლის          | 135     |
| ძეხვი საექიმო          | 178     | რძე              | 90      |
| სოსისი                 | 1159    | მაწონი           | 95      |
| სარდელი საქონლის       | 139     | ხაჭო             |         |
| ქათამი                 | 165     | ცხიმიანი         | 216     |
| წიწილა                 | 160     | ნახევრადცხიმიანი | 220     |
| კვერცხი ქათმის         | 192     | უცხიმო           | 189     |
|                        |         | ყველი            | 560     |

**ცხრილი 26.**

**კალიუმის შემცველი ძირითადი პროდუქტები (მგ 100გ პროდუქტში)**

| პროდუქტი     | კალიუმი | პროდუქტი  | კალიუმი |
|--------------|---------|-----------|---------|
| კურაგა       | 2043    | კარტოფილი | 568     |
| ჩირი         |         | ისპანახი  | 774     |
| მაკი ქლიავის | 867     | მეუნა     | 500     |
| მსხლის       | 872     | ბარდა     | 873     |
| ვაშლის       | 580     | ლობიო     | 1100    |
| ქიშმიში      | 860     | სოიო      | 1607    |

**ცხრილი 27.**

**რკინის შემცველი ძირითადი პროდუქტები (მგ 100გ პროდუქტში)**

| პროდუქტი                    | რკინა | პროდუქტი | რკინა |
|-----------------------------|-------|----------|-------|
| ბარდა                       | 6.8   | ისპანახი | 3.5   |
| ლობიო                       | 5.9   | კომში    | 3     |
| სოიო                        | 15    | მსხალი   | 2.3   |
| წიწიბურა                    | 6.7   | ლუდვი    | 4.1   |
| შვრია                       | 3.9   | ხურმა    | 2.5   |
| ხორცი საქონლის, ხბოს ღვიძლი | 3     | ვამლი    | 2.2   |
| საქონლის                    |       | მოცვი    | 7     |
| ღორის                       | 6.9   | ასკილი   |       |
| თირკმელი                    | 20.2  | ნედლი    | 11.5  |
| საქონლის                    |       | მშრალი   | 25    |
| ღორის                       | 6     | კურაგა   | 3.2   |
| საქონლის                    | 7.5   | ჩირი     |       |
| გული                        |       | ქლიავის  | 3     |
| ენა                         | 4.8   | ვამლის   | 6     |
| პური                        | 4.1   | ქიმშიში  | 3     |
| ჭვავის                      |       |          |       |
| ხორბლის                     | 3.9   |          |       |
|                             | 4.2   |          |       |

**ცხრილი 28.**

**მაგნიუმის შემცველი ძირითადი პროდუქტები (მგ 100გ პროდუქტში)**

| პროდუქტი   | მაგნიუმი | პროდუქტი     | მაგნიუმი |
|------------|----------|--------------|----------|
| პური       |          | ქინძი        | 70       |
| ჭვავის     | 49       | სალათი       | 40       |
| ხორბლის    | 65       | ისპანახი     | 82       |
| წიწიბურა   | 200      | მჭაუნა       | 85       |
| ჭვავი      | 116      | საზამთრო     | 224      |
| პერკულესი  | 129      | ხურმა        | 56       |
| უჩენო ქერი | 83       | ბანანი       | 42       |
| ბარდა      | 107      | კურაგა       | 105      |
| ლობიო      | 103      | ქიმშიში      | 42       |
| სოიო       | 226      | ქლიავის ჩირი | 102      |
| ოხრაზუმი   | 85       | მსხლის ჩირი  | 92       |



**ცხრილი 29.**

**წყლისა და ელექტროლიტების რაოდენობა, რომელიც ყოველდღიურად  
ხვდება და აბსორბირდება მსხვილ ნაწლავში.**

|                                    | ნაწლავში გადასული<br>რაოდენობა | აბსორბირებული | ექსკრეტირებული |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------|----------------|
| წყალი (მლ)                         | 1500                           | 1400          | 100            |
| Na <sup>+</sup> მმოლ               | 210                            | 206           | 4              |
| K <sup>+</sup> მმოლ                | 9                              | -             | 9              |
| Cl <sup>-</sup>                    | 105                            | 103           | 2              |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> მმოლ | 75                             | -             | -              |

**სხრილი 30.**  
**ბალანსირებული კვების ფორმულა**

| საკვები ნივთიერება                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | დღიური მოთხოვნილება                                                                                                                     | საკვები ნივთიერება                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | დღიური მოთხოვნილება                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| წყალი გ<br>მათ შორის;<br>სასმელი (წყალი, ჩაი, ყავა და სხვა)<br>კერძები საკვებ პროდუქტში                                                                                                                                                                                                                                                    | 175-2200<br><br>800-1000<br>250-500<br>700-800                                                                                          | ორგანული მჟავები გ<br>(ლიმონმჟავა, რძემჟავა და სხვა)<br>ბალასტური ნივთიერება გ<br>(უჯრედისი, პექტინი)                                                                                                                                                                                                                                                 | 2<br><br><br>25                                                                                                                                                                                                                           |
| ცილები გ<br>მათ შორის ცხოველური<br><br>შეუცვლელი ამინომჟავები გ<br>ტრიპტოფანი<br>ლეიცილი<br>იზოლეიცილი<br>ვალინი<br>ტრეონინი<br>ლიზინი<br>მეთიონინი<br>ფენილალანინი<br><br>შენაცვლადი ამინომჟავები გ<br>ჰისტიდინი<br>არგინინი<br>ცისტინი<br>თიროზინი<br>ალანინი<br>სერინი<br>გლუტამინის მჟავა<br>ასპარაგინის მჟავა<br>პროლინი<br>გლიკოკოლი | 80-100<br>50<br><br>1<br>4-6<br>3-4<br>3-4<br>2-3<br>3-5<br>2-4<br>2-4<br><br>1.5-2<br>5-6<br>2-3<br>3-4<br>3<br>3<br>16<br>6<br>5<br>3 | მინერალური ნივთიერებები მგ<br>კალციუმი<br>ფოსფორი<br>ნატრიუმი<br>კალიუმი<br>ქლორიდები<br>მაგნიუმი<br>რკინა<br>თუთია<br>მარგანეცი<br>ქრომი<br>სპილენძი<br>კობალტი<br>მოლიბდენი<br>სელენი<br>ფტორიდები<br>იოდინი<br><br>ვიტამინები მგ<br>ვიტამინი ჩ<br>თიამინი B1<br>რიბოფლავინი B2<br>ნიაცინი PP<br>პანტოტენის მჟავა B3<br>ვიტამინი B6<br>ვიტამინი B12 | 800-1000<br>1000-1500<br>4000-6000<br>2500-5000<br>5000-7000<br>300-500<br>15<br>10-15<br>5-10<br>0.20-0.25<br>2<br>0.1-0.2<br>0.5<br>0.5<br>0.5-1.0<br>0.1-0.2<br><br>50-70<br>1.5-2.0<br>2.0-2.5<br>15-25<br>5-10<br>2-3<br>0.002-0.005 |
| ნახშირწყლები გ<br>მათ შორის:<br>სახამებელი შონო და<br>დისქარიდი                                                                                                                                                                                                                                                                            | 400-500<br><br>400-450<br>50-100                                                                                                        | ბიოტინი<br>ქოლინი<br>რუტინი<br>ფოლატინი<br>ვიტამინი D                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.15-0.3<br>500-1000<br>25<br>0.2-0.4<br>0.0025-0.01                                                                                                                                                                                      |
| ციხები გ<br>მათ შორის :<br>მცენარეული შეუცვლელი<br>პოლიუჯარი ციხიშონი<br>მჟავებები, ქოლესტეროლი,<br>ფოსფოლიპიდები                                                                                                                                                                                                                          | 80-100<br><br>20-25<br>2-6<br>0.3-0.5<br>5                                                                                              | ვიტამინი A<br>ვიტამინი E<br>ვიტამინი K<br>ლიპოლის მჟავა<br>ინოზიტი გ<br>კაროტინოიდები<br>ენერგეტიკული<br>ღირებულება                                                                                                                                                                                                                                   | 1.5-2.5<br>10-20<br>0.2-3.0<br>0.5<br>0.5-1.0<br>3.0-5.0<br>2850 კკალ<br>11900 კკოლი                                                                                                                                                      |

**მხრილი 30.1**

**საკვები პროდუქტების შემადგენლობა და ენერგეტიკული ღირებულება  
(კალორიულობა)**

| პროდუქტი                 | ცილა | ცხი  | ნახშირწყალი | კალორიულობა<br>(კკლ) |
|--------------------------|------|------|-------------|----------------------|
| შავი პური                | 5.9  | 1,1  | 43,3        | 199                  |
| თეთრი პური               | 7,6  | 0,6  | 52,3        | 233                  |
| სიმინდი                  | 10,3 | 4,9  | 67,5        | 338                  |
| კარტოფილი გაუფუძენელი    | 2    | 0,1  | 19,7        | 83                   |
| თეთრი ორცხოხილა          | 8.06 | 10,6 | 71,3        | 397                  |
| ხორბლის ფქვილი (IIხარის) | 11,7 | 1,8  | 70,8        | 328                  |
| ხორბლის ფქვილი (Iხარის)  | 10.6 | 1,3  | 73,2        | 329                  |
| სიმინდის ფქვილი          | 7,2  | 1,5  | 75,8        | 327                  |
| კარტოფილის ფქვილი        | 0.72 |      |             |                      |
| ქვავის ფქვილი            | 8.7  | 1,7  | 73          | 325                  |
| მაკარონი, ვერმიშელი      | 10,4 | 0,9  | 75,2        | 332                  |
| ფეტვი                    | 11,2 | 3,8  | 60,7        | 311                  |
| ბრინჯი                   | 7,3  | 2,0  | 63,1        | 290                  |
| ღომი                     | 8.9  |      |             |                      |
| წიწიბურა                 | 11,6 | 2,3  | 59,5        | 307                  |
| ქერი                     | 10,1 | 4,7  | 57,8        | 320                  |
| შვრია                    | 11,9 | 5,8  | 65,4        | 357                  |
| თავნაფევი ბურღული        | 8.01 |      |             |                      |
| ლობიო                    | 22,3 | 1,7  | 54,5        | 309                  |
| შაქარი (ფხვნილი)         | -    | -    | 99,8        | 374                  |
| თაფლი                    | 0.8  |      | 74,8        | 367                  |
| მურაბა                   | 0,6  | -    | 65,3        | 252                  |
| შოკოლადი შავი            | 5,4  | 35,3 | 47,2        | 540                  |
| კაკაოს ფხვნილი           | 13,5 | 54,0 | 2           | 308                  |
| ძროხის რძე               | 2.8  | 3.2  | 4.7         | 58                   |
| მანონი                   | 2.96 | 6,0  | 4,0         | 83                   |

|                            |       |       |     |       |
|----------------------------|-------|-------|-----|-------|
| ბაჟო (უცხიმო)              | 18.6  | 0.6   | 1.2 | 87    |
| ბაჟო ცხიმოვანი             | 14.52 | 17.1  | 2.0 | 227.0 |
| ყველი                      | 23,4  | 30,0  |     | 371   |
| ყველი ნახევრად ცხიმოვანი   | 26,0  | 16,7  |     | 262   |
| ყველი ცხიმოვანი            | 20,0  | 30,3  |     | 363   |
| ყველი ჰოლანდიური           | 26,8  | 27,3  |     | 361   |
| ნაღები 20%-იანი            | 2.8   | 20    | 3.6 | 205   |
| არაქანი 30%-იანი           | 2.6   | 30    | 2.8 | 293   |
| კარაქი                     | 0.98  | 82,5  | 0,6 | 748   |
| ერბო                       | 0,3   | 98,0  | 0,6 | 887   |
| ზეთი                       |       | 99,9  | -   | 899   |
| მარგარინი                  | 0.5   | 82,0  | 1,2 | 745   |
| ღორის ქონი (გამდნარი)      | 0.3   |       |     |       |
| კვერცხი ქათმის             | 12.7  | 11,5  | 0,7 | 157   |
| ძეხვი მოხარბული            | 13.44 | 22,8  |     | 260   |
| ძეხვი ნახევრად დამამზული   | 23.7  | 17,4  | 2,7 | 259   |
| ძეხვი მაგრად დამამზული     | 27,7  | 42,4  | -   | 492   |
| ძეხვი ჯიგრის               | 9.56  |       |     |       |
| სოსისი (ძროხის )           | 12,3  | 25,3  |     | 277   |
| სოსისი (ღორის)             | 11,8  | 30,8  | -   | 324   |
| ცხვრის ხორცი               | 16.3  | 15.3  | -   | 203   |
| ღორის ხორცი სამ. სიმსუქნის | 14.6  | 33    | -   | 355   |
| ქათამი                     | 18.2  | 18.4  | 0.7 | 241   |
| კალმახი                    | 17.1  | III   |     | III   |
| ქანარი                     | 18.07 | 3.27  |     | 102.0 |
| ორაგული                    | 15.4  | III   | -   | III   |
| ქაშაყი                     | 17.1  | 11.1  |     | 176.3 |
| ქაშაყი დამარილებული        | 16.59 | III   |     | III   |
| ვირთეჭა                    | 16.63 | 0.23  | -   | 70.52 |
| ზეთი                       | 16.5  | 7.2   | -   | 155.4 |
| წითელი ხიზილალა            | 28.7  | 12.0  | -   | 230.0 |
| მავი ხიზილალა              | 23.2  | 15.82 | -   | 250.5 |
| კომბოსტო                   | 1.8   | -     | 5.4 | 28    |

|                            |           |         |           |         |
|----------------------------|-----------|---------|-----------|---------|
| ისპანახი                   | 2.9       |         | 2.3       | 21      |
| ბადრიჯანი                  | 0.6       | 0.1     | 5.5       | 24      |
| გოგრა                      | 1.0       |         | 6.5       | 29      |
| პომიდორი                   | 0.6       |         | 4.2       | 19      |
| კიტრი                      | 0.8       | -       | 3.0       | 15      |
| ხახვი (ბოლქვი)             | 1.7       | -       | 9.5       | 43      |
| ბოლოკი                     | 1.2       |         | 4.1       | 20      |
| სტაფილო                    | 1.3       | 0.1     | 7         | 33      |
| ჭარხალი                    | 1.7       |         | 10.8      | 48      |
| სალათა                     | 1.5       | -       | 2.2       | 14      |
| სოკო (სხვადასხვა)          | 0.9-3.3   | 0.3-0.7 | 1.1-3.7   | 17-31   |
| სოკო გამხმარი (სხვადასხვა) | 24.0-27.4 | 4.9-9.3 | 10.0-37.2 | 209-319 |
| ლობიო მწვანე               | 4.0       | 0.2     | 4.3       | 32      |
| ლობიო ხმელი                | 22.2      | 1.7     | 54.5      | 309     |
| კომბი                      | 0.6       |         | 8.9       | 38      |
| გარგარი                    | 0.9       |         | 10.5      | 46      |
| ვამლი                      | 0.4       | -       | 11.3      | 46      |
| მსხალი                     | 0.4       |         | 10.7      | 42      |
| ბალი                       | 1.1       |         | 12.3      | 52      |
| ატამი                      | 0.9       | -       | 10.4      | 44      |
| ქლიავი                     | 0.8       | -       | 9.9       | 43      |
| ალუბალი                    | 0.8       |         | 11.3      | 49      |
| მარწყვი                    | 1.8       |         | 8.1       | 41      |
| საზამთრო                   | 0.7       |         | 9.2       | 38      |
| ნესვი                      | 0.6       |         | 9.6       | 39      |
| გოგრა                      | 1.0       |         | 6.5       | 29      |
| მანდარინი                  | 0.8       |         | 8.6       | 38      |
| ფორთოხალი                  | 0.9       |         | 8.4       | 38      |
| ლიმონი                     | 0.9       | -       | 3.6       | 31      |
| გეიფრუტი                   | 0.9       |         | 7.3       | 35      |
| ხურმა                      | 0.5       | -       | 15.9      | 62      |
| თუთა                       | 1.4       | -       | 10.59     | 53      |
| ბროწეული                   | 0.9       | -       | 11.8      | 52      |

|              |      |      |       |       |
|--------------|------|------|-------|-------|
| ლეღვი        | 0.7  | -    | 13.9  | 56    |
| ყურძენი      | 0.4  | -    | 17.5  | 69    |
| ქიშმიში      | 1.76 | 0.5  | 62.69 | 268.7 |
| ფინიკის ჩირი | 1.3  | 0.5  | 64.9  | 275.0 |
| თხილი        | 16.1 | 66.9 | 9.9   | 631   |
| ნიგოზი       | 25.2 | 53.6 | 12.6  | 645   |

# ლიტერატურა

1. ბერიძე ქ. კახაბრიშვილი ზ. (2013) სპორტული პრომისუნარიანობის აღდგენის საფუძვლები.
2. ვაშაყმაძე ნ. (2015) გაიდლაინების მიმოხილვა. საქართველოს ენდოკრინოლოგიისა და მეტაბოლიზმის ასოციაცია.
3. კრიტიკული დაავადებების მქონე მოზრდილ პაციენტებში ნუტრიციული დახმარების შეფასება და უზრუნველყოფა (2021) გაიდლაინი.
4. მალაზონია მ. (2019) ნუტრიციული სტატუსის შეფასება ქართული პოპულაციის ჯანმრთელ ხანდაზმულ პირებში. ავტორეფერატი. თ.
5. Brouns, F., bjoerck, I., Frayn, K.N. et al. (2005). Glycaemic index methodology. Nutr Res Rev. 18, 145-171.
6. Crapo, P.A., Reaven, G., Olefsky, J. (1976). Plasma glucose and insulin responses to orally administered simple and complex carbohydrates. Diabetes 25: 741-747.
7. Cummings, J.H. and engineer, A. (2018). Denis Burkitt and the origins of the dietary fibre hypothesis. Nutr. Res. Rev. 31: 1-15.
8. European Food Safety Authority. (2010). Scientific opinion on dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre by EFSA panel on dietetic products, nutrition, and allergies (NDA). Parma, Italy: european Food Safety Authority (EFSA).
9. Joint FAO/WHO Food standards Program, secretariat of the CODEX Alimentarius Commision (2010). CODEX Alimentarius (CODEX) Guidelines on Nutrition labeling CAC/GL 2-1985 as last Amended 2010. Rome: FAO.
10. Lands, W.E.M. (2001). Impact of daily food choises on health promotion and disease prevention. In: hamazal H, Okuyama H, eds. Fatty

**Acids and lipids: New findings. Basel, karger. 1-5.**

**11. Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Herrmann, S.D. et al. (2011). Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. Medicine and Science in Sports and Exercise. 43(8):1575—1581.**

**12. College of Sports Medicine. (2017). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 10e, Philadelphia, USA.**

**13. Biddle, S.J.H., Brehm, W., Verheijden, M. et al. (2012). Population physical activity behaviour change: A review for the European College of Sport Science. European Journal of Sport Science, 12(4):367—383.**

**14. Buttriss, J.L., Welch, A.A., Kearney, J.M. & Lanham-New, S.A. (Eds.) (2019). Introduction to Human Nutrition, 3rd Edition. Wiley-Blackwell, Chichester. The Nutrition Society.**

**15. Cooper, A.R., Goodman, A., Page, A.S. et al. (2015). Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: the International children's accelerometry database (ICAD). The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 12:113.**

**16. Cordain, L., Gotshall, R.W., Eaton, S.B. et al. (1988). Physical activity, energy expenditure and fitness: an evolutionary perspective. International Journal of Sports Medicine, 19(5):328**

**17. Department of Health. (2011). Start Active, Stay Active: A report on physical activity from the four home countries' Chief Medical Officers. <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/>**

**18. Department of Health and Human Services. (2018). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report [https://health.gov/paguidelines/second-edition/report/pdf/PAG\\_Advisory\\_Committee\\_Report.pdf](https://health.gov/paguidelines/second-edition/report/pdf/PAG_Advisory_Committee_Report.pdf) [Last accessed on 01/08/18].**

**19. Allal, P.C., Andersen, L.B., Bull, F.C. et al. (2012). Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012) Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. Lancet. 380(9838):247-257.**

**20. Helmrigh, S.P., Ragland, D.R., Leung, R.W. et al. (1991). Physical**



activity and reduced occurrence of non-insulindependent diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine*, 325(3);14

21. Henriksen, A., Haugen Mikalsen, M., Woldaregay, A.Z. et al. (2018). Using fitness trackers and smartwatches to measure physical activity in research: analysis of consumer wrist-worn wearables. *Journal of Medical Internet Research*, 20(3):e110.

22. Inchley, J., Currie, D., Young, T. et al. (Eds.) (2016). Growing up unequal: gender and socioeconomic differences in young people's health and well-being. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: international report from the 2013/2014 survey. Health Policy for Children and Adolescents, No. 7. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

23. Pettee Gabriel, K.K., Morrow, J.R. Jr., and Woolsey, A-L (2012). Frame work for physical activity as a com\* multidimensional behavior. *Journal of Physical Act' and Health*. 9(Suppl I—S18.

24. Sylvia, L.G., Bernstein, E.E., Hubbard, J.L. et al. (2014b Practical guide to measuring physical activity. *Jcum the Academy ofNutrition and Dietetics*,

25. World Health Organisation. (2010). Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization. Available at: <http://www.wbodietphysicalactivity/publications/978924159993>; [Last accessed 01/08/18].

26. World Health Organisation. (2018). Global action physical activity 2018-2030: more active people for healthier world. Geneva: World Health Organization Available at: <http://www.who.int/ncds/preventiozjphysical-activity/global-action-plan-2018-203&fa> [Last accessed 01/08/18].

27. Burto, N.J., Ziolkovska, A., Hooper, L et al. (2013). Effect of lower sodium intake on health: systematic review and meta analyses. *BMJ*. 346: f1326

28. Beal, T., Massiot, E., Arsenault, J.E. et al. (2017). Global trends in dietary micronutrient supplies and estimated prevalence of inadequate intakes. *PLOS ONE*. 12(4), eol 75554.

29. Bjorklund, G. (2015). Selenium as an antidote in the treatment of mercury intoxication. *Biometals* 28, 605-614.
30. Bost M, Houdart S, Oberli M et al. (2016). Dietary copper and human health: Current evidence and unresolved issues. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 35, 107-115.
31. Danzeisen, R., Araya, M., Harrison, B. et al. (2007). How reliable and robust are current biomarkers for copper status? *British Journal of Nutrition*. 98, 676—683.
32. Day, K., Adamski, M.M., Dordevic, A.L. et al. (2015). Genetic variations as modifying factors to dietary zinc requirements — A systematic review. *Nutrients*. 9, 148; doi:10.3390/nu9020148
33. Dhar, S.K. and St. Clair, D.K. (2012). Manganese superoxide dismutase regulation and cancer. *Free Radical Biology and Medicine*. 52, 2209-2222.
34. European Food Safety Authority (2006). Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. European Food Safety Authority, Parma, Italy. [http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa\\_rep/blobserver\\_assets/ndatolerableuil.pdf](http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableuil.pdf).
35. Hallberg, L., Sandstrom, B., Aggett, P.J. (1993). Iron, Zinc, and Other Trace Elements. In: (Eds) J.S. Garrow, W.P.T.
36. V James, and A. Ralph. *Human Nutrition and Dietetics*, 9e. London: Churchill Livingstone.
37. Harding, K.B., Pena-Rosas, J.P., Webster, A.C. et al. (2017). Iodine supplementation for women during the preconception, pregnancy and postpartum period (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*. (3). DOI: 10.1002/14651858.cd011761.pub2
38. Institute of Medicine (USA). (2001). *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. Washington, DC: National Academy Press.
39. Institute of Medicine. (2011). *Dietary reference intakes for calcium*

and vitamin D. Washington, DC: National Academy Press.

40. FAO (2014). Research approaches and methods for evaluating the protein quality of human foods: report of a FAO Expert Working Group. Rome: FAO.

41. Millward, D.J. (2003). An adaptive metabolic demand model for protein and amino acid requirements. *British Journal of Nutrition* 90:249-260

42. Millward, D.J. (2012). Identifying recommended dietary allowances for protein and amino acids: a critique of the 2007 WHO report. *British Journal of Nutrition* 108(Supp1. 2): S3-S21 doi: 10.1017/S0007114512002450. PubMed PMID: 23107542.

43. WHO (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a joint WHO/FAO/UNU expert consultation. WHO Tech Rep Ser 935 Geneva: WHO.

44. Greenfield, H. and Southgate, D.A.T. (2003). Food Composition Data. Production, Management and Use. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Ireland, Van Erp-Baart, A.M.J., Charrondière, U.R. et al. (2002).

45. Voet, Donald; Voet, Judith G. (2004). Biochemistry. Volume one. Biomolecules, mechanisms of enzyme action, and metabolism, 3rd edition, pp. 663–664. New York: John Wiley & Sons. ISBN 0-471-25090-2.

46. Chao Yuan, Justin Kosewick, Xiang He, Marta Kozak and Sihe Wang (2011). Sensitive measurement of serum 1 $\alpha$ ,25-dihydroxyvitamin D by liquid chromatography/tandem mass spectrometry after removing interference with immunoaffinity extraction. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 2011, 25, 1241–1249

47. Foo L.H., Zhang Q., Zhu K., Ma G., Hu X., Greenfield H., Fraser D.R. Low vitamin D status has an adverse influence on bone mass, turnover, and muscle strength in adolescent female girls. *J. Nutr.* 2009;139:1002–1007. doi: 10.3945/jn.108.102053