

დ. გაბუნია, თ. ნამორაძე

აღმნიანი და ცხოველთა ფიზიოლოგია

გამომცემლობა „განათლება“
თბილისი — 1980

591.4+5A22

ББК 28.903

IDK 591.1+612 გ 135

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია ორგანოთა სისტემების ფიზიოლოგია, ნივთიერებათა და ენერჯის ცელა, კანის ფიზიოლოგია და შრომის ფიზიოლოგიის საფუძვლები; მასში მოცემულია აგრეთვე ორგანოთა სისტემების ფუნქციათა ევოლუცია და ასაკობრივი ფიზიოლოგიის ძირითადი საკითხები.

სახელმძღვანელო შედგენილია პროგრამის შესაბამისად და განკუთვნილია პედაგოგიური ინსტიტუტის სტუდენტებისათვის.

რეცენზენტები: მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. რ. ჩუბინიძე
ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, ბ. თევზაძე
ნაშრომი რეკომენდებულია გორის ნ. ბარათაშვილის სახელობის სახელმწიფო
პედაგოგიური ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს მიერ.

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

ფიზიოლოგიის საგანი და კვლევის მეთოდები

ფიზიოლოგია ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დარგს ეკუთვნის. იგი სწავლობს, როგორც მთლიან ორგანიზმში, ისე მის ორგანოებში, ქსოვილებსა და უჯრედებში მიმდინარე სასიცოცხლო ფუნქციებს, ე. ი. ცხოველმოქმედების პროცესებს.

ფიზიოლოგიის თეორიული ამოცანაა იმ კანონზომიერებათა შესწავლა, რომლის მიხედვითაც მიმდინარეობს უჯრედებისა და ქსოვილების სასიცოცხლო პროცესები, შემდეგ იმ კანონზომიერებათა დადგენა, რომელთა მიხედვითაც წარმოებს ორგანოთა მოქმედება და მათ შორის ურთიერთმოქმედება; და ბოლოს, ფიზიოლოგიის ამოცანაა ორგანიზმის სასიცოცხლო ფუნქციების ფილოგენეზური და ონტოგენეზური განვითარების შესწავლა.

ფიზიოლოგიას გარდა თეორიული ამოცანებისა, რიგი პრაქტიკული ამოცანები აქვს, როგორცაა: ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვა, კვებისა და შრომის ჰიგიენის ფიზიოლოგიური საფუძვლების დამუშავება, ფიზკულტურისა და ფიზიკური აღზრდის ფიზიოლოგიურ საფუძვლებზე დამყარება, ბრძოლა გამონაშთებთან და მავნე ზნე-ჩვეულებებთან. ცხადია, ყველა ამ პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტა შეუძლებელია ფიზიოლოგიის ღრმად შესწავლის გარეშე. ფიზიოლოგია იყოფა ცალკეულ დისციპლინებად, როგორცაა: ზოგადი, შედარებითი და სპეციალური ანუ კერძო ფიზიოლოგია.

ზოგადი ფიზიოლოგია სწავლობს გარემოს ზემოქმედებაზე ცოცხალი მატერიის რეაგირების ზოგად კანონზომიერებებს, ძირითად სასიცოცხლო პროცესებს, რომლებიც ახასიათებს ყველა ორგანიზმს და იკვლევს იმ მოვლენებს, რომლებიც განასხვავებენ ცოცხალს არაცოცხლისაგან. ზოგადი ფიზიოლოგიის ერთერთი დარგია უჯრედის ფიზიოლოგია.

შედარებითი ფიზიოლოგია სწავლობს ინდივიდუალური განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე მყოფ სხვადასხვა სა-

ხეობის ორგანიზმისა და ერთი და იმავე სახეობის ორგანიზმების ფუნქციათა სპეციფიკურ თავისებურებებს.

კერძო ფიზიოლოგია სწავლობს ცხოველთა ცალკეული კლასებისა და ჯგუფების, სახეობის, ორგანოების და ქსოვილების ფიზიოლოგიას. ზოგჯერ გამოყოფენ ფიზიოლოგიის დარგებს, რომლებიც სწავლობენ ცალკეულ ფუნქციებს (სისხლის მიმოქცევა, საკმლის მონელება და სხვა).

ფიზიოლოგიის დარგებიდან ყველაზე მეტად ვითარდება ადამიანისა და უმალღეს ცხოველთა ფიზიოლოგია. დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ადამიანის ფიზიოლოგიის ისეთ დარგებს, როგორცაა: შრომის ფიზიოლოგია, სპორტული ფიზიოლოგია, კვების ფიზიოლოგია და ასაკობრივი ფიზიოლოგია.

სპეციალური ფიზიოლოგიური დისციპლინებიდან უნდა აღინიშნოს პათოლოგიური ფიზიოლოგია, რომელიც ნორმალური ფიზიოლოგიის აგან განსხვავებით სწავლობს ორგანიზმში პათოლოგიური პროცესებას წარმოქმნას, განვითარებასა და მიმდინარეობის ზოგად კანონზომიერებებს.

ფიზიოლოგია მჭიდრო კავშირშია მთელ რიგ დისციპლინებთან. მაგალითად ფიზიკისა და ქიმიასთან. ფიზიოლოგია ფართოდ იყენებს ფიზიკისა და ქიმიის კანონებს და მათ კვლევის მეთოდებს, რის გამოც კვლევის ფიზიკური და ქიმიური მიმართულებანი გადაიქცნენ დამოუკიდებელ მეცნიერულ დისციპლინებად: ბიოლოგიურ ფიზიკად და ბიოლოგიურ ქიმიად, რომლებიც სწავლობენ ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიკურ ან ქიმიურ მოვლენებს.

ფიზიოლოგია მჭიდროდაა დააკავშირებული მორფოლოგიურ დისციპლინებთან, როგორცაა ანატომია, ჰისტოლოგია და ციტოლოგია. ეს იმიტთაა განპირობებული, რომ ორგანიზმის, როგორც მთლიანის შესწავლა შეუძლებელია ფორმისა და ფუნქციის ერთიანობის გარეშე.

ფიზიოლოგია ეყრდნობა, აგრეთვე, ზოგად ბიოლოგიასა და ემბრიოლოგიას, რადგან ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო ფუნქციების შესწავლისათვის აუცილებელია მისი ფილოგენეზური და ონტოგენეზური განვითარების ცოდნა.

ფიზიოლოგიისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, კიბერნეტიკას — მეცნიერებას მანქანებში, მექანიზმებსა და ცოცხალ ორგანიზმებში მართვისა და კავშირის ზოგადი პრინციპების შესახებ. კიბერნეტიკა სარგებლობს მათემატიკური მეთოდებით და მოდელირებით, ე. ი. ფიზიოლოგიური პროცესების გამარტივებული

მექანიზმების შექმნით. კიბერნეტიკა გვეხმარება ფუნქციონირებას რეგულაციასა და მათ შორის ურთიერთმოქმედების კანონზომიერებათა გამოვლინებაში.

ფიზიოლოგია მკიდრო კავშირშია მედიცინასთან. ჯანმრთელ ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების ცოდნის გარეშე შეუძლებელია დაავადებულ ორგანიზმში მომხდარი ცვლილებების გაგება, მკურნალობისა და პროფილაქტიკური სწორი ღონისძიებების დასახვა.

ფიზიოლოგიას კავშირი აქვს, აგრეთვე, ფსიქოლოგიასა და პედაგოგიკასთან. ფიზიოლოგია, განსაკუთრებით კი უმაღლესი ნერვული მოქმედება, თანამედროვე ფსიქოლოგიისა და პედაგოგიკის მეცნიერული საფუძველია.

ფიზიოლოგიის კვლევის მეთოდები. ფიზიოლოგია ექსპერიმენტული მეცნიერებაა, რომლისთვისაც აუცილებელია ცდებისა და ექსპერიმენტების დაყენება. დაკვირვება წარმოებს ექსპერიმენტატორის მიერ შექმნილ ცვალებად პირობებში. ფიზიოლოგიური ექსპერიმენტის ფორმები მრავალია და განისაზღვრება კვლევის ამოცანებით. მაგალითად, ექსტირპაციის ანუ ამოკვეთის მეთოდი — რომლის დროსაც წარმოებს ორგანოს ან მისი ნაწილის ამოკვეთა ორგანიზმიდან, ტრანსპლანტაციის ანუ გადანერგვის მეთოდი, რომლის დროსაც ორგანოს გადანერგვენ ორგანიზმის სხვა ადგილებში. ორგანოზე ნერვული სისტემის გავლენის დასადგენად კვეთენ ორგანოს საინერვაციო ნერვებს — ეს დენერვაციის მეთოდია. ორგანოს სისხლით მომარაგების დარღვევის მიზნით მიმართავენ სისხლძარღვებზე კვანძის დადებას — ლიგატურების დადებას მეთოდია. ზოგჯერ სისხლძარღვთა შორის შერთულს ქმნიან, ეს სისხლძარღვთა ანასტომოზების მეთოდია.

სხეულის სიღრმეში მოთავსებულ ზოგიერთ ორგანოს მოქმედების შესასწავლად ფისტულის მეთოდს იყენებენ. ამ დროს ღრუიან ორგანოში (კუჭი, ნაწლავები, შარდის ბუშტი და სხვა) შეყავთ პლასტმასის ან ლითონის მილი, რომლის მეორე ბოლოს ამარაგებენ კანის ზედაპირზე. ამ მეთოდის დროს, შესაძლებელია, აგრეთვე, ჭირკვლის სადინარის გამოტანა კანის ზედაპირზე. ზოგჯერ გულში, სისხლძარღვებში, ჭირკვალთა სადინარში შეყავთ წვრილი მილები — კათეტერები, რომლებსაც აკავშირებენ სხვადასხვა ხელსაწყოებთან ორგანოთა ფუნქციის რეგისტრაციისათვის ან სხვადასხვა ნივთიერების შესაყვანად — კათეტერიზაციის მეთოდია.

ფიზიოლოგიაში ორგანოთა ხელოვნური აგზნებისათვის გამოყენებულია გალიზიანების მეთოდი, რომლის დროსაც იყენებენ ელექტრულ, მექანიკურ, ქიმიურ ან სხვა გამაღიზიანებლებს.

ცდებს, რომლებსაც ფიზიოლოგები იყენებენ ორგანიზმის ფუნქციათა შესასწავლად, ყოფენ მწვავედ და ქრონიკულად.

მწვავე ცდის ანუ ვივისექციის დროს, რომელიც ჩვეულებრივ ხანმოკლეა, ცხოველს კვეთენ ორგანოს მოქმედების შესასწავლად, მასზე ნერვის გაღიზიანების, სამკურნალო ნივთიერებების გავლენის შესასწავლად და სხვ. ქრონიკული ცდების დროს ცხოველს უკეთდება ქირურგიული ოპერაცია და გამოკვლევებს იწყებენ ხანგრძლივად ცხოველის გამოკეთების შემდეგ.

ფიზიოლოგიაში არჩევენ კვლევის ანალიზურ და სინთეზურ მეთოდებს. კვლევის ანალიზური მეთოდი იმაში მდგომარეობს, რომ ფიზიოლოგიური პროცესის შესწავლა რომელიმე ორგანოში, ქსოვილსა და უჯრედში წარმოებს ორგანიზმში მიმდინარე სხვა დანარჩენი პროცესებისაგან იზოლირებულად, მაგრამ ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების სრულყოფისათვის აუცილებელია ე.წ. სინთეზური მეთოდის გამოყენება, ამ მეთოდის ამოცანაა შეისწავლოს ორგანიზმში გარემოსთან კავშირსა და ურთიერთდამოკიდებულებაში. სინთეზური კვლევის მნიშვნელოვანი აღიარებაა, რომ ცხოველთა და ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე პროცესები ნერვულ სისტემას ექვემდებარება. კვლევის ასეთი მიმართულება ნერვიზმის პრინციპის სახელითაა ცნობილი.

ფიზიოლოგიური ექსპერიმენტები უმთავრესად ცხოველებზე წარმოებს. ადამიანზე ექსპერიმენტების ჩატარების შესაძლებლობანი მეტად შეზღუდულია, რადგან არ შეიძლება ისეთი ზემოქმედების გამოყენება, რომელიც უარყოფითად იმოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე. დიდი ხანი არაა; რაც ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების შესწავლისათვის კვლევის მეთოდები მცირე იყო; ამიტომ ფიზიოლოგიური ცნობები მრავალი ორგანოს შესახებ იფარგლებოდა იმ მონაცემებით, რომლებიც მიღებული იყო ცხოველებზე ჩატარებული ცდებით.

უკანასკნელ წლებში ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციათა შესწავლაში ფიზიოლოგებს დიდი დახმარება გაუწია ფიზიკის, რადიოტექნიკის, ელექტრონიკისა და კიბერნეტიკის მიღწევათა გამოყენებამ. ელექტრული მეთოდების საშუალებით შესაძლებელია ნერვული სისტემის, ჩონჩხის კუნთების, გულის კუნთისა და სხვა ორგანოების მდგომარეობისა და მოქმედების შესწავლა.

ფიზიოლოგიის განვითარების მოკლე ისტორია

ანატომია-ფიზიოლოგიის განვითარება უძველესი დროიდან
მე-15 საუკუნემდე

ჯერ კიდევ შორეულ წარსულში ცდილობდნენ ადამიანისა და ცხოველთა ორგანიზმის ცხოველმოქმედების გარკვევას. ამ საკითხით ძირითადად მკურნალები იყვნენ დაინტერესებულნი, რადგან ავადმყოფის განკურნებისათვის საჭირო იყო, როგორც ორგანიზმის აგებულების, ისე მისი ფუნქციების ცოდნა. ანატომიის განვითარებას აფერხებდა ის გარემოება, რომ რელიგია ადამიანის გვამის გაკვეთას კრძალავდა, ხოლო სწორი ფიზიოლოგიური ცნობები სრულიად არ მოიპოვებოდა.

ბერძენ ექიმთა აზრით ადამიანისა და ცხოველთა სხეული ოთხი ძირითადი ნივთიერებისაგან შედგება: მიწის, წყლის, ჰაერისა და ცეცხლისაგან. მათი აზრით ამ ელემენტების შერევით სხეულის მთავარი სითხეები: სისხლი, ლორწო, ყვითელი და შავი ნალველი წარმოიქმნება; და რომ ყვითელი ნალველი ღვიძლში, ხოლო შავი—ელენთაში წარმოიშვება. როდესაც ამ ნივთიერებათა შორის ერთგვარი წონასწორობაა, მაშინ სხეული ჯანმრთელია. ბერძენი ფილოსოფიისა და ექიმის ჰიპოკრატეს (მე-5 ს. ჩ. წ. ა.) აზრით სხეულის ყოველი ნაწილი ყველა დანარჩენ ნაწილთან მჭიდრო კავშირშია.

სხეულის მაცოცხლებელი ძალა მასში ჩანერგილი სითბოა. ამ სითბოს დაცვა წარმოებს ჰაერით და მასში არსებული მაცოცხლებელი სულით — ჟანგბადით, რაც სუნთქვას განაპირობებს.

ჰიპოკრატეს ჰქონდა რიგი სწორი შეხედულება ორგანოთა ფუნქციის შესახებ. მაგალითად, რომ ტვინი მთავარი ორგანოა, რომელზედაც დამოკიდებულია ორგანოთა მოქმედება, რომ საკვები მოინელება კუჭსა და ნაწლავებში, რომ მონელებული საკვები სისხლში გადადის და შემდეგ მთელ ორგანიზმში ვრცელდება, რომ სისხლის მოძრაობა დამოკიდებულია გულის ცემაზე და სხვ. ავადმყოფობის მიზეზად ჰიპოკრატე ასახელებდა საკვებსა და სასმელს, მემკვიდრეობასა და გარემო ფაქტორებს.

ანატომიისა და ფიზიოლოგიაში მნიშვნელოვანი ცვლილებები შეიტანა დიდმა ბერძენმა ფილოსოფოსმა არისტოტელემ (284—322 ჩვ. წ. აღ.). აღსანიშნავია, რომ იგი თვითონ აწარმოებდა ცხოველებზე ვივისექციას. მან თავის შრომებში „ცხოველთა ისტორია“ და „ცხოველთა ნაწილების შესახებ“ შეკრიბა სხვა მეცნიერთა დაკვირვებები და განაზოგადა საკუთარიც. არისტოტელე

პირველად იძლევა სეკრეციისა და ექსკრეციის მცნებას, უფრო სრულყოფილია მისი მონაცემები საკმლის მომწელებელი სისტემის შესახებ. უვარგისი ნივთიერებების გამოყოფა ხდება სწორი ნაწლავითა და თირკმელებით. თირკმელებში შარდის წარმოქმნა სისხლის ძარღვებიდან ხდება და აქედან შარდსაწვეთებით შარდის ბუშტში გადადის. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მისი დაკვირვებანი ცხოველთა წარმოშობისა და ემბრიონის განვითარების შესახებ. მაგრამ, არისტოტელემ დაუშვა რიგი შეცდომებისა: გული მას მიაჩნდა ორგანიზმის მთავარ, ცენტრალურ ორგანოდ, სადაც სისხლი და სითბო წარმოიქმნება. მას ეგონა, რომ სისხლი ვენებით მიიტანება სხეულის სხვა ნაწილებში. მისი აზრით შეგრძნება, მოძრაობა, აზროვნება თავის ტვინის მთავარ ფუნქციას კი არ წარმოადგენს, არამედ გულისას.

ათენის შემდეგ ანატომია-ფიზიოლოგიის განვითარება ალექსანდრიაში გაგრძელდა. ეს ქალაქი, რომელიც ალექსანდრე მაკედონელმა დააარსა ეგვიპტეში უდიდეს კულტურულ ცენტრად იქცა. აქ აღიზარდნენ უდიდესი ექიმები, რომელთაც უდიდესი ღვაწლი მიუძღვით ანატომია-ფიზიოლოგიის განვითარებაში. აღსანიშნავია, რომ ამ დროისათვის ალექსანდრიაში ნებადართული იყო ტყვეებისა და მონების გვამის გაკვეთა. ამ ექიმთა რიცხვს ეკუთვნის ჰეროფილე და ერატოსტრატე, რომლებიც მოღვაწეობდნენ მე-3 საუკუნის პირველ ნახევარში ჩვენს წელთ აღრიცხვამდე.

მათ დაწვრილებით აღწერეს თავის ტვინი, ნერვებს განასხვაებდნენ მყესებისაგან, არტერიებს ვენებისაგან. მათ პირველად აღწერეს ლიმფური ჯირკვლები და ლიმფური ძარღვები; ზუსტად აღწერეს გული, მისი საჩქვლები, ბრონქიალური არტერიები და სხვ. მათ ფიზიოლოგიაც გაამდიდრეს ახალი მონაცემებით: ისინი არჩევდნენ მგრძნობიარე და მამოძრაებელ ნერვებს, აღნიშნავდნენ პულსის ცვლილებებს ასაკისა და დაავადების მიხედვით, ჰაერის შესვლას სხეულში, როგორც ფილტვების, ისე კანის გზით, მარჯვენა პარკუჭიდან სისხლის გადასვლას ფილტვებში და სხვ.

ამის შემდეგ ალექსანდრიიდან ანატომია-ფიზიოლოგიის განვითარებამ რომში გადაინაცვლა, რაც რომის იმპერიის აღორძინებით იყო გამოწვეული. აქ მოღვაწეობდა სახელგანთქმული მეცნიერი, ექიმი და ფილოსოფოსი კლავდიუს გალენი (130—210). მან დაწერა 300-მდე სამედიცინო თხზულება, რომელშიაც მოცემულია მრავალი სწორი ცნობა ანატომიიდან და ფიზიოლოგიიდან. იგი თვითონ ახდენდა ცხოველების გაკვეთას, მათ შორის მაიმუნებისაც. ბევრი ძვირფასი ცნობა დააგროვა, აგრეთვე, ადამიანებზე დაკვირვებით, განსაკუთრებით, გლანდიატორების მკურნალო-

ბისას. იგი თითოეულ ორგანოს მოქმედებას განიხილავდა, როგორც მასში არსებული ხულები ძალის გარეგან გამოვლინებას — ასეთი შეხედულება, რასაკვირველია, ხელს უშლიდა ფიზიოლოგიური მოვლენების მეცნიერულ გაგებაში. მიუხედავად ამისა, მან ბევრი რამ ახალი შესძინა ანატომიასა და ფიზიოლოგიას. მან აღწერა პერიოსტეუმი. ტვინის გარსები, ხრტილები, სახსრები, იოგები, ხერხემალი, კუნთების მდებარეობა და დანიშნულება.

გალენი აღნიშნავდა, რომ ფილტვებში ამოსუნთქვის დროს სისხლი სუფთავდება; სისხლი ფილტვებში შედის ფილტვის არტერიით მარჯვენა პარკუჭიდან, ხოლო შესუნთქვის დროს ფილტვებში შედის ატმოსფერული ჰაერი. მას სწორედ ჰქონდა გაგებული შესუნთქვის მექანიზმი, როგორც გულმკერდის გაგანიერების შედეგი.

სისხლის მოძრაობას გალენი არტერიის პულსაციით ხსნიდა. მან ვერ შეიცნო გულის მოტორული ფუნქცია, სისხლის წრიული მოძრაობა. მისი აზრით სისხლი მარჯვენა პარკუჭიდან მარცხენაში გადადის მათ შორის ძვიდეში არსებული ნაპრალეების საშუალებით და არა ფილტვების გავლით. მისი აზრით გული გაგანიერების დროს შეისრუტავს სისხლს ღრუ ვენებიდან, და ფილტვებიდან ჰაერს. შევიწროვებისას კი გული სისხლს განდევნის ფილტვის არტერიისაკენ, ხოლო აორტაში სისხლს ჰაერთან (სულთან) ერთად.

გალენს გარკვეული ღვაწლი მიუძღვის ნერვული სისტემის გამოკვლევის საქმეში. მან ცხოველებზე დაწვრილებით შეისწავლა თავის ტვინის, ზურგის ტვინისა და ნერვების აღნაგობა და მათი ფუნქციები. იგი ნერვებს სამ ჯგუფად ყოფს. ერთი ჯგუფი გრძობათა ორგანოებიდან იწყება და გალიზიანების მიღებას ემსახურება, მეორე ჯგუფი კუნთებში ბოლოვდება და ნებით მოძრაობებს იწვევს, ხოლო მესამე ჯგუფი ნერვების სხვა დანარჩენ ორგანოებში თავდება და მათ ფუნქციებს განაგებს.

ნერვული სისტემის ფუნქციების შესწავლის მიზნით გალენი მთელ რიგ ექსპერიმენტებს მიმართავდა, მაგრამ სწორი ფიზიოლოგიური დასკვნების გამოტანაში მას ხელს უშლიდა იდეალისტური მსოფლმხედველობა. მიუხედავად მრავალი ნაკლისა გალენის მოძღვრება დიდი პოპულარობით სარგებლობდა და მე-15 საუკუნემდე იყო გაბატონებული.

გალენის შემდეგ ფეოდალიზმის ეპოქაში ანატომია-ფიზიოლოგიის განვითარება მრავალი საუკუნის განმავლობაში შეფერხდა, რადგან მეცნიერება ეკლესიის გავლენის ქვეშ მოექცა და ყოველივე ახალს, პროგრესულს ღვთისმსახურნი დევნიდნენ და მეცნიერებს კოცონზედაც კი სწვავდნენ. ამ ეპოქაში მნიშვნელოვანი კვალი დატოვა ტაჯიკმა ფილოსოფოსმა, მათემატიკოსმა, ბუნებისმეტყველმა

და ექიმმა აბუ ალი იბნ-სინამ (980—1037), რომელიც ევროპაში ავიცენას სახელითაა ცნობილი, მან დაწერა 100-ზე მეტი შრომა, რომელთა უმრავლესობა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის საკითხებს ეხება. ენციკლოპედიური ხასიათის წიგნში — „მედიცინის კანონი“ იგი ანატომიისა და ფიზიოლოგიის საკითხების განხილვაში არისტოტელეს და გალენის შრომებს ემყარებოდა. მაგრამ ამავე დროს ამ წიგნში შეტანილია მრავალი ფაქტობრივი მასალა მკურნალობის შესახებ როგორც საკუთარი გამოცდილებიდან, ისე არაბი ექიმების შრომებიდან.

ფიზიოლოგიის განვითარება მე-17—18 საუკუნეებში

მე-16—17 საუკუნეებში, ფეოდალიზმის დაცემის პერიოდში ვითარდება კაპიტალიზმი, ისახება ახალი კლასი — ბურჟუაზია, რომელიც დაინტერესდა მეცნიერების განვითარებით. დაიწყო აღორძინების ეპოქა, რომელმაც მოიცვა მეცნიერების ყველა დარგი.

ფიზიოლოგია თავდაპირველად ანატომიასთან ერთად ვითარდებოდა. ანატომიის ფუძემდებლის ან დე ვეზალის (1514 — 1565) და სხვათა გამოკვლევებმა ნიადაგი მოუმზადეს ფიზიოლოგიის განვითარებას.

ბელგიელი ექიმი ანდრე ვეზალი ზშირად მიმართავდა გვამების გაკვეთას და პირველი იყო, რომელიც ადამიანის სხეულის აგებულებას სისტემატურად სწავლობდა. მან გამოამჟღავნა გალენის შეცდომები და შეარყია მისი ავტორიტეტი. ვეზალმა დაწერა შრომა ადამიანის სხეულის აგებულების შესახებ. ეს წიგნი ადამიანის სხეულის აღწერილობის პირველი მეცნიერული ნაშრომია.

ფიზიოლოგიის, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერების წარმოშობა, დაკავშირებულია ინგლისელი ექიმის, ანატომისა და ფიზიოლოგის უილიამ ჰარვეის (1578—1657) სახელთან. მან თავის შრომაში „ანატომიური გამოკვლევა ცხოველებში გულისა და სისხლის მოძრაობის შესახებ“ მოგვცა უტყუარი ცნობები სისხლის მიმოქცევის დიდსა და მცირე წრეებზე და გულზე, როგორც სისხლის მიმოქცევის მთავარ ორგანოზე. სისხლის მიმოქცევის აღმოჩენამ მძლავრი სტიმული მისცა ფიზიოლოგიის შემდგომ განვითარებას.

ფიზიოლოგიის განვითარებაში დიდი როლი შეჰსრულა დეკარტემ, რომელმაც მე-17 საუკუნის პირველ ნახევარში აღმოაჩინა რეფლექსი.

ამ პერიოდისათვის ფიზიოლოგიაში სჭარბობდა ანატომიური მიმართულება, თუმცა გარკვეული მნიშვნელობა ჰქონდათ იმ გა-

მოკვლევებს, რომლებიც დაკავშირებული იყვნენ ფიზიკასა და ქიმიასთან. ამასთან დაკავშირებით მე-17 საუკუნეში შეიქმნა ორი მიმართულება: იატროფიზიკური და დიტროქიმიური. იატროფიზიკოსების შეხედულებით ორგანიზმში მიმდინარე ფუნქციები შეიძლება აიხსნას მექანიკისა და ფიზიკის კანონებით, ასე მაგალითად, ა. ბორელი ამტკიცებდა, რომ ცხოველთა მოქმედება ხდება მექანიკური მოვლენების საფუძველზე. იგი სისხლძარღვებში სისხლის მოძრაობის შესასწავლად იყენებდა ჰიდრავლიკის კანონებს.

აღსანიშნავია, აგრეთვე, ს. ჰელსი, რომელმაც განსაზღვრა სისხლის წნევა; ხ. შეინერი, რომელიც თვალს განიხილავდა, როგორც ოპტიკურ აპარატს და სწავლობდა სხივების გარდატეხას თვალში. მან დაადგინა ბადურის როლი მხედველობითი შეგრძნების აღმოცენებაში. ო. რეომიური და ლ. სპალანცანი სწავლობდნენ იმ ქიმიურ პროცესებს, რომლებსაც ადგილი აქვს საჭმლის მონელების პროცესში; ა. ლავუაზიე სწავლობდა სუნთქვის პროცესებს. მან პ. ლაპლასთან ერთად ჩაატარა ცდები ორგანიზმის ენერგეტიკული დანახარჯების გამოსაკვლევად. ა. ჰალერიმა დაწვრილებით შეისწავლა გამლიზიანებლობისა და მგრძნობელობის მოვლენები.

ლ. გალვანმა აღმოაჩინა ბიოელექტრული მოვლენები და საფუძველი ჩაუყარა ელექტროფიზიოლოგიას. ფიზიოლოგის განვითარების საქმეში დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა დიდი ბუნებისმეტყველის მ. ლომონოსოვის (1711—1765) აღმოჩენებს. მან ჩამთაყალიბა ნივთიერებისა და მოძრაობის მარადისობის კანონი, რომელიც შემდგომში საფუძველად დაედო ორგანიზმში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლისა და ენერჯის გარდაქმნის პროცესების შესწავლას.

მე-17—18 საუკუნეებში გაბატონებული იყო მეტაფიზიკური მსოფლმხედველობა, რომელიც ბუნების მოვლენებს განიხილავდა არა განვითარებაში, არამედ როგორც მუდმივსა და უცვლელს. ასეთმა აზროვნებამ თავისი დალი დააჩნია ფიზიოლოგიურ მეცნიერებას, რომელიც აისახა მექანიკურ წარმოდგენებსა და იდეალისტურ, ვიტალისტურ კონცეფციებში.

ფიზიოლოგიის განვითარება მე-10 საუკუნეში

მე-19 საუკუნეში ბუნებისმეტყველებაში უდიდესი ძვრები მოხდა, ადგილი ჰქონდა მთელ რიგ მნიშვნელოვან მიღწევასა და აღმოჩენას: ორგანული ქიმიის განვითარებას, ენერჯის მუდმივობი-

სა და გარდაქმნის კანონის დადგენას, უჯრედის აღმოჩენასა და სამყაროს განვითარების თეორიის შექმნას. ყოველივე ამას უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა ფიზიოლოგიის განვითარებისათვის. მე-19 საუკუნის 40-იან წლებში რ. მაიერმა, ჯ. ჯოულიმ და გ. ჰელმჰოლცმა მოგვეცეს ენერჯის მარადისობის კანონი, რომელიც არსებითად მ. ლომონოსოვის ნივთიერების და მოძრაობის კანონის განვითარებას წარმოადგენდა. აღნიშნული კანონის აღმოჩენამ ხელი შეუწყო ორგანიზმში ენერჯის გარდაქმნის მეცნიერულ შესწავლას.

ფიზიოლოგიის განვითარების საქმეში დიდი როლი ითამაშა ელექტრული გაღიზიანებისა და ორგანოთა მოქმედების გრაფიკულმა რეგისტრაციის მეთოდიკამ, სპეციალური ხელსაწყოების (კიმოგრაფის, მიოგრაფის, სფიგმოგრაფის და სხვა) გამოყენებით. ამ მხრივ აღსანიშნავია ე. დიუბუა — რაიმონი, რომელმაც დაამუშავა ცოცხალი ქსოვილების ელექტრული გაღიზიანების მეთოდიკა მის მიერ მოწოდებული ინდუქტორიუმით. აღსანიშნავია აგრეთვე, კ. ლუდვიგი, რომლის სახელთანაა დაკავშირებული სისხლის წნევისა (ტიტვიანი მანომეტრი) და სისხლის მოძრაობის სიჩქარის გამოსაკვლევი ხელსაწყოები; ე. მარეი, რომელმაც დაამუშავა მოძრაობის გამოკვლევის მეთოდები (მარეის კაპსულა); ა. მოსო, რომელმაც მოგვაწოდა ხელსაწყო — ერგოგრაფი დაღლის შესასწავლად. ე. ფლუგერმა აღმოაჩინა გაღვანური დენის აგზნებად სისტემაზე მოქმედების კანონები; ი. სკჩენოვმა დაამუშავა სისხლიდან გაზების გამოყოფის მეთოდი; გ. ჰელმჰოლცმა მოგვაწოდა თვალისა და ყურის გამოკვლევისათვის მნიშვნელოვანი ხელსაწყოები და ამ ორგანოების მოქმედების შესწავლისათვის სათანადო თეორიები.

ამრიგად, მთელმა რიგმა ახალმა ხელსაწყოებმა და კვლევის ახალმა მეთოდებმა, რომლებიც იმ დროისათვის იყო მოწოდებული, ხელი შეუწვეს ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესების უფრო ღრმად და საფუძვლიან შესწავლას.

მე-19 საუკუნეში ფიზიოლოგიის განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა ორგანული ქიმიისა და ბუნებისმეტყველების მიღწევებს. მრავალმა მეცნიერმა განახორციელა ორგანული ნაერთების სინთეზი, მეცნიერებაში ფართოდ დაინერგა განვითარების თეორია, აღმოჩენილი იქნა მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების უჯრედოვანი სტრუქტურა.

უჯრედის სტრუქტურისა და ფუნქციის შესწავლამ ფიზიოლოგია დააყენა ახალი პრობლემების წინაშე, კერძოდ, როგორი ურთიერთდამოკიდებულება არსებობს ორგანიზმსა და მის შემადგენელ უჯრედებს შორის. ბიოლოგიაში იდეალიზმის წარმომადგენლე-

ბი ამტკიცებდნენ, რომ ორგანიზმის მთლიანობა განპირობებულია არამატერიალური ფაქტორით, რომელიც მართავს ორგანიზმს.

რ. ვირხოვი და მისი მომხრენი იმ აზრისანი იყვნენ, რომ ორგანიზმი უჯრედების უბრალო ჯამს წარმოადგენდა, ისინი თვლიდნენ, რომ მრავალუჯრედოვანი ორგანიზმის თითოეული უჯრედი წარმოადგენს დამოუკიდებელ ორგანიზმს. ისინი უარყოფდნენ ორგანიზმის მთლიანობას.

ორგანიზმის მთლიანობის შესახებ იდეალისტურ და ვირხოვის შეხედულებებს დაუპირისპირდა პროგრესული მატერიალისტური მიმართულება — ნერვიზმი, რომელიც ძირითადად ი. სეჩენოვმა, ი. პავლოვმა და სხვებმა დაამუშავეს. ნერვიზმის მომხრენი აღიარებენ, რომ ორგანიზმი მთლიანია და მისი ნაწილები ნერვული სისტემის საშუალებით ექვემდებარებიან მთელ ორგანიზმს. ნერვული რეგულაციის შესწავლა ამ საუკუნის ფიზიოლოგიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიღწევაა, სხვადასხვა ექსპერიმენტებით დაადგინეს შინაგანი ორგანოების მუშაობის რეგულაციის ნერვული მექანიზმი.

ძმებმა ე. და ე. ვებერებმა აღმოაჩინეს ცთომილი ნერვის შემაკავებელი მოქმედება გულზე; ი. ციონმა სიმპათიკური ნერვის ამაჩქარებელი მოქმედება გულზე, ი. პავლოვმა კი ამ ნერვის გამაძლიერებელი მოქმედება გულის შეკუმშვაზე. აღმოაჩინეს აგრეთვე სისხლძარღვთა შემავიწროვებელი (ა. ვალტერი, კლ. ბერნარი) და გამათართობელი (კლ. ბერნარი და სხვები) ნერვები; ნ. მისლავსკიმ დაწვრილებით შეისწავლა მოგრძო ტვინში არსებული სუნთქვის ცენტრი და სხვა.

მე-19 საუკუნეში ექსპერიმენტულად დაასაბუთეს ნერვული სისტემის ტროფიკული ფუნქციის გავლენა ორგანოებისა და ქსოვილებზე ნივთიერებათა ცვლისა და კვების პროცესებზე. მაგალითად: კლ. ბერნარის მიერ აღწერილი იქნა ნახშირწყლების ცვლის დარღვევა მოგრძო ტვინის გარკვეულ მიდამოში ჩხვლეტის შემდეგ. ი. პავლოვმა დაადგინა ნერვების ტროფიკული მოქმედება გულზე და სხვა.

მე-19 საუკუნეში შექმნილი იყო ნერვული სისტემის მოქმედების რეფლექსური თეორია. შეისწავლეს ზურგის ტვინის რეფლექსები და რეფლექსური რკალის არსი.

ფიზიოლოგიის განვითარებაში ღრდი როლი ითამაშა ი. სეჩენოვის (1829—1905) შრომებმა, რომელთა შორის აღსანიშნავია „თავის ტვინის რეფლექსები“. მან ამ შრომაში განავითარა აზრი თავის ტვინში მიმდინარე პროცესების რეფლექსური ბუნების შესახებ. ამით სეჩენოვმა საფუძველი ჩაუყარა უმაღლესი ნერვული მოქმედების ფიზიოლოგიას.

მე-19 საუკუნის ფიზიოლოგიის განვითარებაში დიდი როლი შეასრულა ფიზიოლოგიური ექსპერიმენტის ქირურგიული მეთოდის დამუშავებამ, რომელიც საშუალებას იძლევა შედარებით ნორმალურ პირობებში სხვადასხვა ორგანოზე ხანგრძლივი დაკვირვების შესაძლებლობას (ვ. ბასოვი, ჰაიდენ-ჰაინი, ი. პავლოვი და სხვა).

მე-19 საუკუნეში ფიზიოლოგიური მეცნიერება ძლიერ განვითარდა, რამაც ხელი შეუწყო სამყაროს მატერიალისტური გაგების მეცნიერულ დასაბუთებას.

ფიზიოლოგიის განვითარება მე-20 საუკუნეში

მე-20 საუკუნეში ფიზიოლოგიის განვითარების ახალი ეტაპი დაიწყო. განსაკუთრებულ მიღწევად უნდა ჩაითვალოს ი. პავლოვის (1849—1936) მოძღვრება უმაღლესი ნერვული მოქმედების შესახებ. მან განავითარა რეფლექსური თეორია და საფუძველი ჩაუყარა პირობითი რეფლექსების შესწავლას. პავლოვმა და მისმა მოწაფეებმა ექსპერიმენტულად დაასაბუთეს, რომ თავის ტვინის უმაღლესი განყოფილება — ქერქი უზრუნველყოფს ორგანიზმის კავშირს გარემოსთან და ორგანოებისა და ორგანოთა სისტემების ურთიერთშეთანხმებულ მოქმედებას. პავლოვი, მტკაცუნ იღვა რა მატერიალისტურ პოზიციებზე, ამტკიცებდა რომ „ფსიქიკური მოქმედება წარმოადგენს თავის ტვინის განსაზღვრული მასის ფიზიოლოგიური მოქმედების შედეგს“.

მე-20 საუკუნის ფიზიოლოგიაში კვლევის საგანი გახდა არა მარტო ორგანოები და ქსოვილები, არამედ ცალკეული უჯრედები და მისი სტრუქტურები. განვითარდა მეცნიერების ახალი დარგი, რომელიც მიკროფიზიოლოგიის სახელითაა ცნობილი. ამ საუკუნეში დეტალურად გამოიკვლიეს ინტერმედიალური ცვლა, ე. ი. უჯრედებში, ქსოვილებსა და ორგანოებში მიმდინარე ქიმიური პროცესები. დადგინდა, აგრეთვე, სხვადასხვა ქიმიური პროცესის კავშირი ფუნქციურ ცვლილებებთან. შეისწავლეს აგრეთვე, კუნთის შეკუმშვისას მიმდინარე ქიმიური პროცესები და ის ენერჯის წყარო, რომელსაც კუნთი იყენებს მუშაობის დროს.

მე-20 საუკუნეში ფიზიოლოგიას გაუჩნდა ახალი დარგები, როგორცაა: ენდოკრინოლოგია, ვიტამინოლოგია და მოძღვრება მედიატორების შესახებ.

ენდოკრინოლოგია შეისწავლის შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ფიზიოლოგიას, ბიოქიმიას და პათოლოგიას. ვიტამინოლოგია ესაა მოძღვრება ვიტამინების შესახებ; რაც შეეხება მოძღვრებას მედიატორების შესახებ სწავ-

ლობს იმ ზოგიერთ ქიმიურ ნაერთის ფიზიოლოგიურ როლს, რომლებიც წარმოიქმნებიან ნერვულ დაბოლოებებში. მედიატორები ნერვული იმპულსების ქიმიური გადამცემია. მედიატორები აღმოაჩინა ო. ლევიმ 1920 წელს.

ზემოაღნიშნულ დარგებში მიღწევებმა ცხადყვეს, რომ ზოგიერთი ქიმიური ნაერთები, როგორცაა ჰორმონები, ვიტამინები და მედიატორები მონაწილეობენ ორგანიზმის ცხოველმოქმედების რეგულაციაში. ეს ნივთიერებები სათანადო ორგანოების უჯრედებთან სისხლისა და ქსოვილთა სითხით მიიტანება. ეს ე. წ. ჰუმორალური რეგულაციაა; მაგრამ აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ჰუმორალური რეგულაცია ექვემდებარება ნერვულ სისტემას, რეგულაციის უმაღლეს ფორმას. მაშასადამე ორგანიზმის მრავალრიცხოვანი პროცესების შეთანხმებული მიმდინარეობა ნერვულ-ჰუმორალური რეგულაციით წარმოებს, რომლის დამუშავებაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის: ლ. ორბელს, კ. ბიკოვს, უ. შტერნს და სხვებს.

აღსანიშნავია, რომ ელექტროფიზიოლოგიის მიღწევებმა მნიშვნელოვნად გაამდიდრეს ფიზიოლოგია ახალი მონაცემებით. შესაძლებელი გახდა იმ ელექტრული მოვლენების შესწავლა, რომლებსაც ადგილი აქვს ნერვულ სისტემაში, გულსა და კუნთებში. ელექტროფიზიოლოგიურ გამოკვლევებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს მედიცინაში. მაგალითად გულის ელექტრული მოვლენების რეგისტრაციას — ელექტროკარდიოგრაფიას დიდი მნიშვნელობა აქვს გულის დაავადებათა დიაგნოსტიკაში; ასევე თავის ტვინის მოქმედების ელექტრულ მოვლენათა შესწავლას — ელექტროენცეფალოგრაფია მნიშვნელოვანია თავის ტვინის ზოგიერთი დაავადების დიაგნოსტიკაში.

ფიზიკური ქიმიის მეთოდებისა და კანონების გამოყენებამ ფიზიოლოგიაში დიდი როლი შეასრულა რიგი პრობლემების გადაწყვეტაში. ამ მხრივ აღსანიშნავია ვ. ჩაგოვეცი, ჯ. ლეიბა, ი. ბერნშტეინი, პ. ლაზარევი და სხვები. ვ. ჩაგოვეცი სწავლობდა, რა ცოცხალ ქსოვილებში ელექტრულ მოვლენათა ბუნებას, მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ბიოელექტრული პოტენციალები ქსოვილში ელექტროლიტების კონცენტრაციათა სხვაობის საფუძველზე წარმოიქმნებიან, და რომ, ნერვის გაღიზიანების საფუძველია გაღიზიანებულ უბანში იონთა კონცენტრაციის ცვლილება.

ფიზიოლოგები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ნერვულ ბოჭკოში იმპულსის გატარება რთული პროცესია, რომლის დროსაც, პირველ რიგში ბოჭკოს მემბრანის გავლით იონთა გადანაცვლებისას მოქმედების დენი წარმოიქმნება, ხოლო შემდგომ ნივთიერებათა

ცვლს ინტენსივობის გაძლიერების გამო იონთა კონცენტრაცია აღ-
დგება და იქმნება პირობები ნერვში ახალი იმპულსის გატარებისა.

დიდი წარმატებები იქნა მიღებული შინაგანი ორგანოების
ფუნქციის შესწავლის საქმეში. მაგალითად, შეისწავლეს გულის
მოქმედების კანონზომიერებანი (ტ. სტარლინგი, ტ. ლუისი,
ა. სამოილოვი, ა. ფოხტი), სისხლძარღვოვანი რეფლექ-
სები (გ. ჰერინგი, კ. ჰეიმანსი, ვ. პარინი, ვ. ჩერნი-
გოვსკი); კაპილარული სისხლის მიმოქცევა (ა. კროგი); სუნ-
თქვის მექანიზმი და გაზთა ტრანსპორტი (ბ. ვერიგო, დ. ბარ-
კროფტი, ჯ. პოლდენი, ლ. ვანსლაიკი, მ. კრეპსი);
საჭმლის მონელება (ი. პავლოვი, გ. ლონდონი; ბ. ბაბ-
კინი, ი. რაზენკოვი, კ. ბიკოვი და სხვები); თირკმ-
ლების მოქმედების კანონზომიერებანი (ა. კეშნი, ა. რიჩარდ-
სი და სხვები); ვეგეტატიური ნერვული სისტემის ფიზიოლოგია
(უ. გასკელი, ჯ. ლენგლი, ვ. კენონი. ნ. მისლავსკი,
ლ. ორბელი და სხვა).

ამავე დროს განვითარდა მოძღვრება ნერვული ცენტრების შე-
სახებ, შესწავლილ იქნა კოორდინაციის კანონზომიერებანი, ზურ-
გის, მოგრძო, შუა ტვინის, ნათხემისა და ქერქქვეშა ბირთვების რეფ-
ლექსური მოქმედება (ჩ. შერინგტონი, რ. მაგნუსი, ნ.
ვედენსკი, ა. უხტომსკი, ი. ბერიტაშვილი, ე. ას-
რატიანი და სხვები).

აღსანიშნავია, აგრეთვე, რომ მდიდარი მასალა დაგროვდა შე-
დარებითი და ასაკობრივი ფიზიოლოგიის დარგში (ლ. ორბელი,
ხ. კოშტოიანიცი და სხვები).

ჩვენს დროში ფიზიოლოგთა დიდი არმია, თანამედროვე ტექ-
ნიკით აღჭურვილ მრავალრიცხოვან სამეცნიერო-კვლევით ინსტი-
ტუტებსა და ლაბორატორიებში, ნაყოფიერ და ინტენსიურ მუშაო-
ბას ეწევა სხვადასხვა ფიზიოლოგიური პრობლემების დამუშავებასა
და გაღრმავებაში.

ფიზიოლოგიის განვითარება რუსეთში

რუსეთში ფიზიოლოგია ჩაისახა მე-18 ს. ფიზიოლოგიურ ექსპე-
რიმენტებს ატარებდნენ: ვ. ზუევი, ა. ფილომაფიტსკი და
სხვ. პირველი ფიზიოლოგიის სახელმძღვანელო დაწერა დ. ველან-
სკიმ.

ფიზიოლოგთა შორის განსაკუთრებით გამოირჩევა რუსული
ფიზიოლოგიური სკოლის უნიკიერესი წარმომადგენლები: ი. სე-
ჩენოვი, ი. პავლოვი და ნ. ვედენსკი.

ფიზიოლოგიის განვითარება რუსეთში მჭიდროდაა დაკავშირებული რუსული ფიზიოლოგიის მამამთავრის—ი. სეჩენოვის (1829—1905) სახელთან. მან დაამთავრა მოსკოვის უნივერსიტეტის სამედიცინო ფაკულტეტი. უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ იგი წლების მანძილზე მუშაობდა საზღვარგარეთ მაშინდელ გამოჩენილ ფიზიოლოგებთან. სეჩენოვი მოღვაწეობდა პეტერბურგის სამედიცინო-ქირურგიულ აკადემიაში (დღევანდელი სამხედრო-სამედიცინო აკადემია), ოდესის პეტერბურგის და ბოლოს მოსკოვის უნივერსიტეტში.

ი. სეჩენოვი აწარმოებდა კვლევას სისხლის გაზთა ცვლასა და ცენტრალური ნერვული სისტემის ფიზიოლოგიაში. მისი უდიდესი დამსახურებაა შეკავების აღმოჩენა ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში: აგრეთვე მისი მატერიალისტური მოძღვრება ადამიანისა და ცხოველთა ქცევის შესახებ. მისი აზრით ქცევის აქტებს, ადამიანისა და ცხოველთა შეგუებას გარემოსადმი საფუძვლად უდევს ფიზიოლოგიური პროცესები. მის ცნობილ შრომაში „თავის ტვინის რეფლექსები“ მოცემულია რეფლექსური თეორიის ძირითადი იდეა.

ი. სეჩენოვი ერთ-ერთი პირველთაგანია, რომელმაც გამოთქვა მოსაზრება ნერვული აგზნების ქიმიური გადაცემის შესაძლებლობის შესახებ.

ი. სეჩენოვი სწავლობდა აგრეთვე ელექტრულ რხევებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში და აღმოაჩინა ამ რხევათა პერიოდულობა მოგრძო ტვინში. მასვე ეკუთვნის სუმაციის მოვლენის აღმოჩენა ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში. იგი სწავლობდა აგრეთვე დაღლის საკითხებსაც.

ი. სეჩენოვმა დიდი ფიზიოლოგიური სკოლა შექმნა, რომელთა შორის აღსანიშნავია: ნ. ვედენსკი, ი. თარხნიშვილი, ვ. პაშუტინი, პ. სპირო, ბ. ვერიგო და მ. შატერნიკოვი.

ნ. ვედენსკიმ (1852—1922) თვალსაჩინო წვლილი შეიტანა ფიზიოლოგიის განვითარების საქმეში. მან დაამთავრა პეტერბურგის უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტი. სტუდენტობისას იგი დააპატიმრეს რევოლუციურ მოძრაობაში მონაწილეობისათვის და 3 წელიწადზე მეტხანს საპყრობილეში გაატარა. უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ იგი ერთხანს მუშაობდა ი. სეჩენოვის ფიზიოლოგიის ლაბორატორიაში, ხოლო დროდადრო მიდიოდა საზღვარგარეთ ცნობილ ფიზიოლოგთა ლაბორატორიაში სამუშაოდ. შემდგომ იგი განაგებდა პეტერბურგის უნივერსიტეტის ფიზიოლოგიის კათედრას.

ნ. ვედენსკის უდიდეს აღმოჩენად უნდა ჩაითვალოს აგზნებისა და შეკავების პროცესების ერთიანობა. მან გამოავლინა ნერვული მოქმედების მთელი რიგი კანონზომიერებანი: ხშირი და მძლავრი გაღიზიანებისას აგზნების გადასვლა შეკავებაში, აგზნების რიტმის ტრანსფორმაცია გაღიზიანების გახშირებისას, ნერვის შედარებით დაუღლელობა, აღმატებული აგზნებადობის წარმოშობა რეფრაქტორული პერიოდის შემდეგ, აგზნებად სისტემაში ლაბილობის სხვადასხვაობა, მისი დაცემა სხვადასხვა დამაზიანებელი აგენტის მოქმედებისას (პარაბიოზი) და სხვ.

ი. სეჩენოვმა გამოზარდა მეცნიერ ფიზიოლოგთა მთელი პლეადა, რომელთა შორის აღსანიშნავია: ა. უხტომსკი, ლ. ვასილევი, დ. ვრონცოვი, ი. ბერიტაშვილი, ვ. რუსინოვი და სხვ.

ფიზიოლოგიის განვითარებაში უდიდესი როლი შეასრულა ი. პავლოვმა (1849—1936). მან დაამთავრა ჯერ პეტერბურგის უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტის საბუნებისმეტყველო განყოფილება, ხოლო შემდეგ სამედიცინო-ქირურგიული აკადემია. აკადემიის დამთავრების შემდეგ იგი ორი წლით დატოვეს იქვე ფიზიოლოგიაში დახელოვნების მიზნით; ხოლო შემდეგ ორი წლის ვადით მივლინებული იყო საზღვარგარეთ, სადაც მუშაობდა გამოჩენილ ფიზიოლოგთა ლაბორატორიებში. 1881 წლიდან იგი იწყებს პედაგოგიურ მოღვაწეობას სამედიცინო-ქირურგიულ აკადემიაში და ამავე დროს განაგებს პეტერბურგის ექსპერიმენტული მედიცინის ინსტიტუტში ფიზიოლოგიის განყოფილებას.

ი. პავლოვის გამოკვლევები ეხება სისხლის მიმოქცევას, საჭმლის მონელებას, უმაღლეს ნერვულ მოქმედებას, გამოყოფას და შედარებითი ფიზიოლოგიის საკითხებს. იგი თავის გამოკვლევებში ნერვიზმის პრინციპს ატარებდა. „ნერვიზმი“ — ფიზიოლოგიური პროცესების ნერვული რეგულაცია ი. პავლოვის მეცნიერულ მოღვაწეობის ცენტრალურ იდეას წარმოადგენს. ეს იდეა გამოთქმული იყო ჯერ კიდევ ი. სეჩენოვის მიერ, ხოლო ი. პავლოვმა იგი ფართოდ განავითარა.

ი. პავლოვი ცალკეულ ორგანოებსა და ორგანოთა სისტემებში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებს შეისწავლის მთლიანობაში, მთელ ორგანიზმთან განუყრელ კავშირში, მის მეცნიერულ გამოკვლევებს საფუძვლად უდევს ერთიანი ანალიზურ-სინთეზური მეთოდი.

ი. პავლოვმა თავისი გამოკვლევებით გაამდიდრა ფიზიოლოგიის მრავალი თავი. მისი პირველი გამოკვლევები სისხლის მიმოქცევას ეხება. მან გამოარკვია სისხლის წნევის დონის რეფლექსურ თვით-

რეგულაციასთან დაკავშირებული კანონზომიერებანი. კერძოდ, რომ სისხლძარღვთა კედლებში არსებული რეცეპტორებიდან გამოწვეული რეფლექსური რეაქციების საშუალებით ადგილი აქვს სისხლის წნევის ნორმალიზაციას.

ი. პავლოვმა აღნიშნა, რომ სპეციფიკური ნერვული დაბოლოებანი (რეცეპტორები) არა მარტო სისხლძარღვთა კედლებშია განლაგებული, არამედ ყველა სხვა ორგანოებშიც. რეცეპტორებში აღმოცენებული აგზნება გადაეცემა ცენტრალურ ნერვულ სისტემას, ხოლო აქედან კი სათანადო ორგანოს და რომ ასე ხორციელდება ორგანოს მუშაობის რეფლექსური რეგულაცია.

ი. პავლოვი სწავლობდა გულის ნერვულ რეგულაციას, მან გულის მუშაობის გამაძლიერებელი ნერვი აღმოაჩინა, რომლის მოქმედებაც გულზე ტროფიკული გავლენით ახსნა. ამ აღმოჩენამ ი. პავლოვს საშუალება მისცა ჩამოეყალიბებინა დებულება ორგანოებზე ნერვული სისტემის ტროფიკული გავლენის შესახებ.

ი. პავლოვმა თითქმის 20 წელი მოანდომა საკმლის მომწელებელი სისტემის ფიზიოლოგიის შესწავლას. საკმლის მომწელებელი ჯირკვლების ფუნქციის შესწავლისას მან შესძლო ცდის პირობები ორგანიზმის ნორმალურ პირობებთან მიეახლოებინა.

ი. პავლოვმა ბრწყინვალედ განახორციელა ოპერაციების მთელი სერია, როგორცაა: ორგანოებზე ფისტულის დადება, მცირე კუჭის იზოლირება, ეზოფაგოტომია და სხვა, რომელმაც საფუძველი ჩაუყარა ქირურგიულ ფიზიოლოგიას. საკმლის მომწელებელ ფიზიოლოგიაში ახალი მეთოდების გამოყენებამ ი. პავლოვი თვალსაჩინო აღმოჩენებამდე მიიყვანა და მსოფლიო აღიარება მოიპოვა. იგი ნობელის პრემიით დააჯილდოვეს.

ი. პავლოვის შემოქმედების დაგვირგვინებაა მისი მოძღვრება უმაღლესი ნერვული მოქმედების შესახებ, როპელსაც თავისი მეცნიერული მოღვაწეობის 35 წელი მოანდომა. მან დაასაბუთა, რომ რეფლექსი უმაღლესი ნერვული მოქმედების ძირითადი ფიზიოლოგიური მექანიზმია. პირობითი რეფლექსების აღმოჩენით შესაძლებელი გახდა თავის ტვინის ქერქის ფუნქციათა ობიექტური შესწავლა.

ი. პავლოვის მოძღვრება მკვიდროდ იყო დაკავშირებული პრაქტიკულ მედიცინასთან. იგი ცდილობდა ავადმყოფ ორგანიზმში, ფიზიოლოგიური პროცესების დარღვევის შემთხვევაში, გამოენახა გზები მათი მსვლელობის აღდგენისათვის.

ი. პავლოვი მნიშვნელოვანია არა მარტო თავისი აღმოჩენებით, არამედ იმითაც, რომ მისმა პრინციპებმა, იდეებმა და მეთოდებმა გავლენა იქონიეს ფიზიოლოგიის შემდგომ განვითარებაზე.

თავისი ხანგრძლივი მეცნიერული მოღვაწეობის პერიოდში
ხ. პავლოვმა მრავალი მეცნიერი მოამზადა, რომელთა შორის აღსა-
ნიშნავია: ლ. ო რ ბ ე ლ ი, კ. ბ ი კ ო ვ ი, ნ. კ რ ა ს ნ ო ვ ო რ ს კ ი,
პ. კ უ პ ა ლ ო ვ ი, პ. ა ნ ო ხ ი ნ ი, ა. ი ვ ა ნ ო ვ ს მ ო ლ ე მ ს კ ი,
ე. ა ს რ ა ტ ი ა ნ ი, გ. ფ ო ლ ბ ო რ ტ ი, ს. ც ი ტ ო ვ ი ჩ ი, ნ. რ ი-
ჟ ა ნ ს კ ი და სხვ.

ორგანიზმი და მისი ძირითადი ფიზიოლოგიური პროცესების დახასიათება

ნივთიერებათა ცვლა. ნივთიერებათა ცვლა ორგანიზმში მიმდის
ნარე ყველა ფიზიოლოგიური პროცესების საფუძველია. მის გარეშე
სიცოცხლე შეუძლებელია. ფილოგენეზური განვითარების სხვა და
სხვა საფეხურზე მდგომ ცხოველებში ნივთიერებათა ცვლა ერთნა-
ირი არაა. ნივთიერებათა ცვლის პროცესების საშუალებით ორგა-
ნიზმი ამყარებს კავშირს გარემოსთან. ორგანიზმი გარემოდან ლეზუ-
ლობს საკვებ ნივთიერებას, რომელიც მის მიერ შეითვისება და
თვითშენებას ხმარდება. ე. ი. მარტივი ნივთიერებებიდან რთული
ნივთიერებები წარმოიქმნება, მაგრამ ორგანიზმში მარტო რთული
ნივთიერებების შექმნის პროცესები როდი მიმდინარეობს, არამედ
ადგილი აქვს დაშლით პროცესებსაც. რთული ნივთიერებები უფრო
მარტივ ნივთიერებებად იშლება. ამ დროს თავისუფლდება ენერგია,
რომელიც ორგანიზმის თვითშენებას ხმარდება.

ამრიგად, ერთის მხრივ წარმოებს რთული ნივთიერებების თან-
დათანობითი დაშლა მარტივ ნივთიერებებად— დ ი ს ი მ ი ლ ა ც ი ა,
ხოლო მეორეს მხრივ მარტივი ნივთიერებებიდან რთულის შექმნა—
ა ს ი მ ი ლ ა ც ი ა.

ასიმილაცია და დისიმილაცია ერთი და იმავე პროცესის—ნივ-
თიერებათა ცვლის ორი მხარეა. ნივთიერებათა ცვლას არაცოცხალ
ბუნებაშიაც აქვს ადგილი, მაგრამ აქ იგი მისი დაშლის, განადგურე-
ბის გამომხატველია, ცოცხალ ნივთიერებაში კი მისი თვითაღდგე-
ნისა და არსებობის ძირითადი პირობაა.

ამრიგად, ცოცხალ ორგანიზმში ნივთიერება არასოდეს არ
რჩება უმოძრაოდ. იგი განუწყვეტლივ იშლება და კვლავ იქმნება
დაშლისა და სინთეზის მრავალრიცხოვანი რეაქციების შედეგად.

აგზნება. აგზნებას უწოდებენ იმ ბიოლოგიურ პროცესს, რო-
მელიც აგზნებად სისტემაში გამოიწვევა და ამით გარეგან რეაქცი-
ას აპირობებს. ფართო ბიოლოგიური გაგებით, აგზნება არის ორგა-
ნიზმის ან მისი ნაწილების ცხოველმოქმედების დროებითი მომა-
ტება მათი არსებობის პირობების ცვლილებების დროს.

უმარტივეს, ერთუჯრედიან ორგანიზმებში აგზნება მოძრაობის რეაქციით გამოვლინდება. მაგალითად, ამებას აგზნების დროს ცრუფეხები უჩნდება. სპეციალიზირებული ქსოვილების მქონე ორგანიზმებში აგზნება სხვადასხვაგვარად გამოიხატება, მაგალითად, აგზნებისას კუნთი იკუმშება, ნერვში აგზნების იმპულსი აღმოცენდება, სეკრეტორულ უჯრედებში კი — წვენი გამოიყოფა. ეს ე. წ. აგზნების სპეციფიკური გამოვლინებაა, არასპეციფიკურს კი ეკუთვნის: ქიმიური ცვლილებანი, სითბოს წარმოშობა და ელექტრული მოვლენები.

ევოლუციამ ცხოველურ ორგანიზმებში აგზნების პროცესის ცვლილება გამოიწვია. უმარტივეს ორგანიზმებში აგზნება აღმოცენდება მაშინ, როდესაც გარემო უშუალოდ პროტოპლაზმაზე მოქმედებს, თანაც აგზნება მხოლოდ იმ ადგილას ჩნდება, სადაც გამაღიზიანებელი მოქმედებს. ამ შემთხვევაში აგზნება ძნელად აღმოცენდება და გავრცელებისაკენ მიდრეკილება არა აქვს.

ფილოგენეზური განვითარების პროცესში, კუნთოვანი და ნერვული ქსოვილის წარმოშობასა და მათი ფუნქციების განვითარებასთან ერთად აგზნების პროცესმა შემდგომი სრულყოფა განიცადა. ადგილობრივი პროცესები თანდათანობით გადადის გავრცელების უნარის მქონე პროცესებში. აგზნება კუნთისა და ნერვის ბოქვოში გავრცელების თვისებას იძენს, ცხოველური ორგანიზმების ისტორიული განვითარების პროცესში აგზნების გავრცელების სისწრაფე სულ უფრო და უფრო მატულობს.

ამრიგად, ცოცხალ ქსოვილს უნარი აქვს განსაზღვრულ ზემოქმედებას აგზნებით უპასუხოს. ქსოვილის ამ თვისებას აგზნებადობა ეწოდება. იმ გარეგან ზეგავლენას კი, რომელიც აგზნებას იწვევს, გამღიზიანებელს უწოდებენ.

გამღიზიანებელი აგზნებად სისტემაზე უშუალოდ კი არ მოქმედებს, არამედ მასში განსაზღვრულ ფიზიკურ-ქიმიურ ცვლილებებს იწვევს და აგზნებადი სისტემაც ამ ცვლილებების უშუალო ზეგავლენის შედეგად აიგზნება. აგზნების გამომწვევ ამ ფიზიკურ-ქიმიურ ცვლილებებს გაღიზიანება ეწოდება.

გამღიზიანებლობა. აღსანიშნავია, რომ ორგანიზმში ისეთი ცოცხალი სისტემებიც არსებობს, რომლებსაც აგზნებადობა არ გააჩნია, ასეთია, მაგალითად შემაერთებული და ზოგიერთი ეპითელური ქსოვილი. თუმცა ამ ქსოვილის უჯრედებსაც შესწევთ უნარი გარეგანი ძალის ზეგავლენით ამოქმედნენ. მაგალითად, ეპითელური უჯრედები ხანგრძლივი მექანიკური გაღიზიანების შედეგად ინტენსიურ ზრდას განიცდიან. ეს მოვლენა არაა აგზნებადობის მაჩვენებელი, რადგან უჯრედების ზრდა მხოლოდ იმ უბნით განისაზღვრება, რო-

მელზედაც გარეგანი ძალა უშუალოდ მოქმედებდა. ამ თვისებას, აგზნებადობისაგან განსხვავებით, გამლიზიანებლობა ეწოდება.

გამლიზიანებლობა ცოცხალი სისტემის ზოგადი თვისებაა, რომელიც იმაში მდგომარეობს, რომ ცოცხალ სისტემას გარეგან ზეგავლენაზე შეუძლია უბასუხოს არასპეციფიკური რეაქციებით: ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებით ან შესუსტებით, ზრდის სიჩქარის ცვლილებებით, რეგენერაციის მოვლენებით და სხვ.

ცხოველთა და მცენარეთა ორგანიზმების ცხოველმოქმედებაში გამლიზიანებლობა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. ცხოველთა განვითარების ყველაზე ელემენტარულ, უდაბლეს სტადიაშიც კი ვნახულობთ გამლიზიანებლობას. ეს თვისება გააჩნია აგრეთვე ყველაზე მეტად დიფერენცირებულ წარმონაქმნებს — კუნთოვან და ნერვულ სისტემას.

აგზნებადობა. იგი ცოცხალი სისტემის უფრო ახალი თვისებაა, რომელიც ფილოგენეზური განვითარების პროცესში გამლიზიანებლობის საფუძველზე წარმოიშვა. იგი განვითარდა რთული ორგანიზმების წარმოშობასთან დაკავშირებით და იგი უმთავრესად კუნთოვანი და ნერვული ქსოვილის თვისებაა.

აგზნებადობას აპირობებს ის გარემოება, რომ ცოცხალი აგზნებადი სისტემა რთული ქიმიური შედგენილობისაა.

ევოლუციის პროცესში, გარემოსთან ურთიერთობის შედეგად, ყველაზე მეტად ის ცხოველები განვითარდნენ, რომელთაც აგზნების წარმომქმნელი და გამტარებელი სისტემა შედარებით კარგად განუვითარდათ.

ორგანიზმის შეგუება გარემოსთან. ორგანიზმის სიცოცხლის შენარჩუნება შესაძლებელია მხოლოდ მისი გარემოსთან შეგუების პირობებში. დედამიწაზე ცხოვრების პირობების ცვალებადობა იწვევს ორგანიზმის ფორმისა და ფუნქციის შეცვლას, რომელიც თაობიდან თაობას შთამომავლობით გადაეცემა. ამიტომ ის ორგანიზმები გადარჩებიან და ვითარდებიან, რომლებიც გარემო პირობებს ეგუებიან. ამრიგად, ორგანიზმის შეგუება გარემოსთან ერთ-ერთი პირობაა სახეობის შენარჩუნებისათვის. ორგანიზმის შეგუება გარემოსთან ნივთიერებათა ცვლის გარდაქმნის შედეგია, რაც ნერვული სისტემით ხორციელდება. ნივთიერებათა ცვლის გარდაქმნის უნარს გარემო პირობების შეცვლისას შეგუებითი ცვალებადობა ეწოდება.

გარემო პირობების სწრაფი ცვალებადობის დროს შეგუება ორგანიზმისათვის შესაძლოა მიზანშეუწონელი და სიცოცხლისათვის საშიშიც კი აღმოჩნდეს. ამ შემთხვევაში ორგანიზმი იღუპება, სახეობა კი გადაშენებას განიცდის.

ბუნებრივ პირობებში ორგანიზმის ისტორიული განვითარებისას შეგუებით ცვალებადობას არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება.

რადგან ფიზიოლოგიური ფუნქციები ნივთიერებათა ცვლაზეა დამოკიდებული, ამიტომ გარემო პირობების შეცვლისას ჯერ ფუნქცია იცვლება, ხოლო შემდეგ ორგანიზმის აგებულება. ცხოველური ორგანიზმების ინდივიდუალური შეგუებულობა ცხოვრების პირობების შეცვლისას, მათი ფუნქციებისა და ქცევების შედარებით სწრაფ ცვლილებებში გამოიხატება.

ჰომეოსტაზი. უმაღლეს ცხოველთა ორგანიზმში გამომუშავდა გარემოსთან შეგუების მექანიზმები, რომლებიც უჯრედების ნორმალური ცხოველმყოფელობისათვის ქმნიან შედარებით მუდმივ პირობებს. ამას განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმის არსებობისათვის.

შინაგანი გარემოს ქიმიური შედგენილობისა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების მუდმივობა უმაღლეს ცხოველთა ორგანიზმების მნიშვნელოვანი თვისებაა. შინაგანი გარემოს მუდმივობას უ. კენონმა **ჰომეოსტაზი** უწოდა. ორგანიზმის ნორმალური მდგომარეობისათვის დამახასიათებელი მაჩვენებლები ე. წ. ბიოლოგიური კონსტანტები **ჰომეოსტაზის** განმსაზღვრელია. ასეთი მაჩვენებლებია: სხეულის ტემპერატურა, სისხლისა და ქსოვილთა სითბოს ოსმოსური წნევა, მასში ნატრიუმის, კალიუმის, კალციუმის, ქლორისა და ფოსფორის იონების, აგრეთვე ცილებისა და შაქრის შემცველობა, წყალბად-იონთა კონცენტრაცია და სხვ. აღსანიშნავია, რომ შინაგანი გარემოს მუდმივობა შეფარდებითია და დინამიური.

სხეულის მუდმივი ტემპერატურის მქონე ცხოველთა უჯრედები ნორმალურად ფუნქციონირებენ ტემპერატურის მცირე ფარგლებში ცვალებადობისას. ადამიანისათვის ეს საზღვრები 36° — 38° ია. მაგრამ თბილისისხლიან ცხოველს შეუძლია არსებობა გარემო ტემპერატურის დიდ ფარგლებში მერყეობისას, რადგან მათ ორგანიზმში ხდება სითბოს ცვლის რეგულირება. მაგალითად, გარემოს დაბალი ტემპერატურის პირობებში სითბოს წარმოქმნა იზრდება, ხოლო სითბოს გაცემა მცირდება და სხეული მუდმივ ტემპერატურას ინარჩუნებს.

ორგანიზმის უჯრედთა ნორმალური ფუნქციონირებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ოსმოსური წნევის შედარებით მუდმივობას, რაც გაპირობებულია უჯრედებში ელექტროლიტებისა და წყლის შემცველობის მუდმივობით. გამომყოფი ორგანოები არეგულირებენ ორგანიზმში წყლისა და ელექტროლიტების შემცველობას, აპირობებენ ოსმოსური წნევის შედარებით მუდმივობის შენარჩუნებას.

უჯრედები მეტად მგრძობიარეა წყალბად-იონთა კონცენტრაციის ცვლილებებისადმი. ორგანიზმის შინაგანი გარემოსათვის დამახასიათებელია წყალბად-იონთა კონცენტრაციის მუდმივობა, რაც ე. წ. ბუფერული სისტემებითა და გამომყოფი ორგანოებითაა განპირობებული.

ასევე მეტად მგრძობიარეა უჯრედები სისხლში შაქრის კონცენტრაციის მიმართ. ამიტომ ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს სისხლში შაქრის შემცველობის მუდმივობის შენარჩუნებას. შაქრის კონცენტრაციის მუდმივობის დაცვა შემდეგნაირად წარმოებს: სისხლში შაქრის რაოდენობის მომატებისას მისგან ღვიძლსა და კუნთებში გლიკოგენი წარმოიქმნება და მარაგის სახით მათ უჯრედებში ლაგდება, ხოლო სისხლში შაქრის რაოდენობის დაქვეითებისას ღვიძლსა და კუნთებში არსებული გლიკოგენი იშლება და კვლავ შაქარი — გლუკოზა წარმოიქმნება.

სხვადასხვა ორგანოსა და მათი სისტემების როლი ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში სხვადასხვაგვარია. ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის ნერვულ სისტემას, რომელიც რეაგირებს რა გარეგან ან შინაგან გარემოს ცვლილებებზე, არეგულირებს ორგანოთა მოქმედებას.

ჰომეოსტაზს გარკვეული საზღვრები გააჩნია. თუ ორგანიზმი ხანგრძლივად იმყოფება არახელსაყრელ პირობებში, ჰომეოსტაზი ირღვევა და სიცოცხლე საფრთხეში ვარდება.

ფუნქციისა და ფორმის ერთიანობა. ცოცხალი ორგანიზმის სრულყოფილი შესწავლა შესაძლებელია მხოლოდ ფუნქციისა და ფორმის ერთიანობაში. ფორმისა და ფუნქციის განცალკევება დაკავშირებულია მეცნიერების შესწავლის ანალიზურ მეთოდთან, ურომლისოდაც ორგანული ბუნების ურთულესი მოვლენების გაგება შეუძლებელი იქნებოდა. მაგრამ ცხადია ისიც, რომ ასეთი დაყოფა ხელოვნურია, რადგან ფორმა და ფუნქცია ერთიმეორეზეა დამოკიდებული და განუყოფელ ერთიანობაში იმყოფება. ფორმისა და ფუნქციის ერთიანობაში ფუნქციას წამყვანი როლი ენიჭება, რადგან იგი უშუალოდ ნივთიერებათა ცვლითაა გაპირობებული. ორგანიზმის ფუნქცია და ფორმა—მისი ისტორიული და ინდივიდუალური განვითარების შედეგია. ფუნქცია შედარებით სწრაფად იცვლება, ხოლო ორგანიზმის აგებულება — გაცილებით ნელა.

ჰუმორალური რეგულაცია. ეს მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში უჯრედთა ურთიერთმოქმედების უძველესი ფორმაა. ორგანოთა ჰუმორალური რეგულაცია ნივთიერებათა ცვლის შედეგად წარმოქმნილი და ორგანიზმის სითხეებში გადასული ქიმიური ნივთიერებებითა

ხორციელდება. ასეთ ნივთიერებებს ეკუთვნის: ცილების დაშლის პროდუქტები, ნახშირმჟავა და სხვ.

ჰუმორალური რეგულაცია ხასიათდება შემდეგი თავისებურებებით: ჯერ ერთი, ქიმიურ ნივთიერებებს, რომლებიც სისხლსა და ორგანიზმის სხვა სითხეებში გადადიან, მოქმედების სფერო არა აქვთ განსაზღვრული, რის გამოც მათ შეუძლიათ იმოქმედონ ყველა ორგანოსა და ქსოვილზე. გარდა ამისა ქიმიური ნივთიერებები შედარებით ნელა ვრცელდება და ბოლოს ისინი უმნიშვნელო რაოდენობითაა და სწრაფად იშლებიან ან გამოიყოფიან.

ნერვული რეგულაცია. ცხოველთა განვითარების გარკვეულ საფეხურზე, ნერვული სისტემის წარმოშობასთან დაკავშირებით რეგულაციის ახალი — ნერვული ფორმა იქმნება. აქ ორგანოთა კავშირი ნერვული სისტემით ხორციელდება, რომლის მოქმედებაც რეფლექსურ ხასიათს ატარებს.

უმალეს ცხოველებში ჰუმორალური რეგულაცია კვლავ ძალაში რჩება და მას ნერვული სისტემა არეგულირებს. იქმნება ე. წ. ნერვულ-ჰუმორალური რეგულაცია.

ნერვულ კავშირებს, ჰუმორალურისაგან განსხვავებით, განსაზღვრულ ორგანოებისაკენ ზუსტი მიმართულება აქვს; შემდეგ, ნერვული სისტემის საშუალებით კავშირი დიდი სისწრაფით ხორციელდება, ვიდრე ქიმიური ნივთიერებებით.

დადგენილია, რომ ნერვულ ბოჭკოთა დაბოლოებებში, რომლებიც ეხებათ ორგანოს ან სხვა ნერვულ უჯრედებს, გამოიყოფა სპეციალური ქიმიური ნივთიერებები, ანუ მედიატორები, რომლებიც გადადიან რა ქსოვილის სითხეებში, უშუალოდ მოქმედებენ ნერვულ სისტემასა და სპეციალიზირებულ ნერვულ დაბოლოებებზე.

ევოლუციის შემდგომ ეტაპზე წარმოიქმნება სპეციალური ორგანოები — ჭირკვლები, რომლებიც გამოიმუშავენ ჰუმორალურად მოქმედ ნივთიერებებს — ჰორმონებს.

ნერვული სისტემის საშუალებით კავშირი მყარდება, როგორც ორგანიზმსა და გარემოს, ისე ცალკეულ ორგანოებს შორის.

ნერვული სისტემა აძლიერებს ან აქვეითებს ორგანოების მოქმედებას არა მარტო ნერვული იმპულსებით, არამედ ორგანიზმის სითხეებში (სისხლი, ლიმფა, თავზურგტვინისა და ქსოვილური სითხე) გადასული მედიატორების, ჰორმონებისა და მეტაბოლიტების საშუალებით. აღნიშნული ნივთიერებები ორგანოებსა და ნერვულ სისტემაზე მოქმედებენ. ამიტომ, ბუნებრივ პირობებში არ არსებობს მხოლოდ ნერვული რეგულაცია, არამედ იგი ნერვულ-ჰუმორალურია.

ნერვულ-ჰუმორალური მოქმედება უზრუნველყოფს ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ ფუნქციათა თვითრეგულაციას, რაც ორგანიზმის არსებობის აუცილებელი პირობაა. გარემოში ან ორგანიზმში მომხდარი ცვლილებები იწვევს გარკვეულ ძვრებს ორგანიზმში მოქმედებაში, რაც თავის მხრივ არსებობის ნორმალური პირობების — ჰომეოსტაზის აღდგენას იწვევს. რაც უფრო განვითარებულია ორგანიზმი, მით უფრო სრულყოფილია მისი ფუნქციების თვითრეგულაცია.

თვითრეგულაცია ხორციელდება მარეგულირებელ პროცესებსა და რეგულატორებს შორის უკუკავშირების არსებობის გამო. მაგალითად, შუამდებარე ტვინის ნერვული ცენტრები მოქმედებს თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქის ჰორმონების (მინერალოკორტიკოიდების) სეკრეციაზე, არეგულირებს ნატრიუმის ცვლას და იცავს მისი კონცენტრაციის მუდმივობას სისხლში. ამის მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ იმიტომ, რომ ნატრიუმის კონცენტრაციის შეცვლა სისხლში თავის მხრივ მოქმედებს თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქის სეკრეციის მარეგულირებელ ცენტრებზე და შესაბამისად აძლიერებს ან აქვეითებს ჰორმონების გამოყოფას.

თ ა ვ ი პ ი რ ვ ე ლ ი

ს ი ს ხ ლ ი

სისხლის მნიშვნელობა

სისხლი, ღიმფასა და ქსოვილთა სითხესთან ერთად, ქმნის ორგანიზმის შინაგან გარემოს, რომელიც თავისი შედგენილობისა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შედარებითი მუდმივობით უჭრედებისათვის იქმნება მუდმივი პირობები-ჰომეოსტაზი.

ამრიგად, სისხლის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფუნქციაა ჰომეოსტაზის შენარჩუნება, რომელიც უჭრედებსა და ქსოვილებში წყლისა და ელექტროლიტების რაოდენობის შედარებითი მუდმივობის შენარჩუნებაში გამოიხატება.

სისხლი ასრულებს, აგრეთვე, სატრანსპორტო ფუნქციას. იგი ქსოვილებს აწვდის საკვებ ნივთიერებებს — გლუკოზას, ამინომჟავებს, პოლიპეპტიდებს, ცხიმებს, ვიტამინებს, მინერალურ მარილებს, წყალს და აგრეთვე ჟანგბადს; ხოლო ქსოვილებიდან გამოაქვს ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტები:

ამონიაკი, შარლოვანა, შარდის მუეა და სხვა, აგრეთვე ნახშირორ-
ჟანგი.

სისხლი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ჰუმორალურ
რეგულაციაში. სისხლს გადააქვს ჰორმონები და სხვა ფიზი-
ოლოგიურად აქტიური ნივთიერებანი. ისინი მოქმედებენ ორგანო-
ებზე და არეგულირებენ მათ მოქმედებას.

სისხლი ასრულებს დაცვით ფუნქციას. სისხლში მოხვედ-
რილი მიკროორგანიზმები შთაინთქმება ლეიკოციტების მიერ (ფა-
გოციტოზი), ხოლო სისხლში არსებული ტოქსინების (შხამიანი ნივ-
თიერებების) უვნებელყოფა ხდება განსაკუთრებული ნივთიერებე-
ბით — ანტიტოქსინებით. სისხლის დაცვით ფუნქციას ეკუთვნის,
აგრეთვე ორგანიზმის შეუვალობა სხვადასხვა ინფექციურ დაავა-
ლებათა მიმართ, რომელიც იმუნიტეტის სახელითაა ცნობილი.

სისხლის შედგენილობა

სისხლი შედგება თხიერი ნაწილის — პლაზმისა და მასში შე-
წონილი ფორმიანი ელემენტებისაგან: ერითროციტების — სისხ-
ლის წითელი ბურთულების, ლეიკოციტებისა — სისხლის თეთრი
ბურთულებისა და თრომბოციტებისაგან — სისხლის ფირფიტები-
საგან.

სისხლის ცენტროფუგირებისას ფორმიანი ელემენტები თავისი
სიმძიმის გამო დაილექება, რის გამოც სისხლი ორ ფენად გაიყოფა.
ქვედა წითელი ფერის, რომელიც ფორმიანი ელემენტებისაგან შე-
დგება და ზედა — გამჭვირვალე, უფერო ან მოყვითალო, რომე-
ლიც პლაზმას წარმოადგენს. ლეიკოციტები, ერითროციტებთან შე-
დარებით, მსუბუქია, ამიტომ ისინი თხელი აპკის სახით თავსდებათ
პლაზმასა და ერითროციტებს შორის.

პლაზმის მოცულობა 55—60%, ხოლო 40—45% მოდის ფორ-
მიან ელემენტებზე.

სისხლის რაოდენობა, ხვედრითი წონა და სივლანთა

ასაკოვანი ადამიანის ორგანიზმში სისხლის საერთო რა-
ოდენობა შეადგენს 6—7,5%, ე. ი. სხეულის წონის 1/13. ადა-
მიანს, რომელიც 70 კგ. იწონის, 5—6 ლ. სისხლი აქვს. ჩვეულებ-
რივ, სისხლძარღვებში სისხლის მხოლოდ ნაწილი მიმოიქცევა, და-
ნარჩენი ნაწილი სისხლის დეპოებში (ღვიძლი, ელენთა, კანი) იმ-
ყოფება. საჭიროების შემთხვევაში სისხლი დეპოებიდან მობილიზ-

დება. სისხლის საერთო რაოდენობის 1/3 დაკარგვამ შეიძლება ორგანიზმის სიკვდილი გამოიწვიოს.

სისხლის სიბლანტე დაახლოებით 5-ის ტოლია (წყლის სიბლანტე მიჩნეულია ერთის ტოლად). სისხლის სიბლანტე განპირობებულია მასში ცილებისა და ერთთროციტების არსებობით. იგი მატულობს წყლის დაკარგვისა და ერთთროციტების რაოდენობის მომატებისას.

სისხლის ხვედრითი წონა უდრის 1.050—1.060. სისხლის ხვედრითი წონა ქვეითდება სისხლის დაკარგვისას და მატულობს ორგანიზმის მიერ წყლის გაძლიერებული გამოყოფის დროს.

სისხლის შედგენილობისა და თვისებების გართულება ევოლუციის პროცესში

სისხლი, როგორც ორგანიზმის შინაგანი გარემო, წარმოიშვა ცხოველური ორგანიზმების გართულებასთან ერთად. ერთუჯრედიანი ცხოველური ორგანიზმები გარემოსთან ნივთიერების ცვლას აწარმოებენ უშუალოდ უჯრედის სხეულის თავისუფალი ზედაპირით.

ევოლუციის პროცესში მრავალუჯრედიან ორგანიზმში ვითარდება ნივთიერებების გადატანის სპეციალური სისტემა. პრიმიტიულ მრავალუჯრედიან ცხოველებს — ნაწლავლურიანებს უვითარდებათ არხთა სისტემა, ე. წ. გასტროვასკულარული სისტემა, რომელიც გარემოსთან უშუალოდაა დაკავშირებული, ღრუწნაწლავიანებში საკვები ნივთიერებების მიწოდება უჯრედებთან და უჯრედებიდან. ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტების გამოყოფა წარმოებს წყლისმაგვარი სითხით — ჰემოლიმფით. ზოგიერთ უხერხემლო ცხოველებში ჰემოლიმფა შეიცავს ცილოვან ნივთიერებას, რომელსაც ჟანგბადი გადააქვს.

ორგანიზმის გადიდებასთან ერთად ნივთიერებათა ცვლა ქსოვილებსა და ზღვის წყალს შორის გაძნელდა, რის გამოც ორგანიზმის შიგნით ცირკულირებული სითხე თავისი შედგენილობით თანდათანობით გართულდა და გარდაიქმნა რთულ შინაგან არედ, რომელიც მოცემული ცხოველის სახისათვისაა დამახასიათებელი.

ფეხსახსრიაანება და მოლუსკებში, მათ ჯერ კიდევ დაუხშველ მილთა სისტემაში, ცირკულირებს — ჰემოლიმფა, რომელიც უფრო მეტ ცილებსა და არაორგანულ ნივთიერებებს შეიცავს, ვიდრე ჰიდროლიმფა. ჰემოლიმფაში გახსნილია სისხლის პიგმენტები — ქრომოპროტეიდები, რომლებიც სუნთქვით ფუნქციას ასრულებენ.

ჰემოლიმფა ერთდროულად სისხლისა და ლიმფის ფუნქციებს ასრულებს.

უფრო მაღალორგანიზებულ მრავალუჯრედიან ცხოველებს უჩნდებათ სისხლძარღვთა სისტემა. ეს სისტემა არ უკავშირდება გარეგან გარემოს და მასში მოძრაობს სისხლი. სისხლძარღვთა კაპილარული ქსელის განვითარების გამო სისხლი ეხება ყველა ქსოვილსა და უჯრედს და უზრუნველყოფს ორგანიზმსა და გარემოს შორის ნივთიერებათა ცვლას.

ზოგიერთ უხერხემლოთა, ყველა ხერხემლიანი ცხოველისა და აგრეთვე ადამიანის, სისხლძარღვთა სისტემა დახშულია და სისხლი გამოყოფილია ლიმფისაგან.

სისხლის პლაზმა

1 პლაზმის შედგენილობა

პლაზმა შედგება წყლისა და ორგანული ნივთიერებებისაგან. 90—92% წყალია, ხოლო 10% მშრალი ნაშთი. მშრალი ნაშთის 7% ცილებია (ალბუმინი, გლობულინი და ფიბრინოგენი), ხოლო 3% დანარჩენი ორგანული ნარტები (გლუკოზა, ამინომჟავები, ცხიმოვანი ნივთიერებები, შარდოვანა, შარდმჟავა, პორმონები, ფერმენტები და სხვა) და არაორგანული მარილები.

მინერალური ნივთიერებანი შეიცავენ კათიონებს — დადებითი ელექტრობით დამუხტულ ნატრიუმის, კალიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის და რკინის იონებს და ანიონებს — უარყოფითი ელექტრობით დამუხტულ ქლორის, იოდის, გოგირდისა და ფოსფორის იონებს. უნდა აღინიშნოს, რომ პლაზმის შედგენილობა ნორმალურ ფიზიოლოგიურ პირობებში შედარებით მუდმივია.

2 პლაზმის ოსმოსური წნევა

პლაზმაში გახსნილ ნივთიერებების მიერ განვითარებულ წნევას პლაზმის ოსმოსური წნევა ეწოდება. რაც უფრო მეტია მასში გახსნილი ნივთიერებების კონცენტრაცია, მით უფრო მაღალია ოსმოსური წნევა და პირიქით. პლაზმის ოსმოსური წნევა ძირითადად დამოკიდებულია მინერალური მარილების კონცენტრაციაზე. დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, ქსოვილებში წყლისა და მასში გახსნილ ნივთიერებების განაწილებას.

ორგანიზმში ოსმოსური წნევა მუდმივია. იგი უდრის 7,6—8,1 ატმ. ოსმოსური წნევის მუდმივობა რეგულირდება გამომყოფი ორ-

განობის (თირკმელების, საოფლე ჯირკვლები და სხვა) მიერ, რომლებიც გაძლიერებული მოქმედების შედეგად ორგანიზმიდან გამოყოფენ წყლისა ან მარილების ზედმეტ რაოდენობას.

გამომყოფ ორგანოთა მოქმედების გაძლიერება რეფლექსურად წარმოებს: ოსმოსური წნევის ცვლილებისას, სისხლძარღვთა კედლებში არსებული სპეციალური რეცეპტორები აიგზნება, რომელიც გამომყოფ ორგანოთა მოქმედების რეფლექსურ ცვლილებებს იწვევს.

ოსმოსური წნევის მუდმივობის შენარჩუნებას დიდი მნიშვნელობა აქვს უჯრედების ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის. ოსმოსური წნევის ცვლილება იწვევს წყლის ცვლის დარღვევას, რომელიც კარგად ჩანს ერითროციტების მაგალითზე: თუ ერითროციტებს მოვთავსებთ პლაზმის თანაბარი ოსმოსური წნევის მქონე მარილას ხსნარში (იზოტონური ხსნარი), მაშინ ერითროციტები ცვლილებებს არ განიცდის. მაღალი ოსმოსური წნევის მქონე ხსნარში (ჰიპერტონული ხსნარი) მოთავსებისას ერითროციტები იკმუხნება, რადგან ერითროციტებიდან წყალი იწყებს გამოსვლას. დაბალი ოსმოსური წნევის მქონე ხსნარში (ჰიპოტონური ხსნარი) მოთავსებისას წყალი შედის ერითროციტებში, ისინი იბერებიან, სკდებათ და ამრიგად იშლებიან. ერითროციტების დაშლას ჰემოლიზი ეწოდება. იზოტონური ხსნარის მაგალითს წარმოადგენს ფიზიოლოგიური ხსნარი (NaCl-ის 0,9% ხსნარი. თბილისისხლიანი ცხოველებისათვის, ხოლო 0,6% — ცივისისხლიანებისათვის).

პლაზმის ცილები

სისხლის პლაზმის ცილებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმისათვის:

1. ცილები აპირობებენ ონკოზურ წნევას, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სისხლსა და ქსოვილებს შორის წყლის ცვლის რეგულაციაში.

2. ცილები, ბუფერული თვისებების გამო, სისხლს უნარჩუნებენ მჟავა-ბუტოვან წონასწორობას.

3. ცილები სისხლის პლაზმას გარკვეულ სიბლანტეს ანიჭებენ, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს არტერიული წნევის დონის შენარჩუნებისათვის.

4. პლაზმის ცილები, ქმნიან რა ხელისშემშლელ პირობებს ერითროციტების დალექვისათვის, დიდ როლს ასრულებს სისხლის სტაბილურობაში.

5. პლაზმის ცილა — ფიბრინოგენი სისხლის შედედების ძთავარი ფაქტორია.

6. სისხლის პლაზმის ცილები იმუნიტეტის მნიშვნელოვანი ფაქტორია.

სისხლის პლაზმა შეიცავს რამდენიმე ათეულ სხვადასხვა ცილას, რომლებიც სამ ძირითად ჯგუფს ქმნის: ალბუმინებს, გლობულინებს და ფიბრინოგენს. გლობულინები გაყოფილია რამდენიმე ფრაქციად $\alpha_1, \alpha_2, \beta$ და γ გლობულინებად.

გამა-გლობულინების შეყვანა იწვევს ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარის მომატებას ინფექციის მიმართ, რადგანაც ანტისხეულები ძირითადად გამა-გლობულინებს წარმოადგენენ.

სისხლის პლაზმის ცილების სინთეზი ღვიძლში წარმოებს, მაგრამ ცილა გლობულინი, არა მარტო ღვიძლში წარმოიქმნება, არამედ, აგრეთვე ძვლის ტვინში, ელენთაში და ლიმფურ ჯირკვლებში.

ოსმოსური წნევა იქმნება არა მარტო პლაზმაში გახსნილი კრისტალოიდებით, არამედ აგრეთვე კოლოიდებითაც — პლაზმის ცილებით. პლაზმის ცილებით განპირობებულ ოსმოსურ წნევას ონკოზური წნევა ეწოდება. იგი უმნიშვნელოა და შეადგენს 0,03—0,04 ატმ. მიუხედავად მცირე სიდიდისა ონკოზური წნევა მეტად მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სისხლსა და ქსოვილებს შორის წყლის ცვლაში.

სისხლის რეაქცია

სისხლის აქტიური რეაქცია განპირობებულია მასში წყალბადისა (H^+) და ჰიდროქსიდის (OH^-) იონთა კონცენტრაციით. სისხლის რეაქციას დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს, რადგან ნივთიერებათა ცვლის პროცესების მიმდინარეობისათვის აუცილებელია სისხლის გარკვეული რეაქცია.

სისხლის რეაქცია სუსტი ტუტეა, არტერიული სისხლის მაჩვენებელი — pH 7,4 ტოლია, ხოლო ვენურისა — 7,35 (ნაწირობა ვას დიდი რაოდენობით არსებობის გამო). სისხლის აქტიური რეაქციის სიდიდე შედარებით მუდმივია, რაც განპირობებულია პლაზმისა და ერითროციტების ბუფერული თვისებებით, აგრეთვე გამომყოფი ორგანოების მოქმედებით.

ბუფერული თვისებები ისეთ ხსნარებს ახასიათებს, რომლებიც ძლიერი ფუძისაგან წარმოქმნილ სუსტ მჟავასა და მის მარილს შეიცავენ. ასეთი ხსნარისათვის ძლიერი მჟავის ან ტუტის მიმატება რეაქციის ძლიერ გადახრას არ გამოიწვევს. ეს იმით აიხსნება, რომ ძლიერი მჟავა გამოდევნის სუსტ მჟავას იმ ნაერთიდან, რო-

მელშიც იგი იყო შეერთებული და წარმოიქმნება სუსტი მჟავა და ძლიერი მჟავას მარილი. ძლიერი ფუძის მომატებისას სუსტი მჟავას მარილი და წყალი წარმოიქმნება. ამრიგად, ბუფერული ხსნარი ხელს უშლის რეაქციის გადახრას მჟავიანობის თუ ტუტეიანობის მხარეზე.

სისხლში ბუფერულ სისტემებს ქმნის:

1. ნახშირმჟავა — ორნახშირმჟავა ნატრიუმი — კარბონატული ბუფერული სისტემა.

2. ერთფუძიანი — ორფუძიანი ფოსფორმჟავა ნატრიუმი — ფოსფატური ბუფერული სისტემა.

3. პლაზმის ცილები — პლაზმის ცილების ბუფერული სისტემა. ცილებს შეუძლიათ გარემოს რეაქციის მიხედვით მოხლიჩონ, როგორც წყალბადის, ისე ჰიდროქსილის იონები.

4. ჰემოგლობინი (ჰემოგლობინის კალიუმის მარილი) — ჰემოგლობინის ბუფერული სისტემა სისხლის ბუფერული თვისების დაახლოებით 75% ჰემოგლობინითაა განპირობებული.

სისხლის ბუფერული სისტემის დამახასიათებელი თვისებაა რეაქციის შედარებით იოლი გადახრა ტუტეიანობისაკენ, ვიდრე მჟავიანობის მხარეზე. სისხლში შემავალი სუსტი მჟავების ტუტოვანი მარილები ქმნის ე. წ. სისხლის საარეზერვო ტუტეიანობას, რადგან სისხლში არსებობს მჟავური და ტუტოვანი ეკვივალენტების საკმაოდ მუდმივი შეფარდება, ამიტომ ადგილი აქვს სისხლის მჟავურ-ტუტოვან წონასწორობას. pH უკიდურესი საზღვრებია 7,0—7,8. ამ საზღვრებს იქით გადახრა მძიმე გართულებებსა და სიკვდილსაც კი იწვევს.

მიუხედავად ბუფერული სისტემების არსებობისა, ზოგიერთ ფიზიოლოგიურ და განსაკუთრებით პათოლოგიურ პირობებში სისხლის აქტიური რეაქციის გადახრა აღინიშნება. რეაქციის გადახრას მჟავიანობისაკენ აციდოზი ეწოდება, ხოლო ტუტეიანობისაკენ — ალკალოზი.

სისხლის რეაქციის მუდმივობის შენარჩუნებაში, გარკვეულ როლს ასრულებს, აგრეთვე ფილტვები, თირკმლები და საოფლე ჯირკვლები. ფილტვებით ხდება ნახშირორჟანგის გამოყოფა, ხოლო თირკმელებისა და საოფლე ჯირკვლების საშუალებით — მჟავებისა და ტუტებისა.

სისხლის რეაქციის უმნიშვნელო გადახრა აღინიშნება გაძლიერებული კუნთოვანი მუშაობის დროს, გაძლიერებული სუნთქვისას და სხვა. ძლიერი ფიზიკური მუშაობისას სისხლში გადადის რძის-მჟავის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს რეაქციის გადახრა მჟავიანობისაკენ. მუშაობის შეწყვეტისას

სისხლის რეაქცია ისევ ნორმალურ დონეს უბრუნდება. გაძლიერებული სუნთქვის დროს სისხლიდან ნახშირორჟანგის დიდი რაოდენობა გამოიყოფა, რის გამოც რეაქცია ტუტიანობისაკენ გადაიხრება. ნორმალური სუნთქვის დროს, სისხლის რეაქცია კვლავ ნორმის ფარგლებშია.

— სისხლის შედედება

სისხლის შედედებას დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი იცავს ორგანიზმს სისხლის დაკარგვისაგან. ადამიანის ორგანიზმიდან გამოსული სისხლი 3—4 წუთის შემდეგ იწყებს შედედებას. სისხლის შედედებას საფუძვლად უდევს პლაზმაში არსებული ხსნადი ცილის — ფიბრინოგენის უხსნად მდგომარეობაში — ფიბრინად გარდაქმნა. ფიბრინი წვრილი ძაფების სახით გამოიყოფა და ქმნის ბადეს, რომლის მარყუქებშიც ფორმიანი ელემენტები ლაგდება. ამ წარმოქმნას კოლტი ანუ თრომბი ეწოდება, რომელიც ერთგვარ საცობს წარმოადგენს, ახშობს სისხლძარღვს და წყვეტს სისხლდენას.

ფიბრინ მოცილებულ სისხლს — დეფიბრინირებულ ეწოდება, რომელიც შედეგება ფორმიანი ელემენტებისაგან და შრატისაგან. ამრიგად, სისხლის შრატი პლაზმისაგან განსხვავებით არ შეიცავს ფიბრინოგენს.

სისხლის შედედების მექანიზმის ასახსნელად დიდი აღიარება ჰპოვა ფერმენტულმა თეორიამ, რომელსაც საფუძველი ჩაუყარა ა. შმიდტმა.

სისხლის შედედებაში არჩევენ სამ სტადიას:

პირველ სტადიაში ადგილი აქვს ფერმენტ თრომბოკლასტიკინის წარმოქმნას. სისხლში ჩვეულებრივ თრომბოკლასტინი არაა. იგი წარმოიქმნება სისხლის დენის შემთხვევაში თრომბოციტების დაშლისას ან ქსოვილთა დაზიანებისას.

მეორე სტადიაში, თრომბოკლასტინი კალციუმის იონებთან ერთად მოქმედებს სისხლში არსებულ არააქტიურ ფერმენტ პროთრომბინზე და მას აქტიურ ფერმენტ თრომბინად გადააქცევს.

მესამე სტადიაში, ფერმენტი თრომბინი მოქმედებს სისხლში ხსნად მდგომარეობაში მყოფ ცილა — ფიბრინოგენზე და მას უხსნად ცილად ფიბრინად გადააქცევს.

სისხლი შეიძლება შედედდეს ორგანიზმის შიგნით სისხლძარღვთა შიგნითა გარისის დაზიანებისას და სისხლის შედედების უნარის 3. დ. გაბუნია, თ. ნაშორაძე

მომატებისას. ამ შემთხვევაში თრომბი სისხლძარღვთა შიგნით წარმოიქმნება.

აღსანიშნავია, რომ რიგი ფიზიკური ფაქტორები და ქიმიური ნაერთები, აკავებენ სისხლის შედედებას. მაგალითად, სისხლის შედედება მკვეთრად ნელდება სიცივეში, აგრეთვე ჭურჭელში, რომლის კედლები დაფარულია პარაფინით ან სილიკონით. სისხლის შედედებას ხელს უშლის მეთაუნმეავასა და ლიმონმეავას მარილები, **ჰეპარინი**, რომელიც გამოიშუავდება ფილტვებსა და ღვიძლში და **ჰირუდინი**, რომელიც წურბელას სანერწყვე ჯირკვლების პროდუქტია. შედედების საწინააღმდეგო ნივთიერებებს **ანტიკოაგულანტებს** უწოდებენ.

ზოგიერთ შემთხვევაში (მამაკაცებში) ვითარდება დაავადება — **ჰემოფილია**, რომელსაც სისხლის შედედების მკვეთრი დაქვეითება ახასიათებს. ამ დროს მცირე ჰრილობასაც კი შეუძლია სასიკვდილო სისხლდენა გამოიწვიოს. ჰემოფილიის განვითარებას სისხლში **ანტიჰემოფილური გლობულინის** არარსებობას უკავშირებენ.

სისხლის ფორმიანი ელემენტები პარიტროციტები

ადამიანისა და ბუნებრივად ერიტროციტები ანუ სისხლის წითელი ბურთულები მრგვალი, ორმხრივჩაზნეკილი, უბირთვო უჯრედებია. ადამიანის ერიტროციტების დიამეტრი 7—8 მიკრონია, სისქე კი — 2—2,5 მიკრონი. დიდი მნიშვნელობა აქვს ერიტროციტების საერთო ზედაპირის ფართობს, რომლის მეშვეობითაც ხდება ჟანგბადის შთანთქმა და გაცემა. იგი დაახლოებით 3000 მ² აღწევს.

მამაკაცის 1 მმ³ სისხლში 5 000 000-მდე ერიტროციტია, ხოლო ქალის სისხლში 4 500 000-მდე. ახალშობილებში ერიტროციტების რაოდენობა უფრო მეტია, ვიდრე მოზრდილებში.

სისხლში ერიტროციტების რიცხვი შეიძლება შეიცვალოს. იგი მატულობს სიმაღლეზე ასვლისას, კუნთური მუშაობისას, ემოციური ავზნებისას და სხვა. ერიტროციტების დაკლება აღინიშნება სისხლის დაკარგვისას, ერიტროციტების დაშლის გაძლიერების ან სისხლწარმოქმნის დაქვეითების დროს. ერიტროციტების რიცხვის მომატებას **პოლიციტემია** ეწოდება, ხოლო შემცირებას — **ერიტოპენია**.

ერიტროციტების ძირითადი ფუნქცია **ფილტვებიდან** ორ-

გ ა ნ ი ზ მ ი ს უჭრედებთან, ქანგბადის გადატანაა. აღნიშნული ფუნქცია გაპირობებულია ერთოროციტებში ჰ ე მ ო გ ლ ო ბ ი ნ ი ს არსებობით.

ჰ ე მ ო გ ლ ო ბ ი ნ ი

ჰემოგლობინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ორგანიზმში: იგი ქანგბადის გადატანია, ნაწილობრივ გადააქვს აგრეთვე ნახშირორჟანგიც. ჰემოგლობინი შედგება ცილა — გ ლ ო ბ ი ნ ი ს ა და რკინის შემცველ — ჰ ე მ ი ს ა გ ა ნ.

ქანგბადის შეერთების შემდეგ ჰემოგლობინი გარდაიქმნება ოქსიჰემოგლობინად. ამასთან რკინის ვალენტობა არ იცვლება — რკინა რჩება ორვალენტიანი. ოქსიჰემოგლობინს, რომელმაც გასცა ქანგბადი, აღდგენილი ანუ რ ე დ უ ც ი რ ე ბ უ ლ ი ჰ ე მ ო გ ლ ო ბ ი ნ ი ეწოდება.

მოზრდილი ადამიანის სისხლი შეიცავს ჰემოგლობინის 14—15%. მისი საერთო რაოდენობა დაახლოებით 700 გ უდრის.

ორგანიზმში განუწყვეტლივ მიმდინარეობს ჰემოგლობინის სინთეზი და დაშლა. მისი სინთეზი ძვლის წითელ ტვინში ხდება, ხოლო დაშლა ღვიძლსა და ელენთაში. ჰემოგლობინის დაშლის შედეგად წარმოიქმნება პიგმენტი ბილირუბინი, რომელიც ნაღველთან ერთად გადადის ნაწლავებში, სადაც გარდაიქმნება სტერკობილინად და ურუბილინად. აღნიშნული პიგმენტები განავალთან და შარდთან ერთად გამოიყოფა.

ადამიანისა და ცხოველთა ორგანიზმში შეიძლება წარმოიქმნას ჰემოგლობინის სხვა ნაერთებიც, როგორცაა მეტჰემოგლობინი და კარბოქსიჰემოგლობინი.

მ ე ტ ჰ ე მ ო გ ლ ო ბ ი ნ ი ჰემოგლობინის ქანგბადთან მყარი ნაერთია. ამ დროს იცვლება რკინის ვალენტობა — ორვალენტიანი რკინა სამვალენტიანში გადადის. სისხლში მეტჰემოგლობინის დიდი რაოდენობით დაგროვების შემთხვევაში ქსოვილებისათვის ქანგბადის გაცემა გაძნელებულია და ვითარდება სიკვდილი მოხრჩობისაგან.

კ ა რ ბ ო ქ ს ი ჰ ე მ ო გ ლ ო ბ ი ნ ი ჰემოგლობინის ნაერთია ნახშირორჟანგთან (CO) ანუ მხუთავ გაზთან. ეს ნაერთი 150—300-ჯერ უფრო მდგრადია, ვიდრე ჰემოგლობინის ნაერთი ქანგბადთან. ჰაერში მხუთავი გაზის უმნიშვნელო რაოდენობაც კი (0,1%) სახიფათოა სიცოცხლისათვის, რადგან ამ დროს ჰემოგლობინის მთელი 80% მასთანაა შეერთებული. სუფთა ჰაერით სუნთქვისას ნახშირორჟანგი სცილდება კარბოქსიჰემოგლობინს.

ერიტროციტების გარსის დაშლას ჰემოლიზი ეწოდება. ამ დროს ჰემოგლობინი პლაზმაში გადადის, პლაზმა წითლად იღებება და ხდება გამჭირვალე (ლაქური სისხლი).

ერიტროციტების დაშლა შეიძლება მოხდეს ორგანიზმში და მის გარეთ. თუ ერიტროციტებს მოვათავსებთ ჰიპოტონურ ხსნარში, მაშინ წყალი ხსნარიდან გადადის ერიტროციტებში, იწყებს მათ ზრდას მოცულობაში და გარსის გასკდომას. ადამიანის შემთხვევაში ჰემოლიზი იწყება NaCl-ის 0,4% ხსნარში.

ჰემოლიზი შეიძლება გამოიწვიოს სხვადასხვა ქიმიურმა ნივთიერებამ, როგორცაა: ეთერი, ქლოროფორმი, ბენზოლი, ალკოჰოლი, აგრეთვე ნაღვლის მკვებები, საპონინი, პიროგალოლი და სხვ. ერიტროციტების დაშლა შეიძლება გამოიწვიოს ძლიერ მექანიკურმა ზემოქმედებამ — სისხლით სავსე ამპულის შენჯღრევამ. ჰემოლიზი შეიძლება გამოიწვიოს, აგრეთვე სისხლის განმეორებითმა გაყინვამ და გაღობამ.

ორგანიზმში ჰემოლიზი შეიძლება განვითარდეს ზოგიერთი გველის შხამის გავლენით და აგრეთვე განსაკუთრებული ნივთიერებების ჰემოლიზინების მოქმედებით.

ერიტროციტების დალუქვის რეაქცია

კლინიკაში სხვადასხვა დაავადების დიაგნოზის დასმისას ფართოდ მიმართავენ ერიტროციტების დალუქვის რეაქციის (ედრ) განსაზღვრას. ამ მიზნით სისხლის შედედების თავიდან ასაცილებლად სისხლს უმატებენ ლიმონმკვება ნატრიუმის ხსნარს და შეიწოვენ მილიმეტრებად დაყოფილ მინის კაპილარულ მილში. შემდეგ ასეთ მილს ათავსებენ სპეციალურ სადგომში და ერთი საათის შემდეგ გამოითვლიან დალუქილი ერიტროციტების ზემოთ არსებული პლაზმის რაოდენობას. ქალებში ერიტროციტების დალუქვის რეაქცია, 7—12 მმ-ია საათში, მამაკაცებში კი 3—9 მმ. ახალშობილებში იგი მხოლოდ 0,5 მმ უდრის. ერიტროციტების დალუქვის რეაქციის აჩქარება აღინიშნება ორსულ ქალებში, აგრეთვე ტუბერკულოზის, ანთებითი პროცესებისა და ორგანიზმის სხვა პათოლოგიური ცვლილებების დროს.

ლეიკოციტები

ლეიკოციტები ანუ სისხლის თეთრი ბურთულები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ორგანიზმში. მათი ფუნქციებია: ფაგოციტოზი, ანტისხეულთა წარმოქმნა და ტოქსინების უვნებელყოფა. მოზრდილი

ადამიანის 1 მმ³ სისხლში ლეიკოციტების რაოდენობა უდრის 6000—8000. ლეიკოციტების რიცხვის მომატებას ლეიკოციტოზი ეწოდება, ხოლო შემცირებას ლეიკოპენია. ლეიკოციტოზი გვხვდება მთელი რიგი პათოლოგიური (ანთებითი) პროცესების დროს, მაგრამ იგი გვხვდება, აგრეთვე ჯანმრთელ ადამიანებშიც — საკმლის მონელების, კუნთური მუშაობის, ძლიერი ემოციების, ძლიერი ტკივილის დროს და სხვ.

მორფოლოგიურად ლეიკოციტები ორ ჯგუფად იყოფა: მარცვლოვან ლეიკოციტებად ანუ გრანულოციტებად და უმარცვლო ლეიკოციტებად ანუ აგრანულოციტებად.

გრანულოციტებს ეკუთვნის: ნეიტროფილები, ეოზინოფილები და ბაზოფილები.

ნეიტროფილების რაოდენობა 70% იღებება ნეიტროფილიური საღებავებით. მათი ფუნქციაა ფაგოციტოზი და ანტისხეულების წარმოქმნა. ამ უჯრედებს შესწევს უნარი კაპილარის ენდოთელიუმის კედელში გავლისა და ინფექციის შეჭრის ადგილისაკენ აქტიური გადაადგილებისა. მათი მოძრაობა ამებოიდურია. მწვავე ანთებითი პროცესების დროს ნეიტროფილების რაოდენობა მკვეთრად მატულობს. ჩვეულებრივ სისხლში გვხვდება არა მარტო ნეიტროფილების მომწიფებელი ფორმები (სეგმენტბირთვიანები), არამედ მოუმწიფებელი უჯრედებიც (ჩხირბირთვიანები, 3—5% და ახალგაზრდა ფორმები, 0—1%), ნეიტროფილური ლეიკოციტოზის დროს სისხლში შეიძლება გაჩნდეს ახალგაზრდა ფორმების წინამორბედი უჯრედები — მიელოციტები.

ეოზინოფილების რაოდენობა 1—4%. ისინი იღებებიან მქავე საღებავებით (ეოზინით და სხვა). ეოზინოფილები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ცილოვანი წარმოშობის შხამებისა და უცხო ცილების დაშლასა და უვნებელყოფაში. ამ დროს ეოზინოფილების რიცხვი მატულობს.

ბაზოფილების რაოდენობა 0,5—1%, ისინი იღებებიან ძირითადი საღებავებით (მეთილენის ლილით და სხვა). ბაზოფილების რაოდენობა მატულობს მწვავე ანთების დასკვნით ფაზაში.

აგრანულოციტებს ეკუთვნის: მონოციტები და ლიმფოციტები.

მონოციტები ლეიკოციტების 4—8% შეადგენს. ანთების ადგილში ისინი მიკროფაგებად (გიგანტურ უჯრედებად) გარდაიქმნებიან.

ლიმფოციტები ლეიკოციტების 21—35% შეადგენს. ისინი შეიძლება გადაიქცნენ მონოციტებად და მაკროფაგებად, შე-

მაერთებელ ქსოვილოვან უჯრედებად (პისტიოციტებად და ფიბრობლასტებად). ეს უჯრედები მონაწილეობენ ანთების შემდგომ აღდგენით პროცესებში.

სისხლის ფირფიტები

სისხლის ფირფიტები (თრომბოციტები) ოვალური ან მომრგვალო ფორმის პლაზმური წარმონაქმნებია, რომლის დიამეტრი 2—5 მიკრონია. ადამიანისა და ძუძუმწოვართა სისხლის ფირფიტებს ბირთვი არ აქვს. ამიტომ მათ უჯრედებად არ თვლიან.

სისხლის ფირფიტების რაოდენობა ადამიანის 1 მმ³ სისხლში შეადგენს 200 000—400 000. მძიმე ფიზიკური მუშაობის შედეგად, მათი რაოდენობა 3—5-ჯერ მატულობს. სისხლის ფირფიტების სიცოცხლის ხანგრძლივობა 2—5 დღეა.

სისხლის დენისას სისხლის ფირფიტები სწრაფად იშლება და სისხლის პლაზმაში გადადის სისხლის შედედებაში მონაწილე თრომბოპლასტინი და აგრეთვე სისხლძარღვთა შემავიწროებელი ნივთიერება — ს ე რ ო ტ ო ნ ი ნ ი. ამრიგად, სისხლის ფირფიტები აქტიურ მონაწილეობას ლებულობს სისხლდენის შეჩერებაში.

სისხლის წარმოქმნა

სისხლის ფორმიანი ელემენტების სიცოცხლის ხანგრძლივობა დიდი არაა. ისინი განუწყვეტლივ ილუპებიან და მათ ნაცვლად ახალი წარმოიქმნება; ამიტომ, ფორმიანი ელემენტების რაოდენობა სისხლში შედარებით მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს.

ორგანოები, რომლებშიც ხდება სისხლის ფორმიანი ელემენტების წარმოქმნა და დაშლა, სისხლის სისტემის სახელითაა ცნობილი. ამ სისტემას ეკუთვნის: ძვლის წითელი ტვინი, ღვიძლი, ელენთა და ლიმფური ჯირკვლები. აღსანიშნავია, რომ მოზრდილებში ღვიძლი კარგავს სისხლწარმოქმნის ფუნქციას.

ერითროციტების სიცოცხლის ხანგრძლივობა დაახლოებით 120 დღეა. ყოველდღიურად ერითროციტების დიდი რაოდენობა ილუპება. დროგადასული ერითროციტების დაშლა ხდება რეტიკულო-ენდოთელური სისტემის უჯრედებში, უმთავრესად ღვიძლსა და ელენთაში, რის გამოც ამ ორგანოებს „ერითროციტების სასაფლაოს“ უწოდებენ. ასევე ილუპება ლეიკოციტებიც. ლეიკოციტების სიცოცხლის ხანგრძლივობის დადგენა რთულია, მათი რიცხვის ცვალებადობის გამო. რაც შეეხება სისხლის ფირფიტებს, მათი სიცოცხლის ხანგრძლივობა 2—5 დღით განისაზღვრება. დალუპული ფორმიანი ელემენტე-

ბის შეევება ახლით სისხლწარმოქმნის პროცესით ხდება, რომელიც ორგანიზმში მთელი სიცოცხლის მანძილზე მიმდინარეობს.

ერთროციტები წარმოიქმნებიან ძვლის წითელ ტვინში ჰემოციტობლასტებიდან. ამ უჯრედების გაყოფის შედეგად წარმოიქმნება ერთრობლასტები. აღნიშნული უჯრედები განაგრძობენ გაყოფას, პატარადებიან და ზომიერ ერთროციტებს უახლოვდებიან. მასში ჰემოგლობინის რაოდენობა საკმაოდ მატულობს. ასეთი უჯრედები ნორმობლასტების სახელითაა ცნობილი. ნორმობლასტები შემდგომში გაყოფის უნარს კარგავენ, მათი ბირთვი იხსნება და ისინი რეტიკულოციტებად იქცევიან. რეტიკულოციტები საბოლოოდ კარგავენ ბირთვს და მომწიფებულ, უბირთვო ერთროციტებად იქცევიან.

გრანულოციტების წარმოქმნა, აგრეთვე, ძვლის წითელ ტვინში ხდება ისევ ჰემოციტობლასტებისაგან. ამ უჯრედებიდან ვითარდებიან მიელოციტები, რომლიდანაც ჩამოყალიბდება მომწიფებული გრანულოციტების ფორმები.

ლიმფოციტების წარმოქმნა ხდება უმთავრესად ლიმფურ ჯირკვლებში ჰემოციტობლასტებიდან; ნაწილობრივ ელენთაში, მკერდუკანა ჯირკვალში და ლორწოვან გარსებში. აღნიშნული უჯრედები იყოფიან და საშუალო და დიდი ლიმფოციტები წარმოიქმნებიან. რაც შეეხება პატარა ლიმფოციტებს, ისინი წარმოიქმნებიან დიდი და საშუალო ლიმფოციტების გაყოფით. სისხლში მხოლოდ პატარა და საშუალო ლიმფოციტები ცირკულირებენ. დიდი ლიმფოციტები რჩებიან ლიმფურ ჯირკვლებში ლიმფოციტების გამრავლებისათვის.

მონოციტები, ალბათ ძვლის წითელ ტვინსა და ლიმფურ ჯირკვლებში წარმოიქმნებიან ჰემოციტობლასტებისა და დიდი ლიმფოციტებისაგან. შესაძლოა, რომ ისინი წარმოიქმნან, აგრეთვე, სისხლმბადი ორგანოების შემაერთებელი ქსოვილიდანაც.

რაც შეეხება სისხლის ფირფიტებს, ისინი წარმოიქმნებიან ძვლის წითელ ტვინსა და ელენთაში მეგაკრიოციტებისაგან (გიგანტური უჯრედებისაგან).

უანგბადით შიმშილის დროს, რომელიც გამოწვეულია ანემიით, დიდ სიმაღლეზე ხანგრძლივი ყოფნით, სუნთქვის ორგანოების დაავადებით და სხვა, ორგანიზმში წარმოიქმნება სისხლწარმოქმნის მასტიმულირებელი ნივთიერებები — ერთროპოეტინები, რომლებიც ერთროპოეზს (ერთროციტების წარმოქმნას) აძლევენ.

ლეიკოპოეზი (ლეიკოციტების წარმოქმნა) დამოკიდებულია ზოგიერთი ნუკლეინის მუჟავასა და მათი ნაერთების მოქმედება-

ზე. ლეიკოპოზის მასტიმულირებელი ნივთიერებებია: ქსოვილთა დაშლის პროდუქტები, რომლებიც წარმოიქმნება მათი დაზიანებისას, ანთებითი პროცესების შედეგად და სხვა.

სისხლის სისტემის ორგანოების მოქმედების რეგულაციაში ნერვულ სისტემას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. აღნიშნული მოსახრება პირველად ს. ბოტკინის მიერ იქნა წამოყენებული, ხოლო ვ. ჩერნიგოვსკის მიერ ექსპერიმენტულად დასაბუთებული.

სისხლის წარმოქმნის თავისებურებანი ონტოგენეზში

ემბრიონში სისხლის წარმოქმნა იწყება ყვითროს პარკის კედელში და, მოგვიანებით, ჩანასახის სხეულშიც. სისხლის წარმოქმნის უბნებში მეზენქიმის უჯრედები ჯგუფდებიან, კარგავენ მორჩებს და მრგვალებიან, ასეთ გროვებს სისხლის კუნძულაკებს უწოდებენ. კუნძულაკებში, უჯრედებს შორის, გროვდება ქსოვილური სითხე და იწვევს უჯრედების გადაადგილებას. უჯრედების ნაწილი, რომელიც კუნძულების პერიფერიაზე გადაადგილდება, ბრტყელდება და სისხლძარღვის კედლის ჩანასახად გადაიქცევა, ხოლო უჯრედების მეორე ნაწილი, რომელიც შიგნით, ღრუში რჩება სისხლის პირველად უჯრედებად — ჰემოციტობლასტებად გადაიქცევა. კუნძულების რაოდენობა თანდათანობით მატულობს და ისინი მოკლე ლულების ფორმას ღებულობენ, რომლებიც ერთდებიან და ქმნიან სისხლძარღვთა სისტემას. ამრიგად, ემბრიონში სისხლის წარმოშობასთან ერთად, ადგილი აქვს სისხლძარღვთა სისტემის ფორმირებას.

ემბრიონის სისხლწარმოქმნა იწყება ერიტროციტების განვითარებით. მათი წარმოქმნა ყვითროს პარკის კედლის ძარღვებში წარმოებს. რაც შეეხება ლეიკოციტებს, მათი წარმოქმნა უფრო მოგვიანებით ხდება, მაშინ როდესაც სისხლწარმოქმნის პროცესში ღვიძლი იწყებს ფუნქციონირებას.

ერიტროციტების წარმოქმნა ჰემოციტობლასტებში ჰემოგლობინის დაგროვებით იწყება, რის გამოც მათი პროტოპლაზმა კარგავს ბაზოფილურობას და ოქსიფილური ხდება. ასეთ უჯრედს პირველადი ერიტობლასტრ ეწოდება. აღნიშნული უჯრედები განაგრძობენ გაყოფას, პროტოპლაზმაში ჰემოგლობინის რაოდენობა მატულობს, ბირთვი იშლება და ერიტობლასტი პირველად ერიტოციტად გადაიქცევა. იგი ემბრიონის სისხლში ამ სახით იწყებს ფუნქციონირებას. პირველადი ერიტოციტები ხანმოკლე დროის შემდეგ ილუპებიან და ჩანასახოვანი პერიოდის მეორე ნახე-

ვარში ისინი სისხლში აღარ მოიპოვებიან. მათ დაღუპვამდე ყვითრის პარკის სისხლძარღვებში ჰემოციტობლასტებიდან მ ე ო რ ა დ ი ე რ ი თ რ ო ბ ლ ა ს ტ ე ბ ი წარმოიქმნება, რომლებიც მ ე ო რ ა დ ე რ ი თ რ ო ც ი ტ ე ბ ა დ გარდაიქმნებიან.

ყვითრის პარკის ატროფიის შემდეგ ერითროციტები წარმოიქმნება ლვიძლში. ერითროციტების საწყისი უჯრედები აქაც ჰემოციტობლასტებია. ემბრიონული პერიოდის დასასრულს ძვლის წითელი ტენი სისხლმზად ორგანოდ გარდაიქმნება.

ამრიგად, ემბრიონებში ერითროციტების განვითარება გაცილებით უფრო სწრაფად და შემოკლებულად ხდება, ვიდრე ასაკოვან ადამიანებში, რადგან ისინი არ გავივლიან განვითარების მთელ რიგ სტადიებს.

სისხლის ჯგუფები

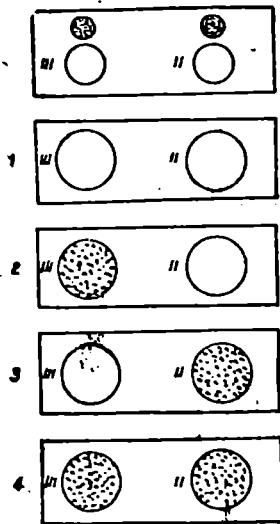
სისხლის გადასხმა წარსულში ხშირად სიკვდილით მთავრდებოდა, ეს იმიტომ ხდებოდა, რომ გადასხმული სისხლის ერითროციტები განიცდიდნენ შეწებებას (აგლუტინაციას) იმ ადამიანის სისხლის პლაზმით, რომელშიაც სისხლი შეყავდათ. სისხლის პლაზმაში იმყოფება აგლუტინაციის გამომწვევი ნივთიერება—ა გ ლ უ ტ ი ნ ი, ხოლო ერითროციტებში ნივთიერება — ა გ ლ უ ტ ი ნ ო გ ე ნ ი, რომლის აგლუტინაციაც ხდება. ერითროციტების აგლუტინაციისა და შემდგომი ჰემოლიზის შედეგად ვითარდება ე. წ. ჰ ე მ ო ტ რ ა ნ ს ფ უ ზ ი უ ლ ი შ ო კ ი, რომელმაც შეიძლება სიკვდილი გამოიწვიოს.

ი. იანსკიმ და კ. ლანდშტეინერმა ადამიანის სისხლში აღმოაჩინეს აგლუტინაციის გამომწვევი ფაქტორები: ერითროციტებში — A და B აგლუტინოგენი, ხოლო პლაზმაში — α და β აგლუტინინი. სისხლში ერთდროულად არასოდეს არ გვხვდება თანამოსახელე აგლუტინოგენი და აგლუტინინი, რის გამოც აგლუტინაცია არ ხდება.

აგლუტინოგენებისა და აგლუტინინების მიხედვით მთელი კაცობრიობა ოთხ ჯგუფად იყოფა. იანსკის კლასიფიკაციის მიხედვით I ჯგუფის ედამიანის ერითროციტები აგლუტინოგენს არ შეიცავს, მათი სისხლის პლაზმა კი შეიცავს α და β აგლუტინინს. II ჯგუფის ადამიანების ერითროციტები შეიცავს A აგლუტინოგენს, ხოლო პლაზმა β აგლუტინინს. III ჯგუფის ადამიანების ერითროციტებში არის B აგლუტინოგენი, ხოლო პლაზმაში α აგლუტინინი. რაც შეეხება IV ჯგუფის ადამიანებს, მათ ერითროციტებში A და B აგლუტინოგენია, ხოლო პლაზმაში აგლუტინინები არაა.

სისხლის ჯგუფობრიობის განსაზღვრას აწარმოებენ გამოსაკვლევი ადამიანის სისხლის წვეთის სტანდარტულ შრატთან შერევით,

რომლის აგლუტინინები ცნობილია. საკმარისია გვეჩვენოს I^{II} და III ჯგუფის შრატები და მასთან გამოსაყვლევი პირის სისხლის შეკრევით შეიძლება განსაზღვროთ ჯგუფობრიობა (სურ. 1), აგლუტინაცია მოხდება იმ შემთხვევაში, როდესაც აგლუტინოგენი შეჯდება თანამოსახელე აგლუტინინს (ცხრ. 1). ცხრილში აგლუტინაცია აღნიშნულია პლუსით (+), ხოლო არარსებობა მინუსით (-).



სურ. 1. სისხლის ჯგუფობრიობის განსაზღვრა.

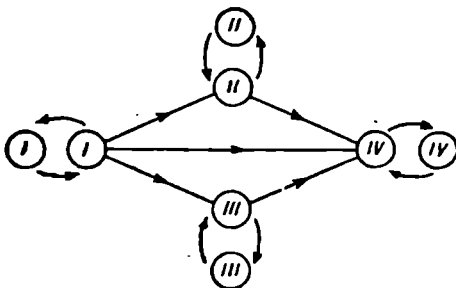
ზევით—ორი წვეთი გამოსაყვლევი სისხლისა და II და III ჯგუფის შრატების წვეთების განლაგება სასაგნე მინაზე. 1—II და III ჯგუფის შრატით აგლუტინაცია არ გამოიწვევა — სისხლი I ჯგუფისაა. 2—აგლუტინაციას იწვევს III ჯგუფის შრატი, სისხლი II ჯგუფისაა. 3—აგლუტინაციას იწვევს II ჯგუფის შრატი, სისხლი III ჯგუფისაა, 4—სისხლი განიცდის აგლუტინაციას II და III ჯგუფის შრატით — სისხლი IV ჯგუფისაა.

სისხლის ჯგუფობრიობის განსაზღვრას დიდი მნიშვნელობა აქვს სისხლის გადასხმისათვის. ადამიანს, რომელიც იძლევა სისხლს, დონორი ეწოდება, ხოლო რომელიც ლეზულობს — რეციპიენტი. სისხლის გადასხმის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს იმ გარემოებას, რომ დონორის ერითროციტებმა აგლუტინაცია არ განიცადოს, რადგან შეყვანილი სისხლის პლაზმა მისი მცირე რაოდენობისა და განზავების გამო, რეციპიენტის ერითროციტების აგლუტინაციას არ იწვევს.

I ჯგუფის სისხლი შეიძლება გადაეხას ყველა, ოთხივე ჯგუფის ადამიანებს. II ჯგუფის სისხლი—II და IV ჯგუფის მქონე პირებს. III ჯგუფის სისხლი — III და IV ჯგუფებს, ხოლო IV ჯგუფის სისხლი მხოლოდ თანამოსახელე — IV ჯგუფის მქონე პირებს (სურ. 2):

ამრიგად, I ჯგუფის მქონე პირს უნივერსალური დონორი ეწოდება, ხოლო IV ჯგუფის მქონეს — უნივერსალური რეციპიენტი, რადგან, მას ყველა ჯგუფის სისხლი შეიძლება გადაეხას.

ისრებით ნაჩვენებია სისხლის რომელი ჯგუფი შეიძლება გადაეხას ამა თუ იმ ჯგუფის ადამიანს. აღსანიშნავია, რომ საშუალოდ I ჯგუფის სისხლი აქვს ადამიანთა 40%, II ჯგუფის — 39%, III ჯგუფის — 15% და IV ჯგუფის — 6%.



სურ. 2. სისხლის გადასხმის სქემა.

ცხრილი I

შრატო (აგლუტინინები)	ერიტროციტები (აგლუტინოგენები)			
	I ჯგუფი C	II ჯგუფი A	III ჯგუფი B	IV ჯგუფი AB
I ჯგუფი α, β	-	+	+	+
II " β	-	-	+	+
III " α	-	+	-	+
IV " 0	-	-	-	-

რეზუს-ფაქტორი

ადამიანის ერიტროციტებში აღმოჩენილია კიდევ ერთი ფაქტორი, რომელიც რეზუს-ფაქტორის (Rh — ფაქტორის) სახელითაა ცნობილი. იგი პირველად აღმოაჩინეს ლანდშტეინერმა და ვინერმა 1910 წ. მაკაკუსების (Macacus Rhesus) ჭიშის მაიმუნების სისხლში და სახელწოდებაც ამ ფაქტორმა აქედან მიიღო. რეზუს-ფაქტორს შეიცავს ადამიანთა 85%, ხოლო 15% არ შეიცავს, პირველნი რე-

ზუს დადებითი (R_{H+}) ადამიანებია, ხოლო მეორენი — რეზუს უარყოფითი (R_{H-}).

თუ რეზუს უარყოფით ადამიანს გადაუსხამთ რეზუს დადებითიან სისხლს, მაშინ მის სისხლში გამომუშავდება სპეციფიკური აგლუტინინები და ჰემოლიზინები. ასეთი ადამიანისათვის რეზუს-დადებითი სისხლის განმეორებითმა გადასხმამ შეიძლება ჰემოტრანსფუზიული შოკი გამოიწვიოს.

რეზუს-ფაქტორს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ორსულობის პერიოდისათვის. საკმე ეხება იმ შემთხვევებს, როდესაც რეზუს უარყოფითი დედის ორგანიზმში, რეზუს დადებითი ნაყოფი ვითარდება. ამ შემთხვევაში ნაყოფის რეზუს-ფაქტორი პლაცენტის გზით დედის სისხლში გადადის, სადაც ანტირეზუსული ნივთიერებები წარმოიქმნება, ეს ნივთიერებები პლაცენტით უკანვე ნაყოფის სისხლში გადადის და ერითროციტების აგლუტინაციასა და ჰემოლიზს იწვევენ, რასაც თან სდევს მძიმე გართულებები და ზოგჯერ ნაყოფის დაღუპვა. აღსანიშნავია, რომ შემთხვევების დაახლოებით 10%-ში, როგორც დედის, ისე ნაყოფის სისხლიც რეზუს-დადებითია, მაგრამ ჰემოლიზური ანემია მაინც ვითარდება, ეს იმ შემთხვევებში ხდება, როდესაც რეზუს-ფაქტორები ტიპების მიხედვით ვერ უთავსდება. რეზუს-ფაქტორი სამი ტიპისაა — D, C, E. აღნიშნული ტიპები გათვალისწინებული უნდა იყოს მშობიარესათვის სისხლის გადასხმის დროს.

სისხლის დაცვითი ფუნქცია

სისხლის ფუნქციათა შორის დიდი მნიშვნელობა აქვს დაცვით ფუნქციას, რომელიც ორგანიზმში სხვადასხვა ფორმით ვლინდება. სისხლის დაცვითი ფუნქციის ერთ-ერთი სახეა ფაგოციტოზი. ლეიკოციტების მიერ ბაქტერიების შთანთქმისა და მონელების პროცესს ფაგოციტოზი ეწოდება. იგი აღმოაჩინა ი. მეჩნიკოვმა 1883 წელს და შექმნა მოძღვრება ფაგოციტოზის შესახებ.

ლეიკოციტები თავისი აქტიური მოძრაობის უნარის გამო გადიან კაპილარების კედელს და გადაადგილდებიან იმ უბნისაკენ, სადაც შეიჭრნენ ბაქტერიები. მათი მოძრაობა ამებოილურია — იგი ცრუ ფეხების ანუ ფსევდოპოდიების საშუალებით ხდება. ლეიკოციტები მიუახლოვდებიან რა მიკროორგანიზმებს, გამოყოფენ ცრუ ფეხებს, გარშემოერთყმიან, შთანთქავენ და მონელებენ მათ. ერთ ლეიკოციტს შეუძლია შთანთქოს 15—20 ბაქტერია, მაგრამ ამ დროს იგი შეიძლება თვითონაც დაიღუპოს. დაღუპული ლეიკოციტებისა-

გან წარმოიქმნება ჩირქი. ლეიკოციტები შთანთქავენ არა მარტო ორგანიზმში მოხვედრილ ბაქტერიებს, არამედ მკვდარ უჯრედებსაც.

ლეიკოციტების მოძრაობა მიკროორგანიზმებისაკენ განპირობებულია იმით, რომ ისინი გამოყოფენ თავის ცხოველმყოფელობის პროდუქტებს — ქიმიურ ნივთიერებებს, რომლებიც ლეიკოციტების მიმართ დადებით გამაღიზიანებელს წარმოადგენენ და ლეიკოციტებიც მიკროორგანიზმებისაკენ გადაადგილდებიან. ეს დადებითი ქე-მოტაქსისის მოვლენაა.

ორგანიზმის დაცვა ინფექციისაგან, ხორციელდება აგრეთვე ჰუმორალური ფაქტორებით, რომელიც ქმნის ორგანიზმის განსაკუთრებულ მდგომარეობას, რომელსაც იმუნიტეტი ეწოდება. ორგანიზმის მიერ სხვადასხვა ინფექციური დაავადებების აუთვისებლობას ი მ უ ნ ი ტ ე ტ ი ე წ ო დება. ამ დროს სისხლში დამცველი ნივთიერებები ე. წ. ანტისხეულები ანუ იმუნური სხეულები გამოიმუშავდება, როგორცაა ავლუტინინები, რომლებიც მიკრობებს შეაწებებენ, ბაქტერიოლიზინები, რომლებიც ბაქტერიებს ხსნიან, ანტიტოქსინები, რომლებიც ანეიტრალებენ მიკროორგანიზმების მიერ გამოიმუშავებულ შხამებს — ტოქსინებს. ანტისხეულების გამოიმუშავება ხდება ლეიკოციტებსა და რეტიკულო-ენდოთელური სისტემის უჯრედებში.

იმუნიტეტი შეიძლება იყოს ბუნებრივი და ხელოვნური. ბუნებრივი იმუნიტეტი თავის მხრივ შეიძლება იყოს თანდაყოლილი და შეძენილი. თანდაყოლილი იმუნიტეტის დროს ჯერ კიდევ ბავშვის მუცლად ყოფნის პერიოდში დედის სისხლის საშუალებით მასში გადადის იმუნური სხეულები. შეძენილი იმუნიტეტის დროს იმუნური სხეულების გამოიმუშავება ხდება ინფექციური დაავადების გადატანის შემდეგ. აღსანიშნავია, რომ ყველა დაავადება არ იძლევა ხანგრძლივ იმუნიტეტს. ზოგჯერ პირიქით, ზოგიერთ დაავადებას მიდრეკილება აქვს განმეორებისადმი (გრძიპი, ანგინა, წითელი ქარი). მყარ იმუნიტეტს იძლევა (წითელა, ქუნთრუშა, პარტახტიანი ტოფი).

ხელოვნური იმუნიტეტის დროს ორგანიზმს აძლევენ სტიმულს ანტისხეულების გამოსამუშავებლად. ამ მიზნით ორგანიზმში შეყავთ დასუსტებული ან მოკლული ბაქტერიები, ანდა მათი ტოქსინების განსაზღვრული რაოდენობა. ასეთ იმუნირებას აქტიური ეწოდება. სხვა შემთხვევებში ორგანიზმში შეყავთ მზა ანტისხეულები — იმუნური ცხოველის სისხლის შრავი. ასეთ იმუნირებას პასიური ეწოდება. აქტიური იმუნინზაციის მაგალითია მუცლის ტიფისა და ყვავილის საწინააღმდეგო აცრა; პასიური იმუნინზაციისა კი — ბავშვის ორგანიზმში იმ მშობლების სისხლის შეყვანა, რომელთაც გადატანილი აქვთ წითელა.

ორგანიზმში ადგილი აქვს ინფექციასთან ბრძოლის კიდევ ერთ სახეს — რთულ ადგილობრივ რეაქციას, რომელსაც ანთეზა ეწოდება, ანთეზა მავნე აგენტებით გამოწვეული ორგანიზმის რთული რეფლექსური რეაქციაა, რომელიც გამოიხატება სისხლძარღვებისა და ქსოვილების ფუნქციონალური და სტრუქტურული ცვლილებებით. ანთეზის ე. წ. ექსუდაციის ფაზაში ლეიკოციტები კაპილარების კედლის გავლით გადადიან სისხლიდან ქსოვილებში, სადაც შთანთქავენ ანთეზის გამომწვევ მიკრობებს და დალუპულ უჯრედებს. ანთეზის შემდგომ — პროლიფერაციის ფაზაში ადგილი აქვს უჯრედების გამრავლებას ანთებით კერაში. განსაკუთრებით მრავლდება შემაერთებელ-ქსოვილოვანი უჯრედები. ზოგჯერ, ანთებითი პროცესის შედეგად წარმოქმნილი შემაერთებელი ქსოვილი გარს ერტყმის რა ორგანიზმში შეჭრილ მიკრობებსა და მათ ტოქსინებს, გამოჰყოფს მათ ორგანიზმისაგან.

სისხლის ასაკობრივი თავისებურებანი

სისხლი რიგი ასაკობრივი თავისებურებით ხასიათდება:

სისხლის რაოდენობა ბავშვებს შედარებით მეტი აქვთ, ვიდრე მოზრდილებს, რაც ბავშვის მზარდი ორგანიზმის ბიოლოგიურ მოთხოვნილებას საესებით აკმაყოფილებს. ორგანიზმისათვის, რომელშიაც ინტენსიურად მიმდინარეობს ნივთიერებათა ცვლის პროცესები, საჭიროა ენერჯისა და საყუათო ნივთიერებების გაძლიერებული მიწოდება და ასევე ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტების სწრაფი გამოტანა, რაც ცირკულაციაში მყოფი სისხლის შედარებით დიდი რაოდენობითაა განპირობებული.

ახალშობილებში სისხლის რაოდენობა შეადგენს სხეულის საერთო მასის 15%, 1 წლის ბავშვებისათვის — 11%, უფრო მოზრდილებისათვის — 7—8%, 6—12 წლისათვის — 9,5—12%. ვაჟებს სისხლის რაოდენობა რამდენადმე მეტი აქვთ, ვიდრე გოგონებს.

ერთროციტების ოსმოსური გამძლეობა ჰიპოტონური ხსნარების მიმართ ახალშობილებსა და ძუძუთა ბავშვებში უფრო მაღალია, ვიდრე შედარებით უფროსი ასაკის ბავშვებსა და მოზრდილებში. ძუძუთა ბავშვებში ერთროციტების მაქსიმალური გამძლეობა უდრის NaCl ხსნარის 0,3—0,4%, ხოლო მინიმალური NaCl 0,48—0,52%; უფროსი ასაკის ბავშვებში ერთროციტების მაქსიმალური გამძლეობა ისეთივეა, ხოლო მინიმალური — NaCl 0,44—0,48%.

ერითროციტების დალექვის რეაქცია ახალშობილებში ძალიან დაბალია და იგი საშუალოდ უდრის 2 მმ/ს. პირველი თვის ბოლოსათვის ერითროციტების დალექვის რეაქცია აღწევს 3—9 მმ/ს, ე. ი. უახლოვდება მოზრდილი ედრ-ის მაჩვენებლებს. ერითროციტების დალექვის რეაქცია ასაკის მომატებასთან ერთად მერყეობს 2—17 მმ/ს.

სისხლის შედედება ახალშობილებში შენელებულია. განსაკუთრებით შენელებულია სისხლის შედედება სიცოცხლის მეორე დღეს. მესამე დღიდან მეშვიდე დღემდე სისხლის შედედება ჩქარდება და უახლოვდება ნორმას.

სკოლამდელი და სკოლის ასაკის ბავშვებში საშუალოდ სისხლის შედედება იწყება 1—2 წუთის შემდეგ და მთავრდება 3—4 წუთის გავლის შემდეგ.

სისხლის ფირფიტების რაოდენობა ახალშობილებში ფართო ფარგლებში ცვალებადობს: 150000-დან 350000-მდე. ასევე ცვალებადია მათი რიცხვი ძუძუთა ბავშვებში — 150000-დან 424000-მდე. 1-დან 16 წლამდე თრომბოციტების რიცხვი უდრის 200000—300000.

ერითროციტების რაოდენობა ახალშობილებში, 1 მმ³ სისხლში მერყეობს 4,5—7 მილიონამდე, რაც საშუალოდ 6 მილიონს შეადგენს. ახალშობილებისათვის დამახასიათებელია ანიზოციტოზი ე. ი. სხვადასხვა ზომის ერითროციტების არსებობა. ახალშობილის სისხლი დიდი რაოდენობით შეიცავს ახალგაზრდა მოუმწიფებელ, აგრეთვე ბირთვიან ერითროციტებს. სისხლში ერითროციტების მოუმწიფებელი ფორმების არსებობა იმის მაჩვენებელია, რომ ახალშობილებში ინტენსიურად მიმდინარეობს სისხლწარმოქმნა.

ჰემოგლობინის რაოდენობა ახალშობილებში 100—145% აღწევს (სალით). 16.67 გ ჰემოგლობინს 100 გ სისხლში 100% შეესაბამება. ჰემოგლობინის რაოდენობა 5—6 თვისათვის მცირდება 70—80%-მდე, ზოგჯერ 65%-მდეც კი. ეცემა აგრეთვე, ერითროციტების რაოდენობა სიცოცხლის პირველ წელს და მათი რიცხვი 1 მმ³ სისხლში მერყეობს 6-დან 3 მილიონამდე. შემდეგში კი ერითროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობა თანდათანობით მატულობს. ასე მაგალითად, 1-დან 2 წლამდე ჰემოგლობინის რაოდენობა უდრის 69—80%, 2—5 წლამდე — 74—86%, 5—8 წლამდე — 76—90%, ხოლო 8—15 წლამდე 80—92%: რაც შეეხება ერითროციტების რაოდენობას, 1-დან 5 წლამდე უდრის 4,2—5 მილ., 5—10 წლისათვის—4,3—5,3 მილ. ე. ი. დაახლოებით იმდენს, რამდენიც ეს მოზრდილისთვისაა დამახასიათებელი.

ლეიკოციტების რიცხვი ახალშობილებში მეტაა, ვიდრე მოზრდილებში, იგი მერყეობს 10000—30000-მდე, შემდეგ 7—12 დღისათვის აღწევს 10000—12000. ეს რაოდენობა შენარჩუნებულია მთელი ძუძუთა ასაკისათვის. 1—5 წლამდე ლეიკოციტების რიცხვი შეადგენს 7000—13000, 5—7 წლამდე — 6000—11000, 10—12 წლამდე — 6000—8000, ე. ი. მოზრდილის ლეიკოციტების რიცხვს შეესაბამება.

ბავშვის ლეიკოციტალური ფორმულა ასაკობრივი თავისებურებებით ხასიათდება. დაბადებისას ახალშობილის სისხლში ნეიტროფილებისა და ლიმფოციტების რიცხვი ისეთივეა, როგორც მოზრდილისა, მაგრამ მაშინვე ნეიტროფილების რიცხვი ეცემა, ხოლო ლიმფოციტებისა მატულობს და უკვე სიცოცხლის მე—5—6 დღიდან ლიმფოციტების რიცხვი ნეიტროფილების რიცხვს აჭარბებს, რაც შეეხება 5—7 წლის ასაკიდან ნეიტროფილების რიცხვი კვლავ აღემატება ლიმფოციტებს.

ბავშვებს დაბადების შემდგომ, პირველ თვეებში, გააჩნიათ რეზისტენტობა (გამძლეობა) ზოგიერთი ინფექციური დაავადებების მიმართ (წითელა, პოლიომიელიტი) ან სრული აუთვისებლობა (ქუნთრუშა, ყბაყურა), რაც ნაწილობრივ, დედისაგან შექმნილ პასიური იმუნიტეტით აიხსნება, მაგრამ 3—5 თვის შემდეგ დედისაგან პლაცენტის გზით გადმოცემული ანტისხეულები იშლება. ბავშვის ორგანიზმის გამძლეობა ზოგიერთი ინფექციური დაავადებების მიმართ, დაბადებიდან პირველ თვეებში, აიხსნება აგრეთვე იმ იმუნური სხეულებით, რომელსაც ბავშვი დედის რძით ღებულობს.

ბავშვის ორგანიზმის დაცვითი რეაქციების არასრულყოფა ორგანიზმის რეაქტიულობის დაქვეითებითაა გამოწვეული, რომელსაც საფუძვლად უდევს ამ ასაკის ბავშვის ნერვული სისტემისა და ორგანიზმის ფუნქციური განვითარების უკმარისობა. ამ ასაკისათვის ძელის ტვინსა და ლიმფურ ჯირკვლებში არ წარმოებს პლანმატური უჯრედების წარმოქმნა, რომელიც ანტისხეულებს წარმოშობს, არ წარმოებს აგრეთვე, გამაგლობულინის სინთეზი.

ნერვული და სხვა სისტემების განვითარებასთან ერთად აღგილი აქვს ბავშვის ორგანიზმის დაცვითი რეაქციების სრულყოფას მანვე აგენტების მიმართ. ასაკის მომატებასთან ერთად, ბავშვი იძენს იმუნოლოგიურ თვისებებს, რომლის დროსაც აღგილი აქვს იმუნური რეაქციების ჩამოყალიბებას.

სისხლის მიმოქცევა

სისხლის მიმოქცევის მნიშვნელობა

სისხლის მოძრაობას გულ-სისხლძარღვთა სისტემაში სისხლის მიმოქცევა ეწოდება. სისხლის მიმოქცევის საშუალებით ხორციელდება ნივთიერებათა ცვლა ორგანიზმსა და გარემოს შორის. კერძოდ, სისხლს ქსოვილებამდე მოაქვს ჟანგბადი და საკვები ნივთიერებანი, ხოლო ქსოვილებიდან გამოაქვს ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტები. გულისა და სისხლძარღვთა მოქმედება უზრუნველყოფს სისხლის განუწყვეტელ მოძრაობას ორგანიზმში. ამრიგად, სისხლის მიმოქცევის მნიშვნელობა განუზომელია და მის გარეშე წარმოუდგენელია ორგანიზმის ცხოველყოფელობა.

სისხლის მიმოქცევის ევოლუცია

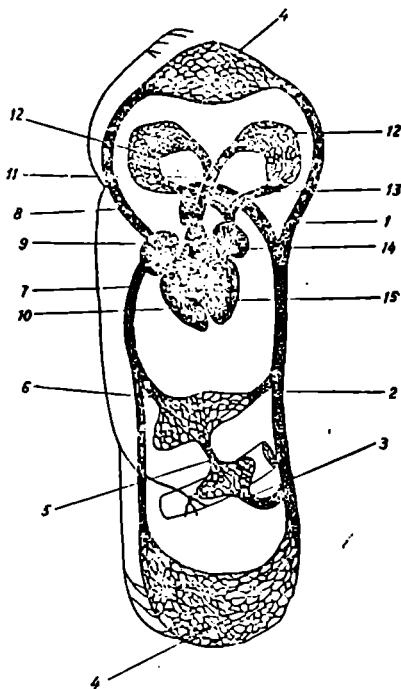
ღრუბელების სხეული დასერილია არხებით, რომლებშიც სითხე მოძრაობს. ეს სითხე მონაწილეობას ღებულობს კვების, სუნთქვისა და გამოყოფის პროცესებში. ღრუნაწლავიანებისა და უმდაბლეს ჰიების კუჭიდან გამოდის რითმულად კუმშვადი რადიალური არხები, რომლებშიც ჰიდროლიმფა ცირკულირებს. ფეხსახსრიანებსა და მოლუსკებს დაუხშველი ლაკუნარული სისხლძარღვთა სისტემა გააჩნიათ, რომლის რითმულად კუმშვად სისხლძარღვებში ჰემოლიმფა ცირკულირებს. იმ ადგილებში, სადაც სისხლძარღვები წყდება, ჰემოლიმფა ქსოვილთაშუა სივრცეებში ანუ ლაკუნებში გადადის.

დახშული სისხლძარღვთა სისტემა პირველად უმაღლეს ჰიებში წარმოიქმნება, რომელიც მუცლისა და ზურგის სისხლძარღვებისაგან შედგება. ლანცეტებში მუცლის სისხლძარღვი, რომელიც პულსაციას განიცდის, გულის როლს ასრულებს. გული უმდაბლეს ხერხემლიანებში წარმოიქმნება. თევზების გული ორკამერიანია. ამფიბიების — სამკარიანი, სადაც სისხლის მიმოქცევის მცირე წრე ვითარდება. უმდაბლეს რეპტილიებში ოთხკამერიანი გულის წარმოქმნა შეიმჩნევა, ხოლო უმაღლეს რეპტილიებში იგი უკვე კარგადაა ჩამოყალიბებული. გულის, როგორც კუნთოვანი ორგანოს, წარმოქმნისათვის დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა კაპილარების წარმოქმნას, რადგან მასში სისხლის გატარება დიდ წინააღმდეგობის გადალახვას მოითხოვდა.

ფრინველებისა და ძუძუმწოვრების ოთხკამერიანი გული მთლიანად გაყოფილია მარჯვენა და მარცხენა ნახევრებად. ისინი ერთიმეორეს უერთდებიან მხოლოდ სისხლის მიმოქცევის დიდი და მცირე წრის სისხლძარღვების საშუალებით.

სისხლის მიმოქცევის ზოგადი სქემა

ორგანიზმში მოძრაობის დროს სისხლი გაივლის რთულ გზას, რომელსაც სისხლის მიმოქცევის დიდი და მცირე წრე ეწოდება. უმაღლესი ხერხემლიანი ცხოველებისა და ადამიანის სისხლის მიმო-



სურ. 3. ადამიანის სისხლის მიმოქცევის სქემა: 1 — აორტა; 2 — ლეიძლის არტერია; 3 — ნაწლავის არტერია; 4 — დიდი წრის კაპილარული ბადე; 5 — კარის ვენა; 6 — ლეიძლის ვენა; 7 — ქვემო ღრუ ვენა; 8 — ზემო ღრუ ვენა; 9 — მარჯვენა წინაგული; 10 — მარჯვენა პარკუჭი; 11 — ფილტვის არტერია; 12 — მცირე წრის კაპილარული ბადე; 13 — ფილტვის ვენა; 14 — მარცხენა წინაგული; 15 — მარცხენა პარკუჭი.

მცირე წრე იწყება. მარჯვენა პარკუჭიდან ვენური სისხლი გადადის ფილტვის არტერიაში და მისი საბოლოო ტოტებით აღწევს

ქცევის დიდი წრე იწყება მარცხენა პარკუჭიდან, რომელიც სისხლს გზავნის აორტაში. აორტიდან სისხლი გადადის არტერიებში, რომლის დიამეტრი თანდათანობით მცირდება. ყველაზე მცირე დიამეტრის არტერიებს არტერიოლები ეწოდება. არტერიოლები იტოტება და ქმნის უწყვილეს სისხლძარღვებს — კაპილარებს.

ქსოვილებსა და სისხლს შორის ნივთიერებათა ცვლა კაპილარების კედლის საშუალებით ხორციელდება. კაპილარები გადადის წვრილ ვენებში, რომელთა შეერთებით იქმნება სულ უფრო მსხვილი ვენები, რომლებიც ბოლოს ორ მსხვილ ზემო და ქვემო ღრუ ვენას ქმნის. ღრუ ვენებით სისხლი ჩადის მარჯვენა წინაგულში, სადაც მთავრდება სისხლის მიმოქცევის დიდი წრე.

მარჯვენა წინაგულიდან სისხლი გადადის მარჯვენა პარკუჭში, საიდანაც სისხლის მიმოქცევის

ფილტვის კაპილარებს, რომლებიც გარს ეკვრიან ფილტვის ალვეოლებს. ფილტვის კაპილარების კედლის გავლით უანგზადი ალვეოლებიდან სისხლში გადადის, ხოლო სისხლიდან ალვეოლებში — ნახშირორჟანგი. ფილტვებს კაპილარებიდან უანგზადით მდიდარი არტერიული სისხლი ფილტვის ვენების საშუალებით მარცხენა წინაგულში ჩაედინება, სადაც მთავრდება სისხლის მიმოქცევის მცირე წრე. მარცხენა წინაგულიდან სისხლი მარცხენა პარკუჭში გადადის, აქედან კი სისხლის მიმოქცევის დიდი წრისაკენ მიემართება.

ამრიგად, სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში მარცხენა პარკუჭიდან გადასული სისხლი სხეულის ყველა ორგანოს კაპილარებს გაივლის და მარჯვენა წინაგულში ბრუნდება, ხოლო სისხლის მიმოქცევის მცირე წრეში მარჯვენა პარკუჭიდან გადასული სისხლი გაივლის ფილტვის კაპილარებს და მარცხენა წინაგულში ბრუნდება.

სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში ჩართულია ე. წ. კარის ვენის სისტემა. კარის ვენა სისხლს აგროვებს მუცლის ღრუს ყველა კენტი ორგანოდან, გარდა შარდ-სასქესო ორგანოებისა, როგორცაა: კუჭი, ელენთა, პანკრეასი, წვრილი და მსხვილი ნაწლავები. იგი იქმნება პანკრეასის უკან წელის მეორე მალის დონეზე და შედის ღვიძლში. კარის ვენა ღვიძლში იტოტება, შემდეგ კვლავ იკრიბება ჭერ წვრილ ვენებში, ხოლო შემდეგ მსხვილ სისხლძარღვებში — ღვიძლის ვენებში, რომლებიც ღვიძლის უკანა ბლაგვ კიდესთან ქვემო ღრუ ვენას უერთდებიან (სურ. 3). სისხლის მიმოქცევის აღწერილი სქემა დამახასიათებელია უმაღლესი ხერხემლიანი ცხოველებისათვის, რომლებსაც ოთხკამერიანი გული აქვთ.

გ უ ლ ი

გულის კუნთის აგებულება

გულის კუნთის ბოჭკოები განივზოლიანია, მაგრამ ჩონჩხის კუნთის ბოჭკოებისაგან განსხვავებით, ისინი ხიდაკებით ერთიმეორეს უკავშირდებიან და ქმნიან ბადისებრ სტრუქტურას — სინციტიუმს. გულის ამ ძირითადი კუნთოვანი ქსოვილითაა განპირობებული გულის შეკუმშვადობის ფუნქცია.

გულში იმყოფება, აგრეთვე ატიპური კუნთოვანი ქსოვილი, რომელიც შედგება გლიოკოგენით მდიდარ პურკინიეს ბოჭკოებისაგან. აღნიშნული კუნთოვანი ბოჭკოები, ნერვულ უჯრედებსა და მათ მორჩებთან ერთად, ქმნის ავზების გამტარებელ სისტემას. ამ სისტემის მოქმედების რეგულაცია წარმოებს ცენტრალური ნერვული სისტემიდან მოსული ნერვული იმპულსებით, ორგანიზმის ცხოვრების პირობების შესაბამისად.

სისხლი გულ-სისხლძარღვთა სისტემაში ერთი მიმართულებით მოძრაობს. სისხლის ნაკადის ერთი მიმართულებით მოძრაობა დამოკიდებულია წინაგულებისა და პარკუჭების შეკუმშვა-მოდუნების თანმიმდევრობასა და გულის სარქველოვანი აპარატის მოქმედებაზე. შეკუმშვას — სისტოლა ეწოდება, მოდუნებას კი — დიასტოლა.

წინაგულებისა და პარკუჭების სისტოლა და დიასტოლა ჩვეულებრივ, რიტმულად და შეთანხმებულად წარმოებს და ქმნის ე. წ. გულის მუშაობის ციკლს. გულის მუშაობის ციკლში სამ ფაზას არჩევენ: წინაგულების სისტოლას, პარკუჭების სისტოლას და საერთო პაუზას (დიასტოლას).

პირველი ფაზა — წინაგულების სისტოლა იწყება მარჯვენა წინაგულის იმ ნაწილიდან, სადაც ღრუ ვენების შესართავია; შემდეგ შეკუმშვა სწრაფად ორივე წინაგულზე ვრცელდება, რომელთაც საერთო მუსკულატურა აქვთ. წინაგულების შეკუმშვის შედეგად მათში მყოფი სისხლი პარკუჭებში გადადის. ამ დროს პარკუჭებისაკენ იღება წინაგულ-პარკუჭის სარქველები (მარჯვნივ — სამკარედი, მარცხნივ — ორკარედი). აღსანიშნავია, რომ წინაგულების სისტოლის დროს სისხლი ვერ ბრუნდება უკან — ვენებში, რადგან სისტოლის დროს ირგვლივ კუნთოვანი ბოჭკოები სპინქტერის (მომკერის) მოვალეობას ასრულებს და მჭიდროდ ხურავს ვენურ ხვრელებს. წინაგულების სისტოლა გრძელდება 0,1 წამს. წინაგულების სისტოლის შემდეგ იწყება მათი დიასტოლა, რომელიც 0,7 წამს გრძელდება.

წინაგულების სისტოლას მოსდევს მეორე ფაზა — პარკუჭების სისტოლა. ამ დროს პარკუჭების კუნთები იკუმშება და წნევა პარკუჭებში მატულობს. წინაგულ-პარკუჭის სარქველები იხურება. როდესაც სისხლის წნევა პარკუჭებში გადააჭარბებს აორტასა და ფილტვის არტერიაში არსებულ წნევას, მაშინ ამ სისხლძარღვების დასაწყისში არსებული ნამგლისებრი სარქველები იღება და სისხლი პარკუჭებიდან აორტასა და ფილტვის არტერიაში გადადის. პარკუჭების სისტოლა დაახლოებით 0,3 წამს გრძელდება. ამის შემდეგ იწყება პარკუჭების დიასტოლა, რომლის დროსაც ნამგლისებრი სარქველები იხურება აორტასა და ფილტვის არტერიაში სისხლის წნევის მომატების გამო. პარკუჭების დიასტოლა 0,5 წამს გრძელდება. პარკუჭების დიასტოლა იწყება მაშინ, როდესაც წინაგულები დიასტოლის მდგომარეობაშია, ამ დროს წინაგულები და პარკუჭები ერთდროულად დიასტოლაში იმყოფება. ეს გულის მუშაობის მე სამე ფაზაა, რომელსაც გულის საერთო პაუზა ეწოდება.

მისი ხანგრძლივობა 0,4 წამით განისაზღვრება. პარკუჭების დიასტოლის ბოლოს, მის დამთავრებამდე 0,1 წამით ადრე იწყება წინაგულების ახალი სისტოლა და მაშასადამე გულის მუშაობის ახალი ციკლი. ამრიგად, გულის მუშაობის ციკლის ხანგრძლივობა 0,8 წამია.

გულის ტონები

გულის მუშაობისას აღიძვრება ბგერები, რომლებსაც გულის ტონები ეწოდება. გულის ტონებს სტეტოსკოპის ან ფონენდოსკოპის საშუალებით ისმენენ. მისი მოსმენა შეიძლება, აგრეთვე, უშუალოდ გულის მიდამოში ყურის დადებით. არჩევენ ორ ტონს: სისტოლურს და დიასტოლურს.

პირველი ტონი ანუ სისტოლური ისმის პარკუჭების სისტოლის დროს. იგი ხანგრძლივია, ყრუ და დაბალი. პირველი ტონი გამოწვეულია უმთავრესად ატრიოვენტრიკულური (წინაგულ-პარკუჭის) სარქველების დახურვით და მასთან დაკავშირებული მყესოვანი სიმების რხევითა და პარკუჭების კუნთების შეკუმშვით.

მეორე ტონი ანუ დიასტოლური პარკუჭების დიასტოლას შეესაბამება. იგი მოკლე და მაღალია; გამოწვეულია ნაპგლასებრი სარქველების დახურვით. პარკუჭებიდან აორტასა და ფილტვის არტერიაში გადასროლილი სისხლი, რომლის წნევა მაღალია, მიისწრაფვის უკან, გულისკენ დაბრუნდეს, მაგრამ მას ნაპგლისებრი სარქველები ეღობება, ხურავს და მათ რხევას იწვევს.

მედიცინაში გულის ფუნქციური მდგომარეობის გამოკვლევისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს გულის ტონების მოსმენას. გულის მანკის დროს, სარქველოვანი აპარატის დაზიანების შემთხვევაში, ტონის ნაცვლად ისმის შუილი.

გულის ტონების დეტალური ანალიზი შესაძლებელია ელექტრონული აპარატურის გამოყენებით, თუ გულმკერდზე მოვათავსებთ გამაძლიერებელთან და ოსცილოგრაფთან დაკავშირებულ მგრძობიარე მიკროფონს. შესაძლებელია, აგრეთვე, გულის ტონების რეგისტრაცია მრუდის სახით მოძრავ ფოტოფირზე ან ფოტო ქაღალდზე. ამ მეთოდისას ფონოკარდიოგრაფია ეწოდება.

სისხლის სისტოლური და წითის მოცულობა

გულის ძირითადი ფუნქცია სისხლის გადასროლაა სისხლძარღვებში, ამიტომ პარკუჭებიდან გადასული სისხლის რაოდენობა გულის ფუნქციური მდგომარეობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია.

სისხლის იმ რაოდენობას, რომელიც ერთი წუთის განმავლობაში პარკუჭებიდან სისხლძარღვებში გადადის, წუთის მოცუ-

ლობა ეწოდება. იგი საშუალოდ 4,5—5 ლ უდრის და თანაბარია ორივე პარკუჭისათვის. ხოლო სისხლის იმ რაოდენობას, რომელიც სისტოლის დროს პარკუჭებიდან სისხლძარღვებში გადადის, სისტოლური მოცულობა ეწოდება. იგი საშუალოდ 65—70 მლ უდრის. სისტოლური მოცულობის გამოთვლა შეიძლება წუთის მოცულობის გაყოფით გულის შეკუმშვათა რაოდენობაზე (70—75) წუთში.

სისხლის სისტოლური და წუთის მოცულობა მუდმივი სიდიდეები არაა და იგი ცვალებადობს სხვადასხვა პირობების შესაბამისად. კუნთური მუშაობისას წუთის მოცულობამ შესაძლებელია 25—30 ლ-მდე მოიმატოს. წუთის მოცულობის გაზრდა შეიძლება გამოწვეული იყოს გულის მუშაობის აჩქარებითა და სისტოლური მოცულობის გაზრდით. საშუალო სიძიმის მუშაობის დროს, გაუვარჯიშებელ ადამიანებში წუთის მოცულობის გაზრდა, ძირითადად, გულის მუშაობის აჩქარების ხარჯზე წარმოებს, ხოლო გავარჯიშებულ ადამიანებში სისტოლური მოცულობის გაზრდის ხარჯზე.

სპორტული შეჯიბრებისას, რომელიც ძალიან დიდ კუნთოვან მუშაობას მოითხოვს, კარგად გავარჯიშებულ სპორტსმენებსაც სისტოლური მოცულობის გაზრდასთან ერთად გულის რიტმიც უზშირდებათ. ყოველივე ამის შედეგად წუთის მოცულობა საგრძნობლად მატულობს და მაშასადამე, მომუშავე კუნთების სისხლით მომარაგებაც საგრძნობლად უმჯობესდება.

გულში აგზნების წარმოშობა და გავრცელება

ძებმწოვარა ცხოველების გულში აგზნება, რომელიც გულის შეკუმშვას განაპირობებს, აღმოცენდება ღრუ ვენების შესართავთან მდებარე სინოატრიულ (კეიტ-ფლაკის) კვანძში, ცივ-სისხლიან ცხოველებში კი სინუსში. აქედან იწყება გულის აგზნების გამტარებელი სისტემა. ამ კვანძიდან აგზნება ჰისის შემაერთებელი კონით გადადის ჯერ წინაგულეზე და შემდეგ ატრიოვენტრიკულურ კვანძზე, რომელიც მარჯვენა წინაგულ-პარკუჭის საზღვარზეა მოთავსებული. ატრიოვენტრიკულური კვანძიდან იწყება ჰისის კონა, რომელიც იყოფა მარჯვენა და მარცხენა ფეხებად და სათანადო პარკუჭებს აღწევს. გამტარებელი სისტემის საბოლოო დატოტიანება ენდოკარდიუმის ქვეშ ქმნის პურკინის ბოჭკოების ქსელს, რომელიც ანასტომოზების საშუალებით მიოკარდიუმის კუნთოვან ბოჭკოებს უკავშირდება და მათ შეკუმშვას იწვევს (სურ. 4).

ამ კუნთოვანი კვანძების მახლობლად მრავალი ნერვული უჯრე-

დია განლაგებული, რომლებიც ალბათ, ერთგვარ როლს თამაშობენ რიტმული მოქმედების წარმოშობაში.

აგზნება, რომ პირველად სინოატრიალურ კვანძში წარმოიქმნება, ეს ექსპერიმენტულად იქნა დასაბუთებული: მაგალითად, გულის სხვადასხვა უბანზე ელექტროდების მოთავსებით გამოვლინდა, რომ ელექტრული ცვლილებები პირველად სინოატრიალური კვანძის მიდამოში წარმოიქმნება, ხოლო შემდეგ სხვა მიდამოებზე ვრცელდება. ასევე შეიძლება დასაბუთებული იქნეს სინოატრიალური კვანძის ადგილობრივი გათბობით ან გაცივებით (გასკელის ცდა), ამისათვის სინოატრიალური კვანძის მიდამოში ათავსებენ კაპილარს, რომელშიც გაივლის თბილი ან ცივი წყალი. თბილი წყლის გავლისას ადგილი აქვს გულის მოქმედების აჩქარებას, ხოლო ცივი წყლის შემთხვევაში — გულის მოქმედების შენელებას, ზოგჯერ შეჩერებასაც კი.

სტანიუსმა ბაყაყის გულზე ჩატარებული ცდით დაასაბუთა, რომ აგზნება სინუსის კვანძში წარმოიქმნება. იგი ლიგატურის (კვანძის) დადებით სინუსს წინაგულებისაგან თიშავდა (სტანიუსის პირველი ლიგატურა), ამ დროს სინუსი განაგრძობს მუშაობას, ხოლო წინაგულები და პარკუჭები ჩერდება. ეს იმიტომ ხდება, რომ ლიგატურა დამაზიანებლად მოქმედებს გამტარებელ სისტემაზე და სინუსის კვანძში აღმოცენებული აგზნება წინაგულებსა და პარკუჭებზე აღარ ვრცელდება.

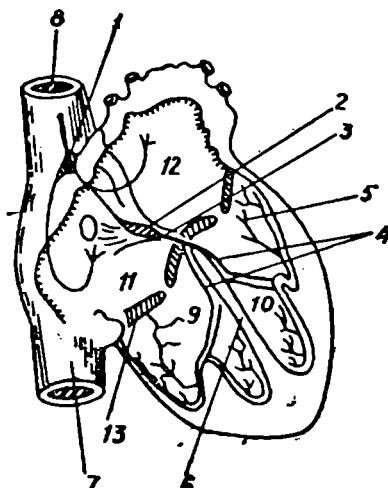
ამრიგად, გულის შეკუმშვის გამომწვევი იმპულსები სინოატრიალურ კვანძში აღმოცენდება. ამ კვანძიდან იგი ჰისის შემაერთებელი კონის საშუალებით ჯერ წინაგულებზე ვრცელდება და შემდეგ ატრიოვენტრიკულურ კვანძს აღწევს. ატრიოვენტრიკულური კვანძიდან აგზნება ჰისის კონის ფეხებით პარკუჭებზე გადადის და მათ შეკუმშვას იწვევს.

გულის ავტომატია

ორგანიზმიდან ამოკვეთილ გულს შეუძლია რიტმულად იმუშაოს, რადგან იმპულსები გულის რიტმული მოქმედებისათვის თვით გულში წარმოიქმნება. გულის რიტმულ შეკუმშვის უნარს, რომელიც გარეგანი გაღიზიანებისაგან დამოუკიდებლად წარმოებს, გულის ავტომატია ეწოდება. ამოკრილი გული მალე წყვეტს მუშაობას, მაგრამ თუ მასში რინგერის ან სისხლის შემცველ სხვა ხსნარს გავატარებთ, გულს შეუძლია დიდხანს იმუშაოს.

ავტომატიის ყველაზე დიდი უნარით აღჭურვილია გულის აგზნების გამტარებელი სისტემის წამყვანი ნაწილი — სინოატრიალური კვანძი. ავტომატია დამახასიათებელია ატრიოვენტრიკულური

კვანძისთვისაც. ამაში შეიძლება დავრწმუნდეთ შემდეგი ცდით: თუ ლიგატურას დავადებთ ატრიოვენტრიკულური კვანძის ზემოთ, წინაგულეები განაგრძობენ შეკუმშვას, ხოლო პარკუჭი წყვეტს მუშაობას. რამდენიმე ხნის შემდეგ პარკუჭი კვლავ იწყებს შეკუმშვას. მაგრამ უფრო შენელებული რიტმით. ეს შეკუმშვა ატრიოვენტრიკულური კვანძის ავტომატური მოქმედებითაა განპირობებული. პარკუჭის შეკუმშვა შეიძლება აღდგეს, აგრეთვე იმ შემთხვევაშიც თუ



სურ. 4. გულის გამტარი სისტემა.

1 — სინოატრიალური კვანძი; 2 — წინაგულ — პარკუჭის კვანძი; 3 — ჰისის კონა; 4 — მისი ფეხები და 5 — ჰისის კონის ფეხების ბოქოების ბაღე პარკუჭების კედელში; 6 — პარკუჭთაშუა ძგიდე; 7 — ქვემო ღრუ ვენა; 8 — ზემო ღრუ ვენა; 9 — მარჯვენა და 10 — მარცხენა პარკუჭი; 11 — მარჯვენა და 12 — მარცხენა წინაგული; 13 — წინაგულ-პარკუჭის სარქველები.

ლიგატურას ატრიოვენტრიკულური კვანძის ქვემოთ მოვათავსებთ. ამ შემთხვევაში პარკუჭის შეკუმშვა განპირობებულია ენდოკარდიუმის ქვეშ მოთავსებულ პურკინიეს ბოქოებით. მაგრამ, შეკუმშვის რიტმი ამ შემთხვევაში კიდევ უფრო შენელებული იქნება.

ამრიგად, გულის ავტომატური მოქმედება არის გულის გამტარებელი სისტემის (ატიპური კუნთოვანი ქსოვილის) ზოგადი თვისება, რომელიც ყველაზე მეტი ხარისხით სინოატრიალურ კვანძს გააჩნია, შემდეგ უფრო ნაკლებად ატრიოვენტრიკულურს, ხოლო კიდევ უფრო ნაკლებად — პურკინიეს ბოქოებს.

ნორმალურ პირობებში მხოლოდ სინოატრიალური კვანძი ფუნქციონირებს.

ამ კვანძის იმპულსთა ხშირი რიტმის გამო დანარჩენი ავტომატური მოქმედების კერების მოქმედება არ მკლავნდება. ისინი იწყებენ მოქმედებას მხოლოდ სინოატრიალური კვანძის გამოთიშვის შემთხვევაში (ლიგატურის დადება, გაცივება, ზოგიერთი შხამების მოქმედება).

გულში აგზნების იმპულსები ავტომატური მოქმედებისათვის შინაგან გაღიზიანებათა გავლენით აღმოცენდება. ფიქრობდნენ, რომ ავტომატური შეკუმშვა პირობადებული იყო სინოატრიალურ კვანძზე ერთვალენტთან და ორვალენტთან იონთა მორიგეობითი მოქმედებით. შემდგომი გამოკვლევები დიდ მნიშვნელობას ანიჭებს კალიუმის იონებს და აგრეთვე ნახშირორჟანგს. ბოლო დროის გამოკვლევებით გულის ავტომატური მოქმედების გამოწვევას მიაწერენ გულის პორმონს, რომელიც გულში წარმოიქმნება.

ექვგარეშეა, რომ გულის ავტომატური მოქმედების გამოწვევაში მნიშვნელობა აქვს არა ერთ რომელიმე ამ ფაქტორთაგანს, არამედ ყველა ამ ფაქტორის ერთობლივ მოქმედებას სისხლის სხვა შემადგენელ ნივთიერებებთან ერთად.

გულის კუნთის ფიზიოლოგიური თავისებურებანი

რადგან, გულის კუნთის ძირითადი ბოჭკოები პროტოპლაზმური ხიდაკებით ერთიმეორეს უკავშირდება, ამიტომ გულის კუნთის ერთი ნაწილის გაღიზიანებისას მთელი გულის კუნთი იკუმშება, როგორც ერთი ბოჭკო. ამ შემთხვევაში აგზნება პროტოპლაზმური ხიდაკების საშუალებით ყველა ბოჭკოზე ვრცელდება, მაშინ, როდესაც აგზნება ჩონჩხის კუნთის ბოჭკოებში იზოლირებულად ტარდება. გულის კუნთში ჩონჩხის კუნთისაგან განსხვავებით, ყველა ფიზიოლოგიური პროცესი დაყოვნებით მიმდინარეობს.

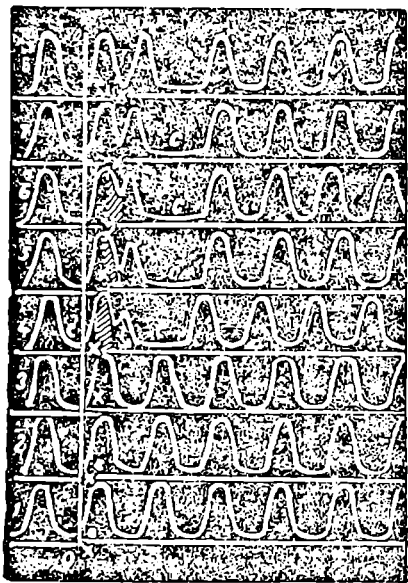
აგზნების პროცესი გულის კუნთში იმდენად ხანგრძლივად მიმდინარეობს, რომ იგი კუნთის შეკუმშვის ხანგრძლივობას ეთანაბრება. აგზნება ცვალებადობს ფუნქციური მდგომარეობის მიხედვით: ტემპერატურის აწევისას აგზნებადობა მატულობს, აგზნების ხანგრძლივობა კი კლებულობს; ტემპერატურის დაქვეითებისას, პირიქით, აგზნებადობა კლებულობს, აგზნების ხანგრძლივობა მატულობს. აგზნების გატარება გულის კუნთში ჩონჩხის კუნთთან შედარებით ნელა წარმოებს.

გულის კუნთი ექვემდებარება გავრცელებადი აგზნების კანონს, ამიტომ მისი აგზნებისას ჯერ ჩნდება აბსოლუტური, ხოლო შემდეგ შეფარდებითი რეფრაქტორული ფაზა. სისტოლის დროს გული აბსოლუტურ რეფრაქტორულ ფაზაშია, ხოლო დიასტოლის დროს შეფარდებით რეფრაქტორულ ფაზაში. თუ გულის რომელიმე ნაწილს სისტოლის დროს გავაღიზიანებთ ინდუქციური კვეთებით, გული მას სათანადო ეფექტით არ უპასუხებს, რადგან გულის კუნთი მაქსიმალურად აგზნებულია, ე. ი. აბსოლუტურ რეფრაქტორულ ფაზაში იმყოფება. ხოლო თუ გაღიზიანებას ვაწარმოებთ დია-

სტოლის დროს, ე. ი. შეფარდებით რეფრაქტორულ ფაზაში, მაშინ გული დამატებით შეიკუმშება, მაგრამ ეს შეკუმშვა შედარებით მცირე ინტენსიობისა იქნება. ამ დამატებით შეკუმშვას ექსტრასისტოლა ეწოდება.

ექსტრასისტოლის შემდეგ პაუზა მომდევნო სისტოლის დაწყებამდე მუდამ უფრო გრძელია. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ექსტრასისტოლის დროს, თავის მხრივ, ვითარდება აბსოლუტური რეფრაქტორული პერიოდი და ამ დროს გულის კუნთთან მოსული მორიგი აგზნების იმპულსი სისტოლას ვეღარ იწვევს, ერთი მომდევნო სისტოლა ამოვარდება და მასასადამე, ექსტრასისტოლის შემდეგ,

პაუზაც გახანგრძლივდება. ამ გახანგრძლივებულ პაუზას კომპენსაციურ პაუზას უწოდებენ (სურ. 5).



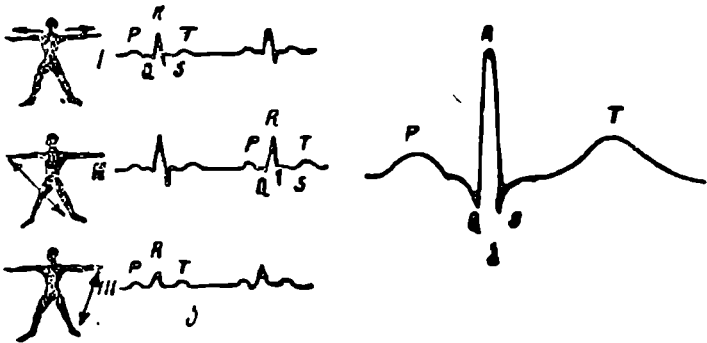
სურ. 5. ბაყაყის გულის მიოგრაფია, რომელიც უჩვენებს ექსტრასისტოლას, რეფრაქტორულ ფაზებს და კომპენსაციურ პაუზას.

მრუდები იწერება ქვემოდან ზევით. ხაზი 00 აღნიშნავს იმ სისტოლებს, რომელთა დროს მოხდა დამატებითი გალიზიანება, ასო X აღნიშნავს ასეთი გალიზიანების მომენტს. პირველ მრუდზე გალიზიანება მოდის სისტოლის დროს და ეფექტს არ იძლევა. მეორე და მესამე მრუდზე გალიზიანება მოდის სისტოლის დროს და ასევე ეფექტს არ იძლევა. მეოთხე მრუდზე გალიზიანება მოდის სისტოლის დამთავრებისას და იძლევა მცირე ექსტრასისტოლას. მე-

5—8 გალიზიანება წარმოებს დიასტოლის დროს სულ უფრო და უფრო გვიან. საპასუხოდ იწვევა სულ უფრო და უფრო დიდი ექსტრასისტოლა, C — კომპენსაციური პაუზა. 1,2 და 3 მრუდზე გალიზიანება მოდის აბსოლუტურ რეფრაქტორულ ფაზაში, ხოლო მე-4—7 მრუდზე შეფარდებით რეფრაქტორული ფაზის დროს.

გულის კუნთის აგზნების შედეგად აგზნების ელექტროდენი წარმოიქმნება. გულის აგზნებულ და აუგზნებელ ნაწილებს შორის წარმოიქმნება ელექტრულ პოტენციალთა სხვაობა, ელექტრულ ძალახაზები მთელ სხეულზე ვრცელდება. ამიტომ, სხეულის სხვადასხვა ნაწილზე ელექტროდების მოთავსებით შესაძლებელია ელექტრულ პოტენციალთა რხევების რეგისტრაცია — რომელიც ელექტროკარდიოგრაფიის სახელითაა ცნობილი. ხოლო ამ მეთოდით რეგისტრირებულ მრუდეს — ელექტროკარდიოგრაფიამა ეწოდება. ელექტროკარდიოგრაფიის მეთოდი ფართოდაა გამოყენებული მედიცინაში, როგორც გულის დაავადებათა დიაგნოსტიკური საშუალება.

ელექტრულ პოტენციალთა რხევების რეგისტრაციისათვის ყველაზე უფრო მიღებულია სამი სტანდარტული გამოყვანა კიდუ-



სურ. 6. სტანდარტული განხრები ელექტროკარდიოგრაფიის ჩაწერისას.
 ა — განხრის სქემა, ისრებით ნაჩვენებია სხეულის უბნები. სადაც ელექტროდები თავსდება პირველი (ზემოთ), მეორე (შუაში) და მესამე (ქვემოთ) გამოყვანისას ელექტროკარდიოგრაფიის ჩაწერის დროს;
 ბ — ელექტროკარდიოგრაფია.

რებიდან, რომლის დროს ელექტროდები შემდეგნაირად თავსდება: I განხრა — მარჯვენა ხელი, მარცხენა ხელი; II განხრა — მარჯვენა ხელი, მარცხენა ფეხი; III განხრა — მარცხენა ხელი, მარცხენა ფეხი.

გულმკერდიდან გამოყვანის შემთხვევაში ერთი ელექტროდი თავსდება გულმკერდზე ექვსი წერტილიდან. ერთ რომელიმე მათგანზე, ხოლო მეორე ელექტროდი — მარჯვენა ხელზე ან სამი ერ-

თად შეერთებული ელექტროდი — ორივე ხელზე და მარცხენა ფეხზე.

ელექტროკარდიოგრაფიაში არჩევენ P, Q, R, S და T კბილებს. P კბილი წინაგულების აგზნებას გამოხატავს, ხოლო Q, R, S, T კომპლექსი პარკუჭების აგზნებას. აქედან Q, R, S კბილები პარკუჭების აგზნების დასაწყისია, ხოლო T კბილი მისი ჩათაგების (სურ. 6). P და Q კბილებს შორის ინტერვალი დროა, რომელიც საჭიროა აგზნების გატარებისათვის წინაგულიდან პარკუჭამდე. ვარაუდობენ, რომ Q კბილი გაპირობებულია პარკუჭების შიგნითა ზედაპირისა და გულის მწვერვალის აგზნებით, R კბილი კი ორივე პარკუჭის ზედაპირისა და ფუძის აგზნებით, S კბილის დასასრულს ორივე პარკუჭი მთლიანადაა აგზნებული. უმრავლესობის აზრით T კბილი პარკუჭების აგზნების შეწყვეტასთანაა დაკავშირებული. ეს კბილი ელექტროკარდიოგრაფიის ყველაზე ცვალებადი ნაწილია.

ელექტროკარდიოგრაფია საშუალებას გვაძლევს ღრმად ჩაეწვდეთ გულში აგზნების გატარების დარღვევის უნატიფეს ცვლილებებს, რის გამო, იგი კლინიკური გამოკვლევის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მეთოდს წარმოადგენს.

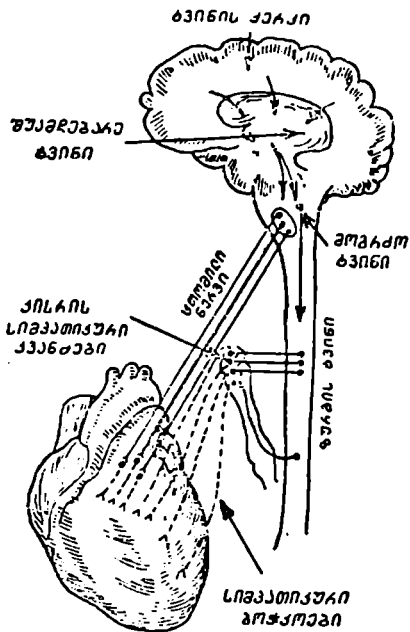
გულის მუშაობის რეგულაცია

გულის მუშაობის ცვლილებები გარემო პირობებისა და ორგანიზმის მოთხოვნილებების შესაბამისად ნერვული და ჰუმორალური გზით ხორციელდება. გულის ნერვული რეგულაცია ცთომილი და სიმპათიკური ნერვებით წარმოებს (სურ. 7).

ცთომილი ნერვის მოქმედება გულზე პირველად (1845 წ.) ძმებმა ვებერებმა აღმოაჩინეს. ამ ნერვების გაღიზიანება იწვევს გულის მუშაობის შეკავებას, ზოგჯერ გაჩერებასაც კი. გადაჭრილი ცთომილი ნერვის პერიფერიული ბოლოს სუსტი დენით გაღიზიანების შემთხვევაში, ადგილი აქვს რიტმის გაიშვიათებას. ამ მოვლენას უარყოფითი ქრონოტროპული ეფექტი ეწოდება. ამავე დროს ადგილი აქვს, აგრეთვე, შეკუმშვის ამპლიტუდის შემცირებას, ეს უარყოფითი ინოტროპული ეფექტია. ცთომილი ნერვის გაღიზიანებისას გულის კუნთის აგზნებადობა კლებულობს და იგი უარყოფითი ბათმოტროპული ეფექტის სახელითაა ცნობილი; კლებულობს აგრეთვე გულის კუნთის გამტარებლობა-უარყოფითი დრომოტროპული ეფექტი. ცთომილი ნერვის ძლიერი დენით გაღიზიანებისას გულის მოქმედება დროებით წყდება (სურ. 8).

გულზე სიმპათიკური ნერვების გავლენა პირველად (1867 წ) შეისწავლეს ი. ციონმა და ი. პავლოვმა. ციონმა აღწერა გუ-

ლის რიტმის აჩქარება გულის სიმპათიკური ნერვების გალიზიანებისას (დადებითი ქრონოტროპული ეფექტი). პავლოვმა აღმოაჩინა სიმპათიკური ნერვული ბოქკოები, რომლებიც გულის შეკუმშვის ამპლიტუდას აძლიერებენ (დადებითი ინოტროპული ეფექტი). პავლოვის აზრით ეს ბოქკოები ტროფიკული ხასიათისაა, რომლებიც გულზე ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებით მოქმედებენ. გულის სიმპათიკური ნერვების გალიზიანება, ამავე დროს, იწვევს გულის ალგუნებადობის მომატებას (დადებითი ბათმოტროპული ეფექტი) და აუმჯობესებს აგზნების გატარებას გულში (დადებითი დრომოტროპული ეფექტი) (სურ. 9). ცთომილი და სიმპათიკური ნერვების გალიზიანებისას მათ დაბოლოებებში გამოიყოფა ქიმიური ნივთიერებები ე. წ. მ ე დ ი ა ტ ო რ ე ბ ი (გადამცემები), რომლებიც გულზე უშუალოდ მოქმედებენ და იწვევენ მისი მოქმედების შეკავებას ან გაძლიერებას, ცთომილი ნერვის გალიზიანებისას გამოიყოფა ა ც ე ტ ი ლ ქ ო ლ ი ნ ი, ხოლო სიმპათიკური ნერვების გალიზიანებისას ნ ო რ ა დ რ ე ნ ა ლ ი ნ ი (სიმპათინი).



სურ. 7. გულის ინერვაციის სქემა

ცთომილი ნერვის ცენტრები მუდმივი აგზნების ე. წ. ცენტრალური ტონუსის მდგომარეობაში იმყოფება, რის გამოც გულთან გამუდმებით შემაკავებელი იმპულსები მოდის. რაც შეეხება სიმპათიკური ნერვების ცენტრებს, ტონუსი არა აქვს ან სუსტადა აქვს გამოხატული. ცთომილი ნერვების ტონუსი განპირობებულია აორტის რკალისა და საძილე არტერიის რეცეპტორებიდან აფერენტული გზით მოსული იმპულსებით. ცთომილი ნერვის ცენტრის ტონუსი მატულობს, აგრეთვე, სისხლში ადრენალინის, კალციუმის იონებისა და ნახშირმჟავის რაოდენობის მომატებისას.

ზოგიერთებს ცთომილი ნერვების ცენტრის ტონუსი ძლიერ მა-

ლალი აქვთ, რაც გულის მოქმედების შენელებაში — ბრადიკარდიაში გამოიხატება, ზოგს კი პირიქით — ცთომილი ნერვების ტონუსი დაქვეითებული აქვს — რაც გულის მოქმედების აჩქარებას — ტაქიკარდიას იწვევს.



სურ. 8. ცთომილი ნერვის გალიზიანების გავლენა ბაყაყის გულზე.

გულის მუშაობის რეგულაცია წარმოებს, აგრეთვე რეფლექსურად. რეფლექსურმა რეაქციებმა შეიძლება შეანელონ (ვაგალური რეფლექსები) ან ააჩქარონ (სიმპათიკური რეფლექსები) გულის მოქმედება. გულის მუშაობის რეფლექსური ცვლილებები სხვადასხვა რეცეპტორის გალიზიანებით ხდება, რომელთა შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სისხლძარღვთა ზოგიერთ მიდამოებში განლაგებულ რეცეპტორებს. ეს ე. წ. რეფლექსოგენური ზონებია. ამ რეცეპტორების აგზნება წარმოებს სისხლის წნევის ცვალებადობით ან ჰუმორალური (ქიმიური) გამლიზიანებლებით. რეფლექსოგენურ ზონებიდან მნიშვნელოვანია საძილე არტერიის გაორკაპების მიდამო, რომლის რეცეპტორების გალიზიანება გულისცემის რეფლექსურ შენელებას იწვევს. ამ შემთხვევაში რეცეპტორების აგზნება ხდება სისხლძარღვის კედლის გაჭიმვით მასში სისხლის წნევის მომატებისას, ხოლო აქედან აგზნება აფერენტული გზებით ცთომილი ნერვების ცენტრების ტონუსის მომატებას იწვევს, რის შედეგადაც გულის მოქმედება ნელდება.

ასეთივე რეფლექსოგენური ზონა მოთავსებულია, აგრეთვე მარჯვენა წინაგულში, ღრუ ვენების შერთვის ადგილას. ამ რეცეპტორების გამალიზიანებელია ღრუ ვენების კედლის გაჭიმვა გამოწვეული სისხლის წნევის მომატებით. ამ დროს ცთომილი ნერვების ცენტრების ტონუსი სუსტდება, ხოლო სიმპათიკური ნერვებისა — ძლიერდება, რის გამოც გულის მოქმედება ხშირდება და ძლიერდება. გული დიდი რაოდენობით გადაისვრის სისხლს ვენებიდან არტერიებში და ღრუ ვენებში წნევა ნორმალური ხდება. ამ რეფლექსურ რეაქციას ბენბრიჯის რეფლექსი ეწოდება.

ვაგალური რეფლექსების კლასიკური მაგალითია გოლციის ცდა: ბაყაყის კუჭ-ნაწლავზე ზუსტი რიტმული დარტყმა იწვევს გულის მუშაობის ხანგრძლივ შეჩერებას. მუცელზე დარტყმა იწვევს

გულის შეჩერებას აღამიანშიც. ამ რეფლექსის დროს აგზნება კუჭ-
ნაწლავიდან შიგნეულობის ნერვის საშუალებით მიიმართება ზურ-



სურ. 9. სიმპათიკური ნერვის გალიზიანების გავლენა ბაყაყის გულზე

გის ტვინში, აღწევს მოგრძო ტვინში არსებულ ცთომილი ნერვის
ცენტრს და ააგზნებს მას. აქედან კი ნერვული იმპულსები ცთომი-
ლი ნერვებით გულისაკენ მიემართება.

მაგალურ რეფლექსებს ეკუთვნის აგრეთვე ა შ ნ ე რ ი ს თ ვ ა ლ -
გ უ გ ი ს რ ე ფ ლ ე ქ ს ი: თვალის კაკლებზე თითებით ზედაწოლის შემ-
თხვევაში გულის რიტმი მცირდება (10—20-ით წუთში).

გულის მოქმედების რეფლექსური გახშირება და გაძლიერება
აღინიშნება ძლიერი ტკივილების, ემოციების (გაბრაზების, შეში-
ნების, სიხარულის) და კუნთოვანი მუშაობის დროს. ეს სიმპათიკუ-
რი რეფლექსებია, რომლის დროს ადგილი აქვს ცთომილი ნერვის
ცენტრის ტონუსის დაქვეითებას.

აღსანიშნავია, რომ გულის მოქმედება ექვემდებარება თ ა ვ ი ს
ტ ვ ი ნ ი ს ქ ე რ ქ ი ს მარეგულირებელ გავლენას. მაგალითად, ემოცია
იწვევს გულის მოქმედების ცვლილებებს, რაც, რასაკვირველია,
ქერქის გავლენით წარმოებს — ეს ფაქტი კიდევ უფრო დამაჯერებ-
ლადაა დასაბუთებული პირობითი რეფლექსების გამომუშავებით.
მაგალითად, თუ ბგერას შევალღებთ თვალის კაკალზე ზედაწოლას-
თან, რომელიც თავის მხრივ იწვევს გულის რიტმის გაიშვიათებას,
შემდეგში მხოლოდ ბგერა, თვალის კაკალზე ზედაწოლის გარეშე იწ-
ვევს გულის რიტმის შენელებას ანუ თვალგუვის პირობით რეფ-
ლექსს.

სპორტსმენებს, განსაკუთრებით მორბენლებს, სტარტის წინ
პულსი უჩქარდებათ, თუმცა მათ ჯერ სირბილი არ დაუწყიათ. გუ-
ლის მოქმედების ეს ცვლილებები პირობით რეფლექსურია.

გულის მუშაობაში დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე ჰ უ მ ო -
რ ა ლ უ რ რეგულაციას. ამ მხრივ აღსანიშნავია ა დ რ ე ნ ა ლ ი ნ ი —

თიკმელზედა ჯირკვლების ცხოველმყოფელობის პროდუქტი, რომელიც გადადის სისხლში და ისევე მოქმედებს გულზე, როგორც სიმპათიკური ნერვები — იწვევს გულის რიტმის გახშირებასა და შეკუმშვის გაძლიერებას.

გულის ნორმალური მუშაობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე ელექტროლიტებს, სისხლში კალიუმის იონების კონცენტრაციის მომატება იწვევს გულის მოქმედების შეკავებას, ხოლო კალციუმის იონების კონცენტრაციის მომატება — პირიქით გულის მოქმედებას აძლიერებს. ამგვარად, კალიუმის იონები გულზე ცთომილი ნერვების მსგავსად მოქმედებს, ხოლო კალციუმის იონები — სიმპათიკური ნერვების მსგავსად.

ამრიგად, გულის მუშაობის რეგულაცია წარმოებს ერთიანი ნერვულ-ჰემორალური სისტემით, სადაც წამყვანი როლი ცენტრალურ ნერვულ სისტემას ეკუთვნის.

ს ი ს ხ ლ ძ ა რ ლ ვ მ ბ ი

სისხლის მოძრაობა სისხლძარღვაში

ჰემოდინამიკა სწავლობს სისხლძარღვთა სისტემაში სისხლის მოძრაობის კანონებს, რომლებსაც საერთო აქვთ ჰიდროდინამიკის (სითხის მოძრაობის) კანონებთან. ჰიდროდინამიკის კანონების თანახმად, სითხის მოძრაობა მილბში განისაზღვრება წნევათა სხვაობით მილის დასაწყისსა და ბოლოში და წინააღმდეგობით, რომელსაც განიცდის სითხე. წნევათა სხვაობის შეფარდება წინააღმდეგობასთან განსაზღვრავს მილბში დროის ერთეულში გავლილი სითხის მოცულობას ანუ მოცულობით სიჩქარეს, ეს დამოკიდებუ-

ლება შემდეგი განტოლებით გამოიხატება $Q = \frac{P_1 - P_2}{R}$, სადა

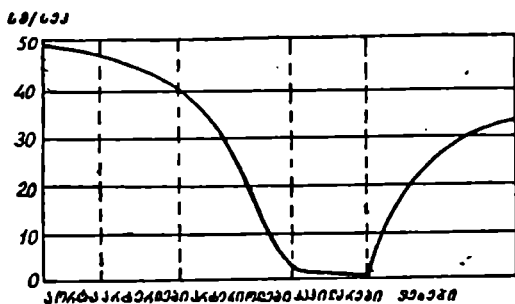
Q სითხის მოცულობაა, $P_1 - P_2$ წნევათა სხვაობა მილის დასაწყისში და ბოლოში, R — წინააღმდეგობა. მოცულობითი სიჩქარე იზომება მლ/წამ.

თუ ვიცით სისხლის მოძრაობის მოცულობითი სიჩქარე, შეიძლება გამოვთვალოთ ხ ა ზ ო ბ რ ი ვ ი ს ი ჩ ქ ა რ ე, რომელიც გამოხატავს სისხლის გადაადგილების სიჩქარეს სისხლძარღვის გასწვრივ. იგი მმ/წამ. იზომება. ხაზობრივი სიჩქარე — $V = \frac{Q}{\pi r^2}$, ე. ი.

მოცულობით სიჩქარეს გაყოფილს სისხლძარღვის განიკვეთის ფართობზე. ხაზობრივი სიჩქარე საშუალო სიდიდეა, რადგან იგი ერთნაირი არაა სისხლის ნაკადის ცენტრში და სისხლძარღვის კედელთან, ხაზობრივი სიჩქარე სისხლის ნაკადის ცენტრში უფრო მეტია,

ვიდრე სისხლძარღვის კედელთან, რადგან აქ დიდია წინააღმდეგობა სისხლის ნაწილაკების კედელზე ხახუნის გამო.

რადგან გულიდან გამოსული სისხლის რაოდენობა, გულში ჩასული სისხლის რაოდენობის ტოლია, ამიტომ ერთ წუთში გავლილი სისხლის მოცულობა სისხლის მიმოქცევის დიდსა და მცირე წრეში ერთნაირია. მაგრამ ხაზობრივი სიჩქარე სხვადასხვა სისხლძარღვში არაა თანაბარი; იგი დამოკიდებულია სისხლძარღვის კალაპოტის საერთო განაკვეთზე. ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ რაც უფრო მეტია სისხლძარღვთა საერთო განივკვეთის ფართობი, მით უფრო ნაკლებია სისხლის მოძრაობის ხაზობრივი სიჩქარე და პირიქით. სისხლძარღვთა სისტემაში ყველაზე ვიწრო ადგილი აორტაა. არტერიის თანდათანობითი განტოტვისას, მართალია თითოეული არტერიის სანათური ვიწროვდება, მაგრამ, სამაგიეროდ მათი სანათურების საერთო ჯამი გაცილებით მეტია მასზე. სისხლძარღვთა საერთო კალაპოტი განსაკუთრებით ფართოვდება კაპილარულ სისხლძარღვთა სისტემაში, სადაც მათი სანათურების საერთო განივკვეთი 600—800-ჯერ მეტია აორტის განაკვეთზე. ამიტომ აორტაში სისხლი უფრო სწრაფად მოძრაობს, ვიდრე კაპილარებში. ვენებში სისხლის ხაზობრივი სიჩქარე კაპილარებთან შედარებით მატულობს, მათი კალაპოტის შევიწროების გამო (სურ. 10).



სურ. 10. ხაზობრივი სიჩქარის ცვალებადობის დიაგრამა სისხლძარღვთა სისტემის სხვადასხვა ნაწილში.

რადგან სისხლი ფილტვის არტერიასა და აორტაში პარკუჭების სისტოლის დროს წყვეტილად გადადის, ამიტომ სისხლის მოძრაობის სიჩქარე მაქსიმალურია პარკუჭების სისტოლისას და კლებულობს დიასტოლის დროს. კაპილარებსა და ვენებში სისხლის მოძრაობის სიჩქარის ცვლილებები არ აღინიშნება არტერიების კედლის

ელასტიკური თვისების გამო. აღნიშნული თვისება მთელ სისხლ-
ძარღვთა სისტემაში სისხლის უწყვეტ დინებას აპირობებს.

აორტაში სისხლის ნაკადის საშუალო სიჩქარეა 50 სმ/წამში. აქ
სიჩქარე დიდ მერყეობას განიცდის სისტოლისა და დიასტოლის
დროს. სისტოლის დროს იგი აღწევს 100 სმ/წამში, ხოლო დიასტო-
ლის დროს — 16 სმ/წამში. არტერიებში სიჩქარე კლებულობს და
საშუალოდ უდრის 25 სმ/წამში. რაც შეეხება სიჩქარეს კაპილა-
რებში, აქ იგი მკვეთრად ეცემა წინააღმდეგობის გაზრდისა და კაპი-
ლარების სანათურის საერთო ჯამის გაფართოების გამო. სისხლის
ნაკადის სიჩქარე კაპილარებში უდრის 0,5 მმ/წამში. კაპილარებთან
შედარებით ვენებში, მათი საერთო სანათურის შევიწროების გამო,
სისხლის ნაკადის სიჩქარე მატულობს და აღწევს 20 სმ/წამში. სის-
ხლის მოძრაობის სიჩქარე გაზომილი იქნა რუსი ფიზიოლოგის
ა. დოგელის მიერ ჯერ კიდევ 1867 წელს.

სისხლის წნევა

სისხლის წნევის გაზომვის ორი წესი არსებობს: პირდაპირი ანუ
სისხლიანი და არაპირდაპირი ანუ უსისხლო. ცხოველის, ზოგჯერ
ადამიანის, სისხლის წნევის გასაზომად პირველ წესს მიმართავენ,
რომლის დროს არტერიაში მანომეტრთან შეერთებული შუშის
მილი (კანულა) ან ნემსი შეყავთ. ადამიანის შემთხვევაში სისხლის
წნევის გაზომვის არაპირდაპირი წესია მიღებული. ამ მიზნით გამო-
საკვლევ პირს, მხრის მიდამოში, ადებენ ორმაგ კედლიან რეზინის
მანეეტს, რომელიც თავის მხრივ შეერთებულია რეზინის ბალონთან
და ვერცხლისწყლის მანომეტრთან. ხელსაწყოს, რომლითაც ზომავენ
სისხლის წნევას, რ ი ვ ა რ ო ჩ ი ს ს ფ ი გ მ ო მ ა ნ ო მ ე ტ რ ი ეწო-
დება. სისხლის წნევის გაზომვისას ნ. კოროტკოვის წინადადებით ის-
მენენ მანეეტის პერიფერიულად, მხრის არტერიაზე წარმოშობილ
ტონებს.

რეზინის ბალონის საშუალებით მანეეტში ჰაერი შეყავთ, მასში
წნევა თანდათანობით მატულობს და მხარს ირგვლივ ეჭირება. რო-
დესაც მანეეტში წნევა ისე გაიზრდება, რომ იგი გადააჭარბებს მხრის
არტერიაში არსებულ სისხლის სისტოლურ წნევას, მაშინ მხრის
არტერიის სანათურის დაზომობის გამო მასში სისხლის მოძრაობა
წყდება და მასზე არავითარი ბგერები არ ისმის. თუ მანეეტიდან
თანდათანობით გამოუშვებთ ჰაერს, ისე რომ მასში წნევა სისტო-
ლურზე ოდნავ ნაკლები იქნება, მაშინ სისხლი ყოველი სისტოლის
დროს გადალახავს გადაჭერილ არტერიას, ეჯახება მანეეტის ქვემოთ
მდებარე არტერიის კედელს და წარმოშობს ბგერებს. წნევა მანეეტ-

ში, რომლის დროსაც ისმის პირველი ბგერა, შეესაბამება მაქსიმალურ ანუ სისტოლურ წნევას. მანქებიდან ჰაერის შემდგომი გამოშვებისას წნევა მასში დიასტოლურზე დაბალი ხდება, რის გამოც, სისხლი მხრის არტერიაში გადის არა მარტო სისტოლის, არამედ დიასტოლის დროსაც, ამ დროს არტერიაში ბგერები წყდება. ბგერის შეწყვეტის დროს მანქეტში არსებული წნევა შეესაბამება მინიმალურ ანუ დიასტოლურ წნევას.

სისხლის წნევა არტერიებში (P) დამოკიდებულია გულიდან სისხლძარღვებში გადასულ სისხლის მოცულობაზე (Q) და იმ წინააღმდეგობაზე (R), რომელსაც სისხლის ნაკადი ხვდება სისხლძარღვებში მოძრაობისას. ეს დამოკიდებულება შემდეგი ფორმულით გამოიხატება: $P=Q \cdot R$. როგორც ამ განტოლებიდან ჩანს სისხლის წუთმოცულობის გაზრდა, მაგალითად სისხლის დიდი რაოდენობით გადასხმისას, სისხლის წნევის მომატებას იწვევს, ხოლო წუთმოცულობის შემცირება, მაგალითად სისხლის დაკარგვის შემთხვევაში — არტერიული წნევის დაცემას.

არტერიული წნევის განმსაზღვრელი ფაქტორია აგრეთვე წინააღმდეგობა, რომელიც განსაკუთრებით დიდია არტერიოლებში. თუ არტერიოლების სანათური შევიწროებულია და მაშასადამე წინააღმდეგობა მომატებული, მაშინ სისხლის წნევაც მატულობს და პირიქით.

სხვაობას სისტოლურ და დიასტოლურ წნევას შორის პულსური წნევა ეწოდება. იგი ყველაზე დიდია გულთან ახლომდებარე არტერიებში; გულიდან დაშორებით კი პულსური წნევა მცირდება. არტერიოლებსა და კაპილარებში სისხლის წნევა მუდმივია და მაშასადამე პულსური წნევა არ აღინიშნება.

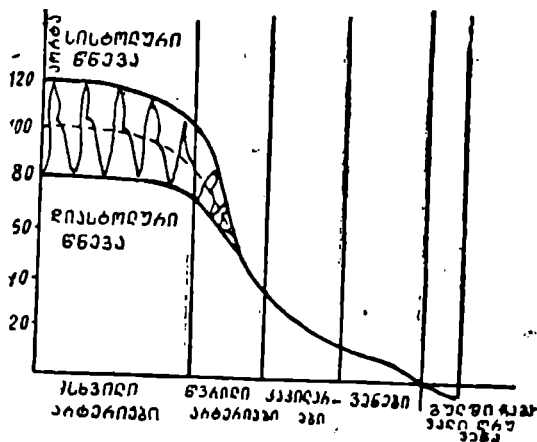
განსაზღვრავენ აგრეთვე, საშუალო წნევას, რომელიც საშუალო სიდიდეა სისტოლურ და დიასტოლურ წნევას შორის.

კოროტკოვის წესით გაზომილი სისხლის მაქსიმალური წნევა (მხრის არტერიაში 15—50 წლის ჯანმრთელ ადამიანებში უდრის ვერცხლისწყლის სვეტის 105—120 მმ, ხოლო მინიმალური წნევა — 60—85 მმ, პულსური წნევა — 35—50 მმ. 50 წლის ზემოთ სისხლის წნევა მატულობს და იგი 135—140 მმ აღწევს.

სისხლის წნევის დონე მნიშვნელოვნად მატულობს გაბრაზების, შიშის, ფიზიკური მუშაობის დროს და სხვ. გულსისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური უსაკმარისობისას დიასტოლური წნევა, სისტოლურთან შედარებით მნიშვნელოვნად მატულობს, და რასაკვირველია, პულსური წნევაც ქვეითდება. სისხლის სისტოლური წნევის მომატებას 150 მმ-ზე ზევით ჰიპერტონია ეწოდება. ზოგჯერ ადგილი აქვს წნევის დაქვეითებას 75—80 მმ-მდე და იგი ჰი-

პოტონის სახელითაა ცნობილი. ჰიპოტონია ვითარდება ქლოროფორმით მოწამვლის, ძლიერი ტრავმის, დამწვრობის და სისხლის დიდი რაოდენობით დაკარგვის შემთხვევებში.

სისხლის წნევა არათანაბარია სხვადასხვა სისხლძარღვში, იგი მეტია არტერიულ ბოლოში და უფრო დაბალი — ვენურში. რაც უფრო დაშორებულია სისხლძარღვი გულიდან, მით უფრო ნაკლები წნევაა მასში. აორტაში ყველაზე მაღალი წნევაა, რომელიც უდრის სინდიის სეეტის 130—140 მმ. არტერიებში წნევა ეცემა და უდრის 120—130 მმ. წნევა მკვეთრად კლებულობს წვრილ არტერიებსა და არტერიოლებში, სადაც იგი 60—70 მმ უდრის. კაპილარებში წნევა ეცემა 30—20 მმ-მდე; წვრილ ვენებში იგი უდრის 10—20 მმ, ხოლო მსხვილ ვენებში უარყოფითი კი ხდება — ატმოსფერულზე, 2—5 მმ-ით დაბალი (სურ. 11).



სურ. 11. სისხლის წნევა სისხლძარღვთა სისტემის სხვადასხვა უბანში.

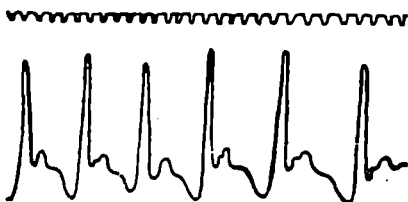
არტერიული კულსი

არტერიის კედლის რიტმულ რხევებს, რომლებიც განპირობებულია არტერიებში წნევის სისტოლური მომატებით, არტერიული კულსი ეწოდება. არტერიის პულსაცია შეიძლება შევიგრძნოთ ზედაპირულ სისხლძარღვებში, როგორცაა: სხივის, საფეთქლის, ტერფზურგის არტერიები.

პულსური ტალღა აღმოცენდება აორტაში წნევის სისტოლური

მომატებისას. მომატებული სისხლის წნევის ტალღა იწვევს აორტის კედლის რხევას, რომელიც გარკვეული სიჩქარით ვრცელდება აორტიდან არტერიოლამდე და კაპილარამდე, სადაც ეს ტალღა ქრება. პულსური ტალღა არტერიის გასწვრივ ვრცელდება 5,5—8 მ/წამში. მისი გავრცელება არაა დაკავშირებული სისხლძარღვებში სისხლის მოძრაობის სიჩქარესთან.

პულსის გასინჯვით შესაძლებელია ერთგვარი წარმოდგენა ვიქონიოთ გულის მუშაობასა და სისხლძარღვთა სისტემის მდგომარეობის შესახებ. სპეციალური ხელსაწყოთი — სფიგმოგრაფით მიმართავენ პულსის ჩაწერას. პულსის ჩაწერით მიღებულ მრუდეს სფიგმოგრაფია ეწოდება. სფიგმოგრაფია შედგება აღმავალი, დაღმავალი და განმეორებით აღმავალი მუხლებისაგან. აღმავალი ანუ ანაკროტული მუხლი შეესაბამება პარკუჭების სისტოლას, როდესაც აორტაში გადასული სისხლი წნევის მომატების გამო ჰიმავს მის კედლებს. დიასტოლის დროს წნევა ეცემა, რომელიც მრუდზე დაღმავალი ანუ კატაკროტული მუხლით აისახება. დაღმავალ მუხლს განმეორებითი შემალღება მოსდევს, რომელსაც დიკროტული შემალღება ეწოდება (სურ. 12).



სურ. 12. სფიგმოგრაფია (ზემო მრუდი აღნიშნავს დროს).

დიკროტული შემალღების წარმოშობას შემდეგნაირად ხსნიან: დიასტოლის დროს პარკუჭებში წნევა ეცემა, სისტოლის დროს აორტაში გადასული სისხლის ნაწილი გულისაკენ ბრუნდება, მაგრამ ნამგლისებრი სარქველები მას გზას უკეტავს, სისხლი უკანვე ბრუნდება აორტაში და ახალ დამატებით შემალღებას იწვევს. პულსის სისწორე შეესაბამება გულის შეკუმშვათა რიცხვს.

სისხლის მოძრაობა კაპილარებში

სისხლის მოძრაობას კაპილარებში დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმისათვის: კაპილარების კედლის საშუალებით წარმოებს უანგბადისა და საკვები ნივთიერებების გადასვლა სისხლიდან ქსო-

ვილებში, ხოლო ნახშირორჟანგისა და ნივთიერებათა ცვლის სხვა პროდუქტებისა — ქსოვილებიდან სისხლში.

სისხლსა და ქსოვილებს შორის ნივთიერებათა ცვლას ხელს უწყობს კაპილარების აგებულება: კაპილარების კედელი მოკლებულია კუნთოვან შრეს და შედგება ერთშირიანი ენდოთელიუმის უჯრედებისაგან. კაპილარების რიცხვი დიდია, იგი რამდენიმე მილიარდს აღწევს. ცალკეული კაპილარების სიგრძე 0,3—0,7 მმ-ია, დიამეტრი კი 8 მიკრონამდე. კაპილარების ფორმა, სიდიდე და მათი რაოდენობა (განივკვეთის 1 მმ³ ფართობზე) სხვადასხვაა. იმ ორგანოებში, სადაც ნივთიერებათა ცვლა უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, კაპილარების რიცხვიც მეტია. მაგალითად, კაპილარების რიცხვი გულის კუნთში, ჩონჩხის კუნთთან შედარებით უფრო მეტია.

სისხლის წნევა და ნაკადის სიჩქარე კაპილარებში იცვლება. სისხლის წნევა მათ არტერიულ ბოლოში უდრის 25—30 მმ; ხოლო ვენურ ბოლოში 8—12 მმ. სისხლის მოძრაობის სიჩქარე კაპილარებში ძლიერ ნელდება და იგი აღწევს 0,5 მმ/წამში. დაკვირვება კაპილარებში სისხლის მოძრაობაზე შეიძლება ვაწარმოოთ მიკროსკოპის ქვეშ, ბაყაყის თათის საცურაო აპკზე.

ა. კროვმა და მისმა თანამშრომლებმა გამოარკვეეს კაპილარების საერთო რიცხვი ჩონჩხის კუნთების განივკვეთის 1 მმ² ფართობზე. აღმოჩნდა, რომ ძაღლის კუნთის 1 მმ² ფართობი შეიცავს 2500 კაპილარს. გამოირკვა, რომ როდესაც კუნთი მოსვენებულ მდგომარეობაშია, მაშინ სისხლი კაპილარების მხოლოდ მცირე ნაწილში მოძრაობს. ეს ღია ე. წ. „მორიგე“ კაპილარებია. დანარჩენი კაპილარები დახურულია და სისხლს არ ატარებს. მომუშავე კუნთში კაპილარების მნიშვნელოვანი ნაწილია მოქმედებაში, რაც უზრუნველყოფს ქსოვილებში უანგბადისა და საკვები ნივთიერებების გაძლიერებულ გადასვლას, ისე ქსოვილებიდან ნახშირორჟანგისა და ნივთიერებათა ცვლის სხვა პროდუქტების გამოტანას.

სისხლის მოძრაობა ვენებში

სისხლის მოძრაობა ვენებში რიგი თავისებურებით ხასიათდება. ვენის კედელი არტერიისაზე გაცილებით თხელია, მასში კუნთოვანი შრის სუსტი განვითარების გამო. ამიტომ იგი ადვილად იჭიმება და შესაძლებელია ვენებში სისხლის დიდი რაოდენობა დაგროვდეს. ადამიანში ვენური წნევის გაზომვა შესაძლებელია იდაყვის ვენაში ნემსის შეყვანით, რომელიც მანომეტრთანაა შეერთებული. ვენებში სისხლის წნევა 5—9 მმ-ის ტოლია. გულმკერდის ღრუში მდებარე ვენებში წნევა უახლოვდება ატმოსფერულს, რომელიც სუნთქვის-

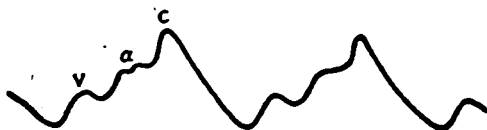
თან დაკავშირებით ცვალებადობს. შესუნთქვისას წნევა ვენებში ეცემა, ხდება უარყოფითი — ატმოსფერულზე ნაკლები, ამოსუნთქვისას კი უმნიშვნელოდ მატულობს და 2—5 მმ აღწევს.

წნევის ასეთ დაცემას დიდი მნიშვნელობა აქვს ვენებში სისხლის მოძრაობისათვის, მსხვილ და წვრილ ვენებში არსებული წნევათა სხვაობა ხელს უწყობს სისხლის მოძრაობას წვრილი ვენებიდან უფრო მსხვილ ვენებში, ე. ი. სისხლის მოძრაობას გულის მიმართულებით. ეს ე. წ. გულმკერდის შემწოვი მოქმედებაა.

ვენებში სისხლის მოძრაობის ხელშემწყობი ფაქტორია აგრეთვე, ჩონჩხის კუნთების შეკუმშვა. კუნთების შეკუმშვის შედეგად თხელ კედლიანი ვენები ადვილად ვიწროვდება და მასში არსებული სისხლი გულისაკენ გაიდევნება. სისხლის დინებას გულისაკენ ხელს უწყობს მსხვილ ვენებში არსებული ნამგლისებრი სარქველებიც, რომლებიც მხოლოდ გულის მიმართულებით იღება.

ამრიგად, კუნთი შეკუმშვის დროს აწევა რა ვენის კედელს, მასში არსებულ სისხლს განდევნის გულის მიმართულებით, რადგან სარქველები ხელს უშლის სისხლის უკან დაბრუნებას. ამიტომაც, რომ ვარჯიში, ფიზიკური მუშაობა, სიარული და სხვა აუმჯობესებს სისხლის მიმოქცევას ვენებში.

აღსანიშნავია, რომ მსხვილ ვენებში (გულთან ახლოს) აღინიშნება პულსური რხევები—*ვენური პულსი*. წინაგულების სისტოლის დროს, როდესაც სისხლის გადასვლა ვენებიდან გულში შეფერხებულია, წნევა ვენებში მატულობს, რაც მათი კედლის რხევას იწვევს. ყველაზე უფრო მოსახერხებელია საუღლე ვენის პულსის ჩაწერა. ვენური პულსის მრუდს — *ფლებოგრაფიკული* ეწოდება, რომელზედაც სამ კბილს არჩევენ (სურ. 13).



სურ. 13. ვენური პულსის მრუდი.

a კბილი შეესაბამება მარჯვენა წინაგულის სისტოლას, რომლის დროსაც ვენებში ადგილი აქვს სისხლის ხანმოკლე შეგუბებას და ამის შედეგად, ვენის კედლების დაჭიმვას. დიასტოლის დროს სისხლი ვენებიდან წინაგულში გადადის და ამ დროს ვენური პულსის მრუდი ეცემა. შემდეგ მრუდებზე ჩნდება პატარა *c* კბილი, რომელიც საუღლე ვენის მახლობლად მდებარე საძილე არტერიის პულსა-

კითხა გამოწვეული. კბილის შემდეგ მრუდი ეცემა, რომელსაც მოს-
დევს ახალი შემადლება — V კბილი. ეს კბილი ჩნდება პარაკუჭების
ისტოლის დასასრულს, როდესაც წინაგულები სავსეა სისხლით და
პასასადამე სისხლის შესვლა ვენებიდან აღარ წარმოებს. ამ დროს
ვენებში სისხლი შეგუბდება და მათი კედლები იჭიმება.

სისხლის მიმოქცევის დრო

დროს, რომელიც საჭიროა სისხლის მიმოქცევის დიდი და მცირე წრის გავლისათვის, სისხლის მიმოქცევის დრო ეწოდება.

სისხლის მიმოქცევის დროის განსაზღვრისათვის ცხოველის საულლე ვენაში შეყავთ საღებავი ნივთიერება, ხოლო, მეორე, მოპირდაპირე საულლე ვენიდან დროდადრო იღებენ სისხლის სინჯს და აღნიშნავენ შეღებილი სისხლის გამოჩენის მომენტს. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ შეღებილმა სისხლმა სისხლის მიმოქცევის დიდი და მცირე წრე გაიარა.

სისხლის მიმოქცევის დრო ადამიანში 20—23 წამია. თუ გული წუთში 70—80-ჯერ იკუმშება, მაშინ სისხლის მიმოქცევისათვის საშუალოდ 27 სისტოლაა საჭირო. ეს დრო ყველაზე მინიმალურია. მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ის გარემოება, რომ სისხლი სისხლძარღვის ცენტრში უფრო სწრაფად მოძრაობს, ვიდრე მის კედლებთან ახლოს და რომ, ყველა სისხლძარღვი ერთი სიგრძისა არაა, რის გამოც მთელი სისხლი ასე სწრაფად როდი მიმოქცევა.

სისხლის მიმოქცევის მთელი დროის ერთი მეხუთედი მოდის მცირე წრეზე, ხოლო ოთხი მეხუთედი — დიდ წრეზე.

სისხლის მოძრაობის რეგულაცია

სისხლის მოძრაობის რეგულაციის რთული სისტემა უზრუნველყოფს ორგანოთა და ქსოვილთა სისხლით მომარაგებას მათი ფიზიოლოგიური მოთხოვნების მიხედვით.

სისხლძარღვთა ინერვაცია წარმოებს სიმპათიკური და პარასიმპათიკური სისტემის ნერვებით. სიმპათიკური ნერვები — ვაზოკონსტრიქტორები — სისხლძარღვთა შემავიწროვებელი ნერვებია, ხოლო პარასიმპათიკური ნერვები — ვაზოდილატატორები — სისხლძარღვთა გამაფართოებელი.

სიმპათიკური ნერვების შემავიწროვებელი გავლენა პირველად ა. ვალტერმა აღმოაჩინა ბაყაყზე ჩატარებული ცდებით 1842 წელს,

ხოლო შემდეგ, 1851 წ. კლოდ ბერნარმა შინაური კურდღლის კისრის სიმპათიკური ნერვის გაღიზიანებით შეამჩნია შესაბამისი ყურის ნიჟარას გაფერმკრთალება სისხლძარღვების შევიწროების გამო. სიმპათიკური ნერვის გადაჭრისას კი პირიქით, სისხლის ძარღვები ფართოვდება, რაც ყურის ნიჟარის გაწითლებას იწვევს.

ამრიგად, სისხლძარღვები სიმპათიკური ნერვების მუდმივი შემავეწრობელი გავლენის ქვეშ იმყოფება.

პარასიმპათიკური ნერვული სისტემის ნერვების გაღიზიანების შემთხვევაში ადგილი აქვს სისხლძარღვთა გაფართოებას: მაგალითად, დაფის სიმის გაღიზიანება იწვევს ყბისქვეშა ჭირკვლის სისხლძარღვების გაფართოებას, ენის ნერვის გაღიზიანება — ენის სისხლძარღვებისას, ხოლო მენჯის ნერვის გაღიზიანება — სასქესო ორგანოების სისხლის ძარღვების გაფართოებას.

ზოგიერთ ორგანოში, როგორცაა ჩონჩხის მუსკულატურა, სისხლძარღვთა გაფართოება სიმპათიკური ნერვებით წარმოებს, რადგან მათში სისხლძარღვთა გამაფართოებელი ბოჭკოებიც გაივლის.

სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ნერვებით მიმდინარე იმპულსები აღმოცენდება მოგრძო ტვინში არსებულ სისხლძარღვთა მამოძრავებელ ცენტრში, რომელიც 1871 წელს ვ. ოსიანიკოვმა აღმოაჩინა, აღნიშნული ცენტრი ხანგრძლივი აგზნების, ე. ი. ტონუსის მდგომარეობაში იმყოფება, რომელიც უზრუნველყოფს სისხლძარღვების გარკვეული ხარისხით შევიწროებას. სისხლძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი შედგება პრესორული და დეპრესორული ნაწილებისაგან. პირველი იწვევს არტერიების შევიწროებას, ხოლო მეორე — გაფართოებას.

სისხლძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრები ზურგის ტვინშიც არსებობს. მათი მოქმედება ვლინდება მაშინ, როდესაც ცენტრალური ნერვული სისტემის ზემოთ მდებარე ცენტრები გამოითიშება. სისხლძარღვებზე გავლენას ახდენს, აგრეთვე, შუამდებარე ტვინისა და დიდი ჰემისფეროების ნერვული ცენტრები.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მოგრძო ტვინში არსებული სისხლძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრის ტონუსის გამო არტერიები და არტერიოლები გარკვეული ხარისხით ყოველთვის შევიწროებულია. ეს არტერიული ტონუსი რეფლექსური და ჰუმორული წარმოშობისაა.

არტერიების ტონუსის რეფლექსური ცვლილებები — სისხლძარღვთა რეფლექსები თვით სისხლის ძარღვებში არსებული რეცეპტორების აგზნებით გამოიწვევა. ამ მხრივ აღსანიშნავია აორტის რკალისა და საძილე არტერიის გაორკაპების მიდამოში განლაგებული

რეცეპტორები, აღნიშნული უბნები მთავარი რეფლექსოგენური ზონებია.

სისხლძარღვთა რეფლექსური რეგულაცია შემდეგნაირად ხდება: როდესაც აორტაში სისხლის წნევა მატულობს, აორტის კედელი იჭიმება და ამით აღიზიანებს მასში მოთავსებულ რეცეპტორებს. აქედან აგზნება დეპრესორული ნერვით გადაეცემა რა მოგრძო ტვინს, იწვევს ცთომილი ნერვის ბირთვის ტონუსის მომატებას, ხოლო სისხლძარღვთა შემავიწროებელი ცენტრის შეკავებას. რის შედეგადაც გულის მუშაობა ნელდება, სისხლძარღვები ფართოვდება და წნევა ქვეითდება.

ასეთივე ფიზიოლოგიური მნიშვნელობისაა საძილე არტერიის გაორკაპების მიდამო ე. წ. კაროტიდული სინუსი. ამ რეცეპტორებიდან იწყება ჰერინგის ანუ კაროტიდული სინუსის ნერვი. სისხლის წნევის მომატებისას, იჭიმება საძილე არტერიის კედელი. ადგილი აქვს კაროტიდული სინუსის რეცეპტორების აგზნებას. აქედან აგზნება ჰერინგის ნერვით აღწევს მოგრძო ტვინს და იწვევს სისხლძარღვთა შემავიწროებელი ცენტრის ტონუსის დაქვეითებას და ცთომილი ნერვის ბირთვის ტონუსის მომატებას; რის გამოც გულის მუშაობა ნელდება, სისხლძარღვები ფართოვდება და წნევაც ეცემა (სურ. 14).

რადგან, აღნიშნული რეცეპტორები სისხლის წნევის მომატების შედეგად აიგზნება, ამიტომ მათ პრესორეცეპტორები ანუ ბარორეცეპტორები ეწოდება; ხოლო თვით რეფლექსურ რეაქციას, რომელიც არტერიების გაფართოებას და წნევის დაქვეითებაში გამოიხატება — დეპრესორული რეფლექსი.

აორტისა და კაროტიდული სინუსის რეფლექსოგენურ ზონებს დიდი მნიშვნელობა აქვს სისხლის წნევის მუდმივობის დაცვაში.

დეპრესორული რეფლექსების გამოწვევა შესაძლებელია, აგრეთვე, ფილტვის, ნაწლავების, ელენთის და სხვა ორგანოების სისხლძარღვებში. არსებულ რეცეპტორების გაღიზიანებითაც.

სისხლძარღვთა რეფლექსური რეგულაცია ხორციელდება, აგრეთვე, ქემორეცეპტორების აგზნებითაც. ქემორეცეპტორები ღიზიანდება სისხლში არსებულ სხვადასხვა ქიმიურ ნივთიერებით. ქემორეცეპტორები თავმოყრილია აორტალურ სხეულაკში, რომელიც აორტის ასწვრივ ნაწილშია მოთავსებული, და კაროტიდულ სხეულაკში, რომელიც საერთო საძილე არტერიის გაორკაპების დონეზე თავსდება. ქემორეცეპტორების გამღიზიანებლებია: ნახშირორჟანგი, ეანგზადი (ნაკლებობისას), ციანიდები, ნიკოტინი. აგზნება ამ რეცეპტორებიდან აფერენტული ნერვული ბოქკოებით აღწევს მოგრძო ტვინს და იწვევს სისხლძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრის

ტონუსის მომატებას, რასაც სისხლის ძარღვების შევიწროება და წნევის მომატება მოსდევს. ეს ე. წ. სისხლძარღვთა პრესორული რეფლექსია. ქემორეცეპტორები აღმოჩენილი იქნა, აგრეთვე, ელენთის, თირკმელზედა ჯირკვლების და ძვლის ტვინის სისხლძარღვებში, რომლებიც მგრძობიარენი არიან აცეტილქოლინის, ადრენალინის და სხვათა მიმართ.

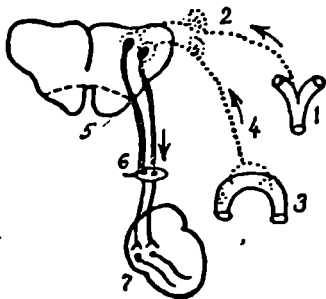
ამრიგად, სისხლძარღვთა ბარო — და ქემორეცეპტორების მოქმედებით წარმოებს სისხლის წნევის რეფლექსური რეგულაცია.

სისხლძარღვთა ტონუსის რეგულაციაში გარკვეული მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქს. იგი ქერქული რეგულაციის სახელითაა ცნობილი. ქერქული სისხლძარღვოვანი რეაქციები ადამიანის შემთხვევაში პირობითი რეფლექსების მეთოდით შეისწავლეს. მაგალითად, თუ ხელს გავათბობთ (რაც სისხლძარღვების გაფართოებას იწვევს) ან გავაცივებთ (რაც სისხლძარღვების შევიწროებას იწვევს) და მრავალჯერ შეეაუღლებთ რომელიმე ინდიფერენტულ გამღიზიანებელთან (ბგერასთან, სინათლესთან და სხვა); შემდეგ მხოლოდ რომელიმე ინდიფერენტული გამღიზიანებელი გამოიწვევს ისეთსავე სისხლძარღვოვან რეაქციას, როგორც უპირობო გამღიზიანებელი (გათბობა, გაცივება).

თავის ტვინის ქერქის გავლენა სისხლძარღვებზე იქიდანაც ჩანს, რომ სპორტსმენებს შეჯიბრების წინ აღენიშნებათ სისხლის წნევის მომატება სისხლძარღვთა ტონუსის მომატების გამო.

დაბოლოს, სისხლძარღვთა მოქმედების რეგულაცია წარმოებს ჰუმორალური გზით. ჰუმორალური აგენტები აფართოებენ ან ავიწროებენ სისხლძარღვებს.

სისხლძარღვთა გამაფართოებელ ნივთიერებებს ეკუთვნის: ჰისტამინი, აცეტილქოლინი და ზოგიერთი სხვა ნივთიერება. ჰისტამინი აფართოებს კაპილარულ სისხლძარღვთა სანათურს. იგი წარმოიქმნება კუჭისა და ნაწლავების კედელში, კანში, ჩონჩხის მუსკუ-



სურ. 14. გულის მოქმედების რეფლექსური ცვლილებების სქემა დეპრესორული და სინოკაროტიდული ნერვების გაღიზიანების შედეგად. 1. კაროტიდული სინუსი; 2. სინოკაროტიდული ნერვი 3. აორტის რკალი; 4 — დეპრესორული ნერვი; 5. მოგრძო ტვინი; 6. ცთომილი ნერვები; 7. გული.

ლატურაში (მუშაობისას). აცეტილქოლინი აფართოებს წერილ არტერიებს. იგი წარმოიქმნება პარასიმპათიკური ნერვების დაბოლოებებში.

სისხლძარღვთა შემავიწროებელ ნივთიერებებს ეკუთვნის: ადრენალინი, ვაზოპრუსინი და სხვა. ადრენალინი თირკმელზედა ჯირკვლის ჰორმონია. იგი არტერიოლებსა და კაპილარებს ავიწროებს. რაც შეეხება გულისა (გვირგვინოვანი არტერიები) და ტვინის სისხლძარღვებს, ადრენალინი მათზე გამაფართოებლად მოქმედებს. ვაზოპრუსინი ტვინის ქვემო დანამატის ჰორმონია. იგი კაპილარებს ავიწროებს.

ალსანიშნავია ნივთიერება რენინი, რომელიც თირკმელებში წარმოიქმნება. აღნიშნული ნივთიერება გადადის სისხლში, მოქმედებს მასში მყოფ ჰიპერტენზინოგენზე და გადაჰყავს იგი აქტიურ ნივთიერებად ჰიპერტენზინად, რომელიც სისხლძარღვებს ავიწროებს. თირკმელების ზოგიერთი დაავადების დროს რენინის რაოდენობა მკვეთრად მატულობს, რაც სისხლის წნევის მომატებას იწვევს.

სისხლძარღვთა შემავიწროებელი ფაქტორია სეროტონინი, რომელიც წარმოიქმნება ნაწლავის ლორწოვან გარსსა და თავის ტვინში, სისხლის შეღებებისა და სისხლის ფირფიტების დაშლის დროს.

ცირკულაციაში მუდმივი სისხლის რაოდენობის რეგულაცია

სისხლძარღვებში სისხლის გარკვეული რაოდენობა ცირკულირებს. ორგანიზმი სისხლის დაკარგვის შემთხვევაში, რომლის დროსაც წნევა ქვეითდება, სათანადო რეაქციებით პასუხობს, რომლითაც არტერიული წნევის ნორმალური დონის აღდგენა წარმოებს. ორგანიზმის რეაქციები სისხლძარღვთა სანათურის რეფლექსურ შევიწროებასა და სისხლძარღვთა შემავიწროებელი ჰორმონების — ადრენალინისა და ვაზოპრუსინის სეკრეციის რეფლექსურ გაძლიერებაში გამოიხატება. აღნიშნული ნივთიერებები იწვევენ რა სისხლძარღვების შევიწროებას, სისხლის წნევა იწყებს მომატებას. არტერიული წნევის დონის მუდმივობის შენარჩუნებაში მონაწილეობს გულიც — ადგილი აქვს გულის მუშაობის რეფლექსურ გახშირებასა და გაძლიერებას.

ამრიგად, მწვავე სისხლის დაკარგვის შემთხვევაში, რეფლექსურ-ჰუმორალური რეაქციებით, შესაძლებელია სისხლის წნევის მაღალი დონის დროებით შენარჩუნება.

სისხლის წნევის გამოსწორებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს,

აგრეთვე, სისხლძარღვებში ქსოვილთა სითხისა და იმ სისხლის გადასვლას, რომელიც ე. წ. სისხლის დეპოზებში ანუ სისხლის რეზერვუარებშია მოთავსებული. ადამიანის, მოსვენებულ მდგომარეობის დროს, ორგანიზმში არსებული მთელი სისხლის 45—50% სისხლის დეპოზებშია მოთავსებული. სისხლის დეპოზებია: ელენთა, ღვიძლი, კანქვეშა სისხლძარღვოვანი ქსელი და ფილტვები.

ორგანოთა ამა თუ იმ სისტემის მუშაობის დროს წარმოებს ცირკულაციაში მყოფი სისხლის გადაანწილება. მომუშავე ორგანოების მომარაგება სისხლით მატულობს სხვა ორგანოების ხარჯზე. მაგალითად, საჭმლის მომნელების დროს სისხლის დიდი რაოდენობა მიდის საჭმლის მომნელებელ ორგანოებისაკენ მათი სისხლძარღვების გაფართოების გამო, ამავე დროს კანისა და ჩონჩხის მუსკულატურის მომარაგება სისხლით მცირდება. კუნთოვანი მუშაობა კი პირიქით — საჭმლის მომნელებელი ორგანოების სისხლძარღვების შევიწროებას იწვევს და სისხლის გაძლიერებულ მიწოდებას — ჩონჩხის კუნთებისაკენ. მომუშავე კუნთების სისხლძარღვების გაფართოება წარმოებს, როგორც ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტების მოქმედებით, ისე რეფლექსურადაც.

გონებრივი მუშაობის დროს ტვინის სისხლით მომარაგება ძლიერდება, რაც უმთავრესად კიდურების სისხლძარღვების შევიწროების ხარჯზე ხდება.

გარემოს ტემპერატურის მომატებისას კანის სისხლძარღვები ფართოვდება, რაც კანის თერმორეგულატორების გალიზიანებით წარმოებს. ამ დროს სისხლი დიდი რაოდენობით მიემართება კანის არტერიოლებსა და კაპილარულ სისტემაში და იქმნება ხელსაყრელი პირობები სითბოს გაცემისათვის.

გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ასაკობრივი თავისებურებანი

ახალშობილის გული მრგვალი ფორმისაა, კედლები თხელია და ადვილად იჭიმება. ბავშვის გული შედარებით დიდია ვიდრე მოზრდილისა. გულის წონა მატულობს თითქმის მთელი სიცოცხლის განმავლობაში, ჯერ გულის ქსოვილის ზრდის ხარჯზე, ხოლო შემდეგ ცხიმოვანი და შემაერთებული ქსოვილის განვითარების გამო. ახალშობილის გულის წონა უდრის 24 გ., 8 თვის ასაკისათვის გულის წონა ორკეცდება, 2—3 წლის ასაკში სამკეცდება, 5 წლისათვის — 4-ჯერ მატულობს; ხოლო 16 წლის ასაკში — 11-ჯერ. გული ყველაზე ინტენსიურად იზრდება პირველი წლის განმავლობაში, განსა-

კუთრებით იზრდება მარცხენა პარაკუკი. გული ღებულობს მოგრძო ფორმას.

ძუძუთა ასაკში გულს აქვს მაღალი და განივი მდებარეობა. გულის განივი მდებარეობიდან ირიბ მდებარეობაში გადასვლა იწყება ერთი წლის ასაკიდან.

გულის ნერვების განვითარება დაბადების მომენტისათვის ჯერ კიდევ არაა დასრულებული. ახალშობილის სიმპათიკური ნერვები უფრო განვითარებულია, ვიდრე ცთომილი ნერვები. დაბადების შემდეგ ცთომილი ნერვის ტოტები ინტენსიურად ვითარდება.

ბავშვის ადრეულ ასაკში ცალკეული ორგანოების არტერიები და ვენები თითქმის თანაბარი ზომისაა, მაგრამ, რაც უფრო მატულობს ასაკი, მით უფრო მატულობს ვენის სანათური.

ბავშვის ზრდისა და განვითარების პროცესში, ორგანოთა ფუნქციის ცვლილებების დროს შემჩნეულია სისხლძარღვთა ახლად წარმოქმნა და მათი სანათურის ცვლილება.

ბავშვის ადრეულ და ყრმობის ასაკში არტერიული კოლატერალები უფრო კარგადაა განვითარებული, ვიდრე მოხუცებულობის ასაკში. ვენური კოლატერალები კი მოხუცებულობის ასაკში უფრო კარგადაა განვითარებული, ვიდრე ბავშვებში.

სხვადასხვა ასაკის ბავშვებში, განსაკუთრებით ახალშობილებში და სქესობრივი მომწიფების დროს, რამდენადმე იცვლება გულის ნერვული რეგულაცია. ცთომილი ნერვების გავლენა მნიშვნელოვნად მატულობს ორი-სამი წლის ასაკში. უფრო ადრეული ასაკის ბავშვებში გულის სიმპათიკური რეგულაცია სჭარბობს პარასიმპათიკურს.

პულსი ბავშვებში გაცილებით ხშირია, ვიდრე მოზრდილებში, რომელიც აიხსნება არა მარტო ბავშვის გულის კუნთის სწრაფი შეკუმშვითა და ცთომილი ნერვების ნაკლები გავლენით, არამედ ნივთიერებათა ცვლის ინტენსიური მიმდინარეობითაც. ყველაზე ხშირი პულსი აქვთ ახალშობილებს — 140; ერთი წლის ბავშვებს — 120; შვიდი წლის — 90; 12 წლის — 80 და მოზრდილებს — 72.

პულსი უმცროსი ასაკის ბავშვებში ხშირად არითმულია. როგორც წესი, პულსი გოგონებს უფრო ხშირი აქვთ, ვიდრე თანატოლ ვაჟებს. ბავშვებში პულსი შესამჩნევად ხშირდება უმნიშვნელო ფიზიკური და ფსიქიკური ფაქტორების გავლენით. მაგალითად, აღლუვების, ყვირილის, მოუსვენრობის, კუნთების ვარჯიშისა და სხეულის ტემპერატურის მცირე მომატებისას. ბავშვებში შემჩნეულია სუნთქვითი (რესპირატორული) არითმია, რომელიც განსაკუთრებით ვლინდება ძილში და ღრმა ჩასუნთქვის დროს. არაიშვიათად არითმია აღინიშნება, აგრეთვე, სქესობრივი მომწიფების პერიოდში.

სისხლის წნევა ბავშვებში სქესობრივ მომწიფებამდე მით უფრო დაბალია, რაც უფრო ახალგაზრდაა ასაკი. მაგალითად, ერთი თვის ბავშვის არტერიული წნევა 80 მმ უდრის. ამასთან იგი მუდმივი არაა. ძილში წნევა რამდენადმე ქვეითდება. ფიზიკური დაძაბულობა, ტირილი, სიცილი, საკვების მიღება და სხვა იწვევს სისხლის წნევის მომატებას. სისხლის წნევა სქესობრივი მომწიფების პერიოდში მატულობს, რადგან სისხლძარღვების ზრდის ტემპი ჩამორჩება გულის ზრდის ტემპს და გულის შეკუმშვის ძალა წინააღმდეგობას აწყდება შედარებით ვიწრო სისხლძარღვებში.

სისხლის მიმოქცევის დრო ბავშვებში გაცილებით მცირეა, ვიდრე მოზრდილებში. ახალშობილებში იგი უდრის 12 წამს, 3 წლის ბავშვებში — 15, 14 წლის ასაკში — 18, მოზრდილებში — 20—23 წამს.

სისხლის წუთმოცულობა ბავშვებში ასაკთან ერთად მატულობს. ახალშობილებში იგი დაახლოებით 330 მლ-ს უდრის, ერთი წლის ასაკში 1200 მლ-ს, 5 წლის ბავშვებში 1800 მლ-ს, 10 წლის — 2500 მლ-ს, 15 წლის ასაკში დაახლოებით 3150 მლ-ს, მოზრდილებში კი იგი 4,5—5 ლიტრია ტოლია. სისხლის სისტოლური მოცულობა ახალშობილებში 2,5 მლ-ს უდრის, ხოლო მოზრდილებში 65—70 მლ-ს.

ბავშვის გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ზოგიერთი თავისებურებანი — შედარებით დიდი გული და ფართო სისხლძარღვები, ადვილებს სისხლის ცირკულაციას და ხელს უწყობს ნივთიერებათა ცვლის პროცესების ინტენსიურ მიმდინარეობას. ბავშვის გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დიდი გამძლეობის უნარით აიხსნება ბავშვის გულის დიდი ფუნქციური შესაძლებლობანი.

ნაყოფის სისხლის მიმოქცევა

განვითარების ადრეულ სტადიაში ნაყოფი საყუათო ნივთიერებებს ყვითლის პარკიდან ლებულობს ჰიპ-ჰორჯლის ვენების საშუალებით, რომლებიც გულის მარჯვენა ვენურ ნახევარში იხსნებიან. ჰიპ-ჰორჯლის ვენების შესაბამისად თანამოსახელე არტერიებიცაა, რომლებიც ყვითლის პარკისაკენ მიემართებიან, აღწერილი სისხლის მიმოქცევა ყ ვ ი თ რ ი ს ს ი ს ხ ლ ი ს მ ი მ ო ქ ც ე ვ ი ს სახელითაა ცნობილი.

შემდგომ ვითარდება პლაცენტური სისხლის მიმოქცევა და ნაყოფი ეანგბადსა და საკვებ ნივთიერებებს დედის სისხლიდან ლებულობს. დედის სისხლი საშვილოსნოს არტერიებით პლაცენტაში ანუ მომყოლში მიედინება. მომყოლიდან საკვები

ნივთიერებებითა და ჟანგბადით მდიდარი სისხლი ნაყოფის ქიპის ვენაში გადადის.

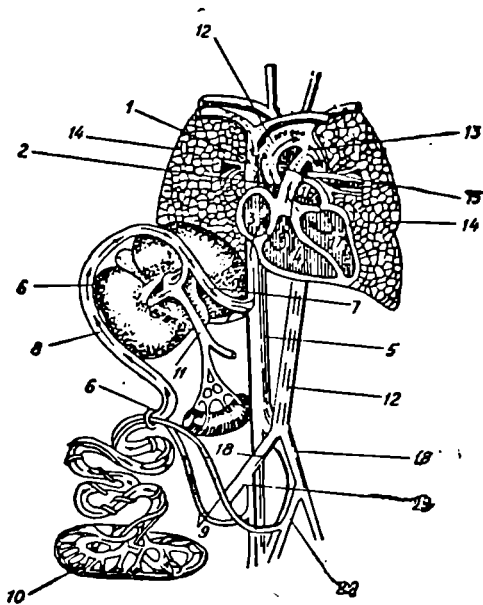
ქიპის ვენა ქიპლარის გავლით აღწევს ქიპის ხერელს, შედის ნაყოფის მუცლის ღრუში და უახლოვდება ღვიძლს. აქ იგი იყოფა ორ ტოტად: ერთი ტოტი ჩადის ღვიძლის კარის ვენაში, მეორე — არანციის ვენური სადინარის სახელწოდებით — გრძელდება ქვემო ღრუ ვენამდე და ერთვის მას. ამრიგად, პლაცენტიდან მომავალი არტერიული სისხლის ნაწილი უშუალოდ ქვემო ღრუ ვენაში ჩაედინება, ხოლო ნაწილი გაივლის ჯერ ღვიძლს და შემდეგ ერთვის ქვემო ღრუ ვენას, სადაც დედის არტერიულ სისხლსა და ნაყოფის ვენური სისხლის შერევა ხდება. შემდეგ ეს შერეული სისხლი ქვემო ღრუ ვენით მარჯვენა წინაგულს აღწევს. აქედან სისხლის უმნიშვნელო ნაწილი წინაგულ-პარკუჭის ხერელის საშუალებით მარჯვენა პარკუჭში ჩადის; სისხლის მთავარი მასა კი წინაგულთა ძვიდეში არსებულ ოვალური ხვრელით მარცხენა წინაგულში გადადის, აქედან კი — მარცხენა პარკუჭში და შემდეგ აორტაში.

ზემო ღრუ ვენით ნაყოფის გულთან მოდის მხოლოდ ვენური სისხლი, სისხლი მარჯვენა წინაგულიდან ნაწილობრივ მარჯვენა პარკუჭში ჩაედინება, აქედან კი — ფილტვის არტერიაში.

მაგრამ იმის გამო, რომ ფილტვები როგორც სასუნთქი ორგანო ჯერ კიდევ არ მოქმედებს, სისხლის მხოლოდ მცირე ნაწილი აღწევს ფილტვის პარენქიმას და აქედან ფილტვის ვენებით მარცხენა წინაგულს. სისხლის უმთავრესი ნაწილი ფილტვის არტერიიდან ბოტალის არტერიული სადინარით აორტის რკალში გადადის. აორტიდან კი შერეული სისხლი ნაყოფის მთელ სხეულში ვრცელდება (სურ. 15).

ვენური სისხლი ნაყოფის კაპილარებიდან ვენებში გადადის. ვენებს ეს სისხლი გულში მიაქვს. ნაყოფის სისხლის განახლება წყვილი ქიპის არტერიით ხდება, რომლებიც თქმოს შიგნითა არტერიების ტოტებია. ქიპის არტერიებით სისხლის მნიშვნელოვანი ნაწილი ნაყოფის სხეულიდან პლაცენტაში გადადის. აქ სისხლი იწმინდება ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებისაგან და შემდეგ უკვე არტერიული სისხლი ქიპის ვენის საშუალებით კვლავ ნაყოფს უბრუნდება.

ამრიგად, ნაყოფის ყველა არტერია და გულის ოთხივე კამერა მეტნაკლებად შერეულ სისხლს ატარებს, ნაყოფის ვენებში კი გაივლის სხვადასხვა შედგენილობის სისხლი: ღვიძლში შემავალი და ღვიძლიდან გამომავალი ვენები და ქვემო ღრუ ვენის ზემო ნაწილი შერეულ სისხლს შეიცავს. ნაყოფის დანარჩენ ვენებში — ზემო ღრუ ვენის მთელი სისტემა, კარის ვენა თავისი ტოტებით, ქვემო



სურ. 15. ნაყოფის სისხლის მიმოქცევის სქემა.

1 — ზემო ღრუ ვენა; 2 — ფილტვის არტერია; 3 — მარჯვენა წინაგული; 4 — მარჯვენა პარაკუქი; 5 — ქვემო ღრუ ვენა; 6 — ღვიძლი; 7 — არანის ვენური სადინარი; 8 — კვიპის ვენა; 9 — კვიპის არტერიები; 10 — პლაცენტა; 11 — კარის ვენა; 12 — აორტა; 13 — ბოტალის სადინარი; 14 — ფილტვები; 15 — ფილტვის ვენები; 16 — მარცხენა წინაგული; 17 — მარცხენა პარაკუქი; 18 — თემოს საერთო არტერია; 19 — თემოს გარეთა არტერია; 20 — თემოს შიგნითა არტერია.

ღრუ ვენის სისტემა, ზემო ნაწილის გამოკლებით, ისევე როგორც მოზრდილებში, მხოლოდ ვენური სისხლი გაივლის.

დაბადების შემდეგ, კვიპლარის გადაკვანძვისა და გადაჭრისთანავე, ნაყოფი წყვეტს კავშირს დედის ორგანიზმთან, რის გამოც კვიპის არტერიები და კვიპის ვენა ცარიელდება, ფილტვები იწყებს მოქმედებას, ფილტვების სისხლძარღვები ფართოვდება, გულის მარჯვენა ნახევარში სისხლის წნევა მატულობს, ოვალური ხვრელის სარქველი იხურება და წინაგულებს შორის კავშირი წყდება. შემ-
6. დ. გაბუნია, თ. ნამორაძე

დღე ოვალურ ხვრელს სარქველი მთლიანად შეეზრდება, ბოტალის არტერიული სადინარი და არანცის ვენური სადინარი უსანათურო ფიბროზულ ზონრებად გარდაიქმნება. ამ გარდაქმნების შედეგად ჩამოყალიბდება ე. წ. პოსტემბრიონული სისხლის მიმოქცევა.

ლიფსა და ლიფის მიმოქცევა

კაპილარებში სისხლის მოძრაობის დროს პლაზმის მნიშვნელოვანი ნაწილი გაივლის კაპილარების კედელს, გადადის უჯრედთაშუა სივრცეში და ქსოვილურ სითხეს შეერევა. აქედან ქსოვილური სითხე დახშული ლიმფური კაპილარების ქსელში გადადის, რომელთა კედლებს მაღალი შეღწევადობის უნარი გააჩნია. შემდეგ ლიმფური კაპილარები ერთმანეთს უერთდება და ქმნის ლიმფურ ძარღვებს. ლიმფური ძარღვების გზაზე განლაგებულია ლიმფური კვანძები. ლიმფური კაპილარები, ლიმფური ძარღვები და ლიმფური კვანძები ქმნის ლიმფურ სისტემას, რომელიც სისხლძარღვთა სისტემის დამატებაა. ლიმფური სისტემის მთავარი ღეროები — გულმკერდის ლიმფური სადინარი და მარჯვენა ლიმფური სადინარი-შესაბამის ვენურ კუთხეებში იხსნება. ამრიგად, ლიმფა ვენურ სისხლს შეერევა. ლიმფა, ვიდრე ვენებს მიაღწევდეს, გაივლის ე. წ. ბიოლოგიურ ფილტრებს—ლიმფურ კვანძებს, სადაც ლიმფა იწმინდება ბაქტერიებისა და უცხო სხეულაკებისაგან. აქ ისინი შთაინთქმებიან ფაგოციტების მიერ.

ლიმფური სისტემა გააჩნია მხოლოდ ხერხემლიან ცხოველებსა და ადამიანს. ცხოველური ორგანიზმების ევოლუციის პროცესში ლიმფური სისტემა გამოეყო ვენურ სისტემას. ადამიანის ლიმფური სისტემა პირველად აღმოაჩინა დანიელმა ანატომმა ბარტოლინიმ მე-17 საუკუნის შუა ნახევარში.

ლიმფა ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს სუფთა წყალს. ლიმფა გამკვირვალე ან ოდნავ მღვრიე სითხეა. თავისი ქიმიური შედგენილობით იგი ახლო დგას სისხლის პლაზმასთან. მხოლოდ ცილების რაოდენობა ლიმფაში გაცილებით ნაკლებია (0,3—0,4%). ლიმფა შეიცავს ავრეთვე უჯრედებს, უმთავრესად, უმარცვლო ლეიკოციტებს, რომელთა შორის სჭარბობს ლიმფოციტები და მონოციტები: ლიმფის გამდიდრება უჯრედებით ხდება ლიმფურ კვანძებში, რომლებიც ჭკუფებადაა განლაგებული ლიმფური ძარღვების გაყოლებით. ჩვეულებრივ ლიმფაში ერთროციტები არ მოიპოვება. ცილების მცირე რაოდენობით შემცველობის გამო ლიმფის სიბლანტე და კუთრი წონა, სისხლის პლაზმასთან შედარებით ნაკლებია. ლიმფის

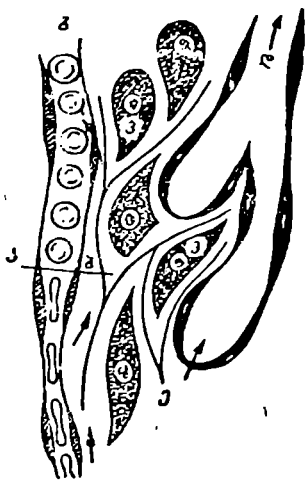
რეაქცია ტუტეა. ლიმფის შედედების უნარი გააზნია ფიბრინოგენის შემცველობის გამო.

სხვადასხვა ორგანოდან გამოსული ლიმფა სხვადასხვა შედეგ-ნილობისაა. მაგალითად, ნაწლავებიდან მიმდინარე ლიმფა საკმლის მილებიდან 6—8 საათის შემდეგ დიდი რაოდენობით შეიცავს ემულსირებულ ცხიმებს, რის გამოც იგი რძისფერია; ღვიძლიდან გამოსულ ლიმფაში ცილები შედარებით მეტი რაოდენობითაა; შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ლიმფა შეიცავს ჰორმონებს.

ლიმფის წარმოქმნა
დაკავშირებულია სისხლის კაპილარებიდან პლაზმისა და მასში გახსნილი ნივთიერებების ჯერ ქსოვილებში, ხოლო შემდეგ ქსოვილებიდან ლიმფურ კაპილარებში გადასვლასთან (სურ. 16).

ლიმფის წარმოქმნის მექანიზმი ახსნა კ. ლუდვიგმა მე-19 საუკუნის 50-იან წლებში და იგი ფილტრაციული თეორიის სახელითაა ცნობილი. ამ თეორიის თანახმად ეს პროცესი ხორციელდება სისხლის ფილტრაციით, ფილტრაცია განპირობებულია ჰიდროსტატიკური წნევითა სხვაობით სისხლის კაპილარის შიგნით და მის გარეთ. კაპილარების კედელი ნახევარგამტარ მემბრანას წარმოადგენს, რომლის ულტრამიკროსკოპული ფორმებით წარმოებს ფილტრაცია.

ფილტრაციული თეორია შემდგომში განავითარა ე. სტირლინგმა. მან დაამტკიცა, რომ ლიმფის წარმოქმნაში, გარდა ჰიდროსტატიკური წნევისა, მნიშვნელობა აქვს ოსმოსური წნევის სხვაობას სისხლსა და ქსოვილურ სითხეს შორის. პლაზმის ოსმოსური (ონკოზური) წნევა ხელს უწყობს სისხლის კაპილარებში სითხის შეკავებას, ე. ი.



სურ. 16. სისხლისა და ლიმფური კაპილარების ურთიერთდამოკიდებულების სქემა (დ. უდანოვის მიხედვით).
ა-ბ — კაპილარის არტერიული ნაწილის ენდურში გადასვლა; გ — სისხლის ძარღვის კაპილარი; დ — ლიმფური კაპილარი; ე — შემაერთებული ქსოვილის უჯრედები; ვ — უჯრედები.

აფერბებს სისხლის ფილტრაციას — ლიმფის წარმოქმნას, მაშინ როდესაც ჰიდროსტატიკური წნევითა სხვაობა — აძლიერებს.

ლიმფის წარმოქმნა ძლიერდება სისხლის ჰიდროსტატიკური წნევის მომატებისას ან ოსმოსური წნევის შემცირებისას.

ლიმფის წარმოქმნის ხელშემწყობი ფაქტორია აგრეთვე, ქსოვილთა სითხისა და თვით ლიმფის ოსმოსური წნევის მომატება, რომელსაც ადვილი აქვს ორგანოს გაძლიერებული მუშაობისას. ამ დროს ქსოვილთა სითხესა და ლიმფაში დიდი რაოდენობით გადადის ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტები, რომლებიც მათ ოსმოსური წნევის მომატებას იწვევს. ქსოვილებში ოსმოსური წნევის გადიდება აპრობებს მასში სისხლიდან სითხის ინტენსიურ გადასვლას და მაშასადამე, ლიმფის წარმოქმნის გაძლიერებას.

ლიმფის წარმოქმნა დამოკიდებულია, აგრეთვე, სისხლის კაპილარების კედლის განვლადობაზე (მასში არსებულ ფორების სიდიდებზე). მაგალითად, ლეიძლის სისხლის კაპილარების განვლადობა მეტია ჩონჩხის კენთის კაპილარებზე, რის გამოც ლეიძლში ლიმფა ინტენსიურად წარმოიქმნება.

ორგანიზმში განუწყვეტლივ წარმოებს სისხლიდან ლიმფის წარმოქმნა და ლიმფის ლიმფური სადინარებით კვლავ სისხლში დაბრუნება. ლიმფის მოძრაობას ხელს უწყობს ზოგიერთი ლიმფური ძარღვების რიტმული შეკუმშვა, სარქველების არსებობა, ჩონჩხის კენთების შეკუმშვა და აგრეთვე, გულმკერდის ღრუს შემწოვი ძალა.

დაბალბერბემლიან ცხოველებში ლიმფა მოძრაობაში მოჰყავს ლიმფურ გულებს. ლიმფა ძალიან ნელა მოძრაობს ლიმფურ ძარღვებში. გულმკერდის ლიმფური სადინარით, დღე-ღამის განმავლობაში სისხლში დაბრუნებული ლიმფის რაოდენობა 1200—1600 მლ. აღწევს.

აწინშენელია ლიმფის მოძრაობის რეფლექსური ცვლილებები მტკივნეული გაღიზიანების, კაროტიდულ სინუსში წნევის მომატებისა და შინაგან ორგანოების რეცეპტორების გაღიზიანების დროს.

თ ა ვ ი მ ე ს ა მ ე

ს უ ნ თ ქ ვ ა

სუნთქვის მნიშვნელობა

სუნთქვას დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმის ცხოველმოქმედებაში. სუნთქვის საშუალებით წარმოებს გაზთა ცვლა ატმოსფერულ ჰაერსა და ორგანიზმს შორის. სუნთქვის გარეშე წარმო-

უდგენელია სიცოცხლე. სუნთქვის შეწყვეტასთან ერთად სიცოცხლეც წყდება. ადამიანი ატმოსფერული ჰაერიდან ითვისებს ჟანგბადს და გარემოში გამოყოფს ნახშირორჟანგს. ორგანიზმში ჟანგბადის მონაწილეობით მიმდინარეობს ქანგვითი პროცესები, რომლებიც ნივთიერებათა ცვლის მნიშვნელოვანი პირობაა.

გაზთა ცვლა ორგანიზმსა და გარემოს შორის ხორციელდება სუნთქვის, სისხლისა და სისხლის მიმოქცევის სისტემების რთული ერთობლივი მოქმედებით.

გაზთა ცვლა მრავალგოლოვანი პროცესია. ფილტვებში შესული ჟანგბადი გადადის სისხლში, სისხლიდან კაპილარების კედლის გავლით — უჯრედთაშუა სითხეში, ხოლო აქედან უჯრედებში. ნახშირორჟანგი ქსოვილებიდან გადადის სისხლში და ფილტვებამდე მიიტანება. ფილტვის ალვეოლების ირგვლივ მდებარე კაპილარებიდან ნახშირორჟანგი გადადის ალვეოლურ ჰაერში და აქედან გარეთ გამოიყოფა.

გაზთა ცვლის ეს რთული პროცესი სქემატურად შეიძლება შემდეგი თანმიმდევრობით წარმოვიდგინოთ: 1. გაზთა ცვლა ატმოსფერულ ჰაერსა და ფილტვების ალვეოლებს შორის (გარეგანი სუნთქვა, ანუ ფილტვების ვენტილაცია); 2. გაზთა ცვლა ალვეოლურ ჰაერსა და ფილტვის კაპილარების სისხლს შორის (გაზთა დიფუზია ფილტვებში); 3. სისხლის მიერ გაზთა ტრანსპორტი; 4. გაზთა ცვლა კაპილარების სისხლსა და ქსოვილებს შორის (გაზთა დიფუზია ქსოვილებში); 5. უჯრედთა მიერ ჟანგბადის შეთვისება და ნახშირორჟანგის გამოყოფა (უჯრედთა სუნთქვა)..

სუნთქვის ტიპების ევოლუცია

ერთუჯრედიან ორგანიზმებისათვის დიფუზური სუნთქვაა დამახასიათებელი, რომლის დროსაც გაზთა ცვლა უშუალოდ უჯრედის მემბრანის გზით წარმოებს. უდაბლეს მრავალუჯრედიანებსა (ჭიებში) და უდაბლეს მწერებში გაზთა ცვლა სხეულის ზედაპირული უჯრედებით წარმოებს. ეს ე. წ. კანით სუნთქვაა. კანით სუნთქვა დიდ როლს თამაშობს აგრეთვე უდაბლეს ხერხემლიანებში (თევზებში, ამფიბიებში, ქვეწარმავლებში), რომელთაც სპეციალური სასუნთქი ორგანოები გააჩნიათ. ეს ორგანოები ცხოვრების პირობებთან დამოკიდებულებით სხვადასხვაა. წყალში მცხოვრებთ უვითარდებათ ლაყუჩები (ლაყუჩებით სუნთქვა), ხმელეთზე მცხოვრებ ცხოველებს ტრაქეა და ფილტვები (ტრაქეით, ფილტვებით სუნთქვა), თევზებისათვის ლაყუჩებით სუნთქვაა დამახა-

სიათებელი, მაგრამ ზოგიერთი თევზი დაძაჩებით კანითა და ნაწლავებით სუნთქავს.

ნაწლავის მილიდან ვითარდება საცურაო ბუშტი, რომლის უჩრედები აქტიურად შთანთქავენ ეანგზადს. საცურაო ბუშტი მონაწილეობს აგრეთვე მოძრაობათა კოორდინაციაში.

აღსანიშნავია, რომ წყალში მცხოვრებ ხერხემლიანებს აქვთ, როგორც გარეგანი, ისე შინაგანი ლაყუჩები. ძრავითადად ხბელეთზე მცხოვრებ უხერხემლო ცხოველებისათვის სასუნთქ ორგანოებს სახეშეცვლილი ლაყუჩები წარმოადგენს. მწერების უმრავლესობისათვის ტრაქეის სისტემაა დამახასიათებელი, რომელიც რთულ, უწვილეს მილაკოვან ქსელს ქმნის. რეპტილიებსა და ამფიბიებში გაზთა ცვლა კანით ($2/3$) და ფილტვებით ($1/3$) ხდება.

ფრინველებში სასუნთქი სისტემა თავისებურადაა მოწყობილი. მათ ისევე, როგორც რეპტილიებს, დიაფრაგმა არ გააჩნიათ. სასულე იყოფა ბრონქებად, რომლებიც თავისი განშტოებებით გაივლიან ფილტვებს და საპაერო პარკებს აღწევენ. რის გამოც, პაერი ფილტვებიდან საპაერო პარკებში გადადის. საპაერო პარკებს გააჩნია მორჩები, რომელთაგანაც ზოგიერთი კიდურების გრძელ ლულისებრ ძვლებში იჭრება. საპაერო პარკები პაერის დიდი რეზერვუარია, რომლებიც ხელს უწყობენ პაერში ფრინველის ყოფნას, სხეულის გაგრძობას და სიცოცხლის შენარჩუნებას ხანგრძლივი სუნთქვის გარეშე. წყალში მცურავ ფრინველებში საპაერო პარკები ამცირებენ მათი სხეულის კუთრ წონას და წყალში ნაკლებად იძირებიან.

გარეგანი სუნთქვა

ზოგადი დახასიათება. ატმოსფეროს პაერი ცხვირისა და პირის ღრუს გავლით გადადის ხორხში, სასულეში და ხისებრ დატოტილ ძარჯვენა და მარცხენა ბრონქებში. წვრილი ბრონქებიდან პაერი ბრონქიოლების გავლით გადადის ფილტვის ბუშტუკებში, რომელთა კედელი შედგება მხოლოდ ეპითელური უჯრედებისა და საყრდენ-შემაერთებელი ქსოვილისაგან. ალვეოლური კედლის გავლით ხდება გაზთა ცვლა ალვეოლურ პაერსა და იმ სისხლს შორის, რომელიც მიედინება ფილტვის ბუშტუკების კაპილარულ ქსელში.

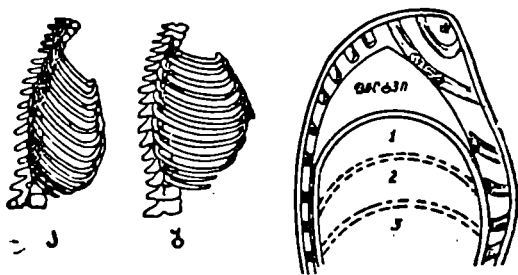
ალვეოლური პაერის მუდმივი განახლება ხდება გულმკერდის ღრუს მოცულობის ხან შემცირებით, ხან გადიდებით ნეკნთაშუა კუნთებისა და დიაფრაგმის შეკუმშვა-მოდუნების გამო. სუნთქვითი მოძრაობანი შუასაყრის ორგანოებზე: გულზე, მსხვილ სისხლის ძარღვებზე, გულმკერდის ლიმფურ სადინარზე და საყლაპავ მილზე მექანიკურად მოქმედებს. მთავარი მნიშვნელობა შესუნთქვისა და

ამოსუნთქვის მექანიზმის განხორციელებაში მიეკუთვნება იმ პერმეტულად დახშულ პლევრულ ნაპრალს, რომელიც თითოეული ფილტვის ირგვლივ მდებარეობს. პლევრის ღრუ, უფრო სწორად, პლევრის ნაპრალი იქმნება ფილტვის მფარავ ვისცერული პლევრისა და გულმკერდის ღრუს კედლის შიგნიდან ამოფენი პარიესული პლევრის ფურცლებს შორის. იგი ამოვსებულია მცირე რაოდენობის პლევრული სითხით.

შესუნთქვისა და ამოსუნთქვის მექანიზმი

სუნთქვითი მოძრაობანი — შესუნთქვა და ამოსუნთქვა — პერიოდულად ცვლიან გულმკერდის ღრუს მოცულობას.

შესუნთქვისას გულმკერდის ღრუს მოცულობა მატულობს ნეკნთაშუა გარეთა კუნთებისა და დიაფრაგმის შეკუმშვის გამო. ნეკნთაშუა გარეთა კუნთების შეკუმშვა იწვევს ნეკნებისა და მკერდის ძვლის მალა აწევას და, ამის გამო, გულმკერდის ღრუს მოცულობის გადიდებას წინა-უკანა, გარდიგარდმო მიმართულებით. დიაფრაგმის კუნთოვანი ბოჭკოების შეკუმშვა ადაბლებს მის თა-



სურ. 17. გულმკერდის ღრუს ცვლილება ამოსუნთქვისას (ა), შესუნთქვისას (ბ) და დიაფრაგმის მდებარეობა ამოსუნთქვისას (1). ჩვეულებრივი შესუნთქვისას (2) და ღრმა შესუნთქვისას (3).

ლებს და ამის გამო იგი დაბლა ეშვება. ეს კი აფართოებს გულმკერდის ღრუს ვერტიკალური მიმართულებით. შუასაძგიდის დაბლა დაწვევის გამო მუცლის ღრუს ორგანოები ოდნავ ზეწოლას განიცდიან.

ნეკნთაშუა გარეთა კუნთებისა და დიაფრაგმის კუნთოვანი ბოჭკოების შეკუმშვის დამთავრებისას იწყება ამოსუნთქვა. მშვიდი ამოსუნთქვის დროს ნეკნების დაბლა დაშვება პასიურად ხდება შესუნთქვისას დაჭიმული იოგოვანი აპარატის მოღუნების

გამო. შედარებით ღრმა ამოსუნთქვისას ნეკნები აქტიურად ეშვება დაბლა ნეკნთაშუა შიგნითა კუნთების შეკუმშვის გამო. დიაფრაგმის შეკუმშვის შედეგად მუცლის ღრუს გადანაცვლებული ორგანოები დიაფრაგმის მოღუნებისას თავისუფლდებიან ზეწოლისაგან, აწვებიან დიაფრაგმის თალებს გულმკერდის ღრუს მიმართულებით და ამცირებენ მის ზომებს ვერტიკალურად. ამრიგად, ამოსუნთქვისათვის დამახასიათებელია გულმკერდის ღრუს ყველა ზომის შემცირება.

ამოსუნთქვის დასასრულს ნეკნები მკერდის ძვალთან ერთად დაშვებულია დაბლა (სურ. 17), დიაფრაგმის თალები იშლება გულმკერდის ღრუსაკენ, სასუნთქი კუნთები მოღუნებულია.

ჰაერის გადასვლის მიზანები სუნთქვითი მოძრაობების დროს

მართალია, ფილტვები შეზრდილი არაა გულმკერდის ღრუს კედლებთან, მაგრამ ჩასუნთქვისას ისინი თან მისდევენ გულმკერდის ღრუს კედლებს. ეს იმიტომ ხდება, რომ ნაპრაღისებური პლევრული სივრცე, რომელიც ფილტვის კედელს გულმკერდის კედლისაგან გამოყოფს, არ დიდდება იმიტომ, რომ იგი დაკავშირებული არ არის ატმოსფეროს ჰაერთან: გულმკერდის ღრუს ზომების გადიდების შედეგად ფილტვები იშლება და წნევა მათში ატმოსფერულზე დაბალი ხდება, რის გამოც ატმოსფეროდან ჰაერი ფილტვებში გადადის, ამრიგად ფილტვებში წნევის დაქვეითება ატმოსფეროდან ფილტვებში ჰაერის გადასვლის მიზეზია, ხოლო ფილტვებში წნევა ქვეითდება გულმკერდის ღრუს მოცულობის გადიდების გამო.

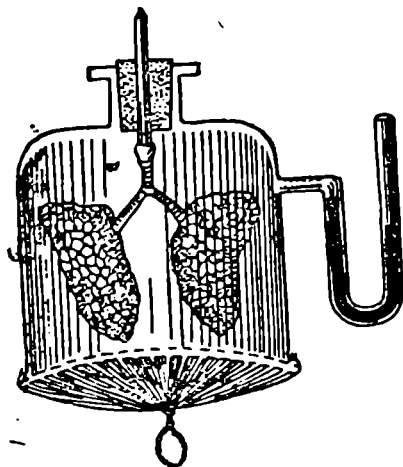
ამოსუნთქვისას გულმკერდის ღრუს მოცულობა მცირდება, შესუნთქვის დროს გაჭიმული ფილტვის ელასტიკური ქსოვილი მოკლდება, ჰაერი ფილტვებში იკუმშება. ამიტომ წნევა ფილტვებში ატმოსფერულზე მაღალი ხდება. ეს კი ხელს უწყობს ჰაერის ფილტვებიდან ატმოსფეროში გადასვლას. მაშასადამე, ფილტვებიდან ატმოსფეროში ჰაერის გადმოდენის მიზეზია ფილტვებში წნევის მომატება. მანომეტრთან დაკავშირებულ მოკლე მილში რომ ვისუნთქოთ, დავრწმუნდებით, რომ ჩასუნთქვისას ფილტვებში წნევა ეცემა, ხოლო ამოსუნთქვისას — მატულობს. წნევათა სხვაობას ვამჩნევთ მხოლოდ სუნთქვითი მოძრაობისას, როცა გულმკერდის ღრუს მოცულობა არ იცვლება, მაშინ წნევა მასში ატმოსფერულს უტოლდება და ჰაერის შესუნთქვა და ამოსუნთქვა წყდება.

სუნთქვის დროს ფილტვების მოცულობის ცვლილებების მექანიზმის დემონსტრირება შეიძლება დონდერისის მოდელის მეშვეობით.

ლონდერსის მოდელი (სურ. 18) წარმოადგენს რეზინის ფსკერიან ქილას. ქილის ზედა ხვრელი დაცობილია საცობით, რომელშიც გატარებულია მინის მილი და ამ მილის შიგნითა ბოლოზე დამაგრებულია რომელიმე ცხოველი (ვირთაგვა, შინაური კურდღელი) ამოკვეთილი სასულე-ბრონქებითა და ფილტვებით; მილის გარე ბოლოს მეშვეობით ფილტვები უკავშირდება ატმოსფერულ ჰაერს. ქილის შიდა წნევის გაზომვა შეიძლება მანომეტრის მეშვეობით, რომელიც დაკავშირებულია ქილის კედელში ჩასმულ მილთან. რეზინის ფსკერის სახელური რომ ჩამოვწიოთ, წნევა ქილაში ატმოსფერულზე ნაკლები გახდება, რაც ფილტვის ქსოვილის გაჭიმვას იწვევს და ატმოსფერული ჰაერი ფილტვებში მიედინება.

მაგრამ წნევა ქილაში მის კედლებსა და ფილტვების გარეთა ზედაპირს შორის მაინც რჩება ატმოსფერულზე რამდენადმე ნაკლები, რადგან ფილტვის ქსოვილის დრეკადობა ეწინააღმდეგება მის გაჭიმვას. თუ ახლა რეზინის ფსკერის სახელურს ხელს გავუშვებთ, იგი უბრუნდება თავის პირვანდელ მდგომარეობას. ქილის მოცულობა მცირდება და ფილტვის გაჭიმვა იქნის მოქმედება წყდება. თავისი ელასტიკურობის გამო ფილტვის ქსოვილი იკუმშება, წნევა მასში იტულობს და ჰაერი გამოედევნება გარეთ.

ლონდერსის მოდელი გვიჩვენებს, რომ შესუნთქვისას ფილტვების გაჭიმვისა და ამოსუნთქვისას მათი შეკუმშვის უშუალო მიზეზია გულმკერდის ღრუს მოცულობის ცვლილებები.



სურ. 18. ლონდერსის სქემა სუნთქვის აქტის მექანიზმის სადემონსტრაციოდ (განმარტება ტექსტში).

ფილტვის კსოვილის ელასტიკური წევა

ჩასუნთქვისა და ამოსუნთქვის პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს ფილტვის ქსოვილის ელასტიკურ წევას. ახალშობილის გულმკერდის ღრუ უფრო სწრაფად იზრდება, ვიდრე ფილტვები, ამის

გამო ფილტვის ქსოვილი მუდმივად (ამოსუნთქვის დროსაც კი) გაჭიმულია. ფილტვი ყოველთვის ცდილობს დაიჩუტოს ფილტვის ქსოვილის დიდი ელასტიკურობის გამო. ამის გამო პლევრულ სივრცეში, რომელშიც პლევრის ვისცერული ფურცელი (ფილტვის მფარავი პლევრა) და პლევრის პარიეტული ფურცელი (გულმკერდის ღრუს კედლის მფარავი პლევრა) მკიდროდ ეკვრიან ერთმანეთს, ყოველთვის გვაქვს უარყოფითი წნევა. ცდის მიზნით ცხოველის პლევრის ღრუში რომ შევიყვანოთ ჰაერთან დაკავშირებული მილი, ელასტიკური ფილტვები დაიჩუტება, ხოლო პლევრის ღრუ ჰაერთა აივსება. ასეთ შემთხვევაში შეუძლებელი ხდება შესუნთქვა და ამოსუნთქვა, რადგან სასუნთქი კუნთების შეკუმშვა აღარ იწვევს ფილტვის შიდა წნევის ცვლილებებს.

ცნობილია, რომ ყველაზე იდეალურად დრეკადი სხეულისათვის წნევისა და მოცულობის დამოკიდებულება სწორხაზოვანია. ფილტვის ქსოვილისათვის ეს დამოკიდებულება სხვანაირია. ტრაქეაში შეყვანილ მილში ჰაერის ჩაბერვით ფილტვისშიდა წნევა რომ გავზარდოთ, დასაწყისში ფილტვის მოცულობა ოდნავ მატულობს, ხოლო შემდეგში სწრაფად იზრდება. ზღვრულ სიდიდემდე მიღწევისას ფილტვის მოცულობის მატება კვლავ უმნიშვნელო ხდება. მაშასადამე, ფილტვისშიდა წნევასა და მის მოცულობას შორის არ ყოფილა სწორხაზოვანი დამოკიდებულება, რადგან ფილტვის ელასტიკური თვისება იცვლება ფილტვის მოქმედების სხვადასხვა მომენტში.

ფილტვი იზღება მხოლოდ იმიტომ, რომ ატმოსფერული წნევა მოქმედებს მასზედ შიგნიდან სასუნთქი გზების საშუალებით და არა გარედან. ფილტვები გულმკერდის ღრუში განიცდიან ერთმხრივი წნევის მოქმედებას, რომელიც ჰიშავს მათ და მკიდროდ მიაბჯენს გულმკერდის კედელს ისე, რომ ფილტვები მთლიანად ამოავსებენ გულმკერდის ღრუს. ატმოსფერული წნევის ძალა იხარჯება ფილტვის ელასტიკური წნევის გადალახვაზე, ამიტომ ფილტვების ზედაპირი გულმკერდის კედელს ატმოსფერულ წნევაზე ნაკლები ძალით ებჯინება. ამის გამო პლევრის ღრუში წნევა ამოსუნთქვის დროსაც კი ატმოსფერულზე ნაკლებია.

ამჟამად დადგენილია; რომ ფილტვის ელასტიკური წევა განპირობებულია არა მარტო ფილტვის ელასტიკური ქსოვილით, არამედ ალვეოლების კედლების ზედაპირული დაჭიმულობით.

ალვეოლების კედლების ზედაპირული დაჭიმულობა იმდენად დიდია, რომ სუნთქვის დროს მათი გაჭიმვისათვის საჭიროა უფრო მეტი წნევა, ვიდრე სინამდვილეში გვაქვს. რომ გამოვთიშოთ ზედაპირული დაჭიმულობის ძალა ფილტვებში ფიზიოლოგიური ხსნარის

შეყვანოთ, მაშინ დავრწმუნდებით, რომ ფილტვების გაჭიმვის უნარი მატულობს, ფილტვის შიდა წნევისა და ფილტვის მოცულობის დამოკიდებულება სწორხაზოვანი ხდება. ამასთან ალვეოლების კედლების ზედაპირული დაჭიმულობის როლი უმნიშვნელო აღმოჩნდა. ეს დაკავშირებულია სპეციალურ ნივთიერებასთან, რომელიც აქტიურად მოქმედებს და ასუსტებს ალვეოლების კედლების ზედაპირულ დაჭიმულობას და ამით აბრკოლებს ალვეოლების სრულ დაჩუტვას. ვარაუდობენ, რომ ეს ნივთიერება წარმოიქმნება ალვეოლების ეპითელიუმის უჯრედების მიტოქონდრიებში და მას პირობითად სურფაქტანს უწოდებენ (სურფაქტანი ინგლისური სიტყვაა surface—ზედაპირი, act—მოქმედება).

20 სმ წყლის სვეტის წნევის ქვეშ გაჭიმული ალვეოლები იჩუტებიან წნევის 18 სმ-მდე შემცირებისას, თუ შევიყვანოთ სურფაქტინის მოქმედების დამორგუნველ ნივთიერებას. მაგრამ სურფაქტინის ნორმალური მოქმედების დროს წნევის 5 სმ-მდე შემცირებაც კი არ იწვევს ალვეოლების დაჩუტვას. მათი მოცულობა მხოლოდ ნახევარჯერ მცირდება.

ფილტვის ქსოვილის სუნთქვას, გარდა ელასტიკური წინააღმდეგობისა, აბრკოლებს აგრეთვე არაელასტიკური წინააღმდეგობა. ფილტვის ქსოვილის სუნთქვითი გადანაცვლების დროს განვითარებული ხახუნის ეკუთვნის სწორედ არაელასტიკურ წინააღმდეგობას. ფილტვის ქსოვილის სუნთქვითი გადანაცვლება კი გამოიწვევა ფილტვებსა და ატმოსფერულ წნევათა სხვაობით. სასუნთქი კუნთები, რომელთა შეკუმშვა იწვევს ფილტვებსა და ატმოსფერულ წნევათა სხვაობის განვითარებას, ურთიერთქმედებაშია გულმკერდის ღრუს კედლების სიმძიმის ძალასთან და აგრეთვე ელასტიკურ ძალებთან.

ფილტვების საერთო ტევალობა

მაქსიმალური შესუნთქვისას ფილტვებში გადასული ჰაერის რაოდენობას, ფილტვების საერთო ტევალობა ეწოდება.

ფილტვების საერთო ტევალობა შეიცავს ოთხ კომპონენტს: სასუნთქ მოცულობას, შესუნთქვის სარეზერვო მოცულობას, ამოსუნთქვის სარეზერვო მოცულობას, ნარჩენ მოცულობას.

ფილტვებში გავლილ ჰაერის რაოდენობას ჩვეულებრივი შესუნთქვის, ან ამოსუნთქვის დროს, სასუნთქი მოცულობა ეწოდება. მოსვენებულ მდგომარეობაში იგი უდრის 500 მლ, ფიზიკური შრომისას 2000 მლ-დე აღწევს. შესუნთქვის სარეზერვო მოცულობა ეწოდება ჰაერის იმ რაოდენობას, რომელსაც დამატებით შევისუნთქავთ ჩვეულებრივი შესუნთქვის შემ-

დევ (1500 მლ). ამოსუნთქვის სარეზერვო მოცულობა კი ეწოდება ჰაერის იმ რაოდენობას, რომელსაც კიდევ ამოვისუნთქავთ ჩვეულებრივი ამოსუნთქვის შემდეგ (1500 მლ). ხოლო ჰაერის რაოდენობას, რომელიც ფილტვებში რჩება მაქსიმალური ამოსუნთქვის შემდეგ ნარჩენი ჰაერი ეწოდება (1000—1500 მლ).

სასუნთქ ჰაერს, შესუნთქვის სარეზერვო მოცულობას და ამოსუნთქვის სარეზერვო მოცულობას ერთად ეწოდება ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა. სპირომეტრის დახმარებით იკვლევენ ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობას.

ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა დამოკიდებულია სიმალღესა, წონასა, სხეულის მდებარეობასა და სხვა მრავალ ფაქტორზე. იგი მერყეობს 1500-დან 7500 მლ-მდე.

სხვადასხვა მდებარეობისას ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა მკვეთრად იცვლება. ფეხზე დგომისას გაცილებით მეტია, ვიდრე ჯდომისა და წოლის დროს.

უნდა აღინიშნოს, რომ სასუნთქი ჰაერი მთლიანად ვერ აღწევს ფილტვის ალვეოლებს. შესუნთქული ჰაერის ნაწილი რჩება ხახაში, ხორხში, ტრაქეასა და ბრონქებში. სასუნთქი გზების იმ სივრცეს, რომლის ჰაერი არ მონაწილეობს გაზთა ცვლაში, მავნე სივრცე ეწოდება. მოზრდილი ადამიანის მავნე სივრცე 140 — 160 მლ-ის ტოლია, იგი ცვალებადობს ბრონქების ფუნქციონალურ მდგომარეობასთან დაკავშირებით.

მამასადამე, სასუნთქი ჰაერიდან ფილტვის ალვეოლებს აღწევს მხოლოდ 340—360 მლ. (500 მლ — 160 ან 140 მლ).

სიტყვა „მავნე“ იხმარება პირობითად, რადგანაც ამ სივრცის ჰაერი ალვეოლურ ჰაერს ოპტიმალურ სინოტივესა და ტემპერატურას უნარჩუნებს.

ფილტვების ვენტილაცია

ორგანიზმსა და ატმოსფეროს ჰაერს შორის გაზთაცვლისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ფილტვების ვენტილაციას, რაც განუწყვეტილად ანახლებს ალვეოლური ჰაერის შედგენილობას. ფილტვის ვენტილაციის ოდენობითი მაჩვენებელია სუნთქვის წუთმოცულობა. იგი წუთში სუნთქვის სიხშირისა და სასუნთქი ჰაერის რაოდენობის ნამრავლის ტოლია. მოზრდილ ადამიანში იგი საშუალოდ 6—8 ლ ტოლია.

ფილტვების ვენტილაციის ოდენობის გამოსაკვლევად ამო-

სუნთქულ ჰაერს რამდენიმე წუთის განმავლობაში დუგლასის რეზინის ტომარაში აგროვებენ მუნდშტუკის, ან სარქველიანი სპეციალური ნიღაბის საშუალებით. ამის შემდეგ ტომრიდან ჰაერს გაზის საათში გაატარებენ, საზღვრავენ ამოსუნთქული ჰაერის რაოდენობას და ფილტვების ვენტილაციის წუთის მოცულობას ანგარიშობენ.

ჩვეულებრივი ამოსუნთქვის შემდეგ ფილტვებში რჩება სარეზერვო და ნარჩენი ჰაერი, რაც ერთად ქმნის ალვეოლურ ჰაერს. ალვეოლური ჰაერის მოცულობა 2500 მლ-ის ტოლია. თუ ყოველი შესუნთქვისას, ფილტვებში გადადის 500 მლ ჰაერი, რომლიდანაც მანვე სივრცის ჰაერის გამოკლებისას ფილტვის ალვეოლებს აღწევს 360 მლ, მაშინ ალვეოლებში იცვლება ჰაერის მხოლოდ $1/7$ ($360:2500$).

ფილტვების ვენტილაციის მოცულობა დამოკიდებულია ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობაზე.

სუნთქვის აბსოლუტური წუთმოცულობა ბავშვებში 5 წლის ასაკიდან გაცილებით მეტია, ვიდრე მოზრდილებში. 12 წლის ასაკში 2-ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე მოზრდილებში. ახალშობილებში კილოგრამ წონაზე გადაყვანით სუნთქვის წუთმოცულობა 2-ჯერ აღემატება მოზრდილის წუთმოცულობას. სუნთქვის წუთმოცულობის შეფარდებითი სიჭარბე ბავშვებში აიხსნება იმით, რომ მათი სუნთქვის სიხშირე მოზრდილის სუნთქვის სიხშირეს 3—4-ჯერ აღემატება. ბავშვს არ შეუძლია გაადიდოს სუნთქვის სიღრმე, მაგრამ მას შეუძლია გაახშიროს სუნთქვა. ამრიგად 1 კგ წონაზე ბავშვების ფილტვების ვენტილაცია გაცილებით მეტია, ვიდრე მოზრდილების.

სუნთქვის წუთმოცულობა ყველაზე დიდია 20—30 წლის ასაკში. მოხუცებულობის ასაკში ფილტვების ვენტილაციის მოცულობა მცირდება.

ნახუნთქული, ამოსუნთქული და ალვეოლური ჰაერის შედგენილობა

ატმოსფერული ჰაერი, რომლითაც სუნთქავს ადამიანი, შედარებით უცვლელია თავისი შედგენილობით იგი შეიცავს 20,94% ჟანგბადს, 0,03% ნახშირორჟანგს და 79,03% აზოტს.

ამოსუნთქული ჰაერი ასეთი პროცენტული შედგენილობისაა: 16,3% ჟანგბადი, 4,0% ნახშირორჟანგი და 79,7% აზოტი.

მოცემული ციფრები ეხება მშრალ ჰაერს 760 მმ ვერცხლისწყლის სვეტის წნევისას და 0° ტემპერატურის დროს.

ჩვეულებრივ პირობებში შესუნთქული ჰაერი შეიცავს მცირე რაოდენობის წყლის ორთქლს, ხოლო ამოსუნთქული ჰაერი 37° ტემ-

პერატურის დროს წყლის ორთქლით არის გაქვნილი. ასეთი ტემპერატურის პირობებში წყლის ორქლის წნევა უდრის ვერცხლისწყლის სვეტის 50 მმ-ს, ამიტომ 760 მმ ვერცხლის წყლის სვეტის წნევის ქვეშ შესუნთქული მშრალი ჰაერის გაზების წნევა ალვეოლებში 710 მმ-ს უთანაბრდება (760—50).

ალვეოლური ჰაერი შეიცავს 14—15,0% ჟანგბადს, 5,0—6,0% ნახშირორჟანგს და 80—80,5% აზოტს.

ალვეოლურ ჰაერსა და ვენურ სისხლს შორის გაზების ცვლისათვის მნიშვნელობა აქვს არა გაზების პროცენტულ შედგენილობას, არამედ მათი პარციალური წნევის სხვაობას.

ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის პარციალური წნევა, ანუ გაზების საერთო წნევიდან მათი წილი წნევა ალვეოლურ ჰაერში ასეთია: O_2 — ვერცხლისწყლის სვეტის 100—107 მმ; CO_2 — ვერცხლისწყლის სვეტის 40 მმ. ვენურ სისხლში O_2 -ის პარციალური წნევა 37—40 მმ, CO_2 — 47 მმ.

ალვეოლურ ჰაერში გაზების პარციალური წნევის გამოთვლა ადვილია, თუ ცნობილია მათი პროცენტული შედგენილობა. ასე მაგალითად, თუ ალვეოლური ჰაერი შეიცავს 14% ჟანგბადს, მაშინ მისი პარციალური წნევა ტოლია:

$$\frac{710 \cdot 14}{100} = 99,4 \text{ მმ}$$

ალვეოლურ ჰაერში ნახშირორჟანგის პარციალური წნევა უმნიშვნელოდ მერყეობს სქესის, ასაკის, კუნთური მუშაობისა და ბარომეტრული წნევის მიხედვით. ამის მიზეზია ის, რომ სუნთქვის გაიშვითების ან განშირების დროს საწინააღმდეგოდ იცვლება სუნთქვის სიღრმე.

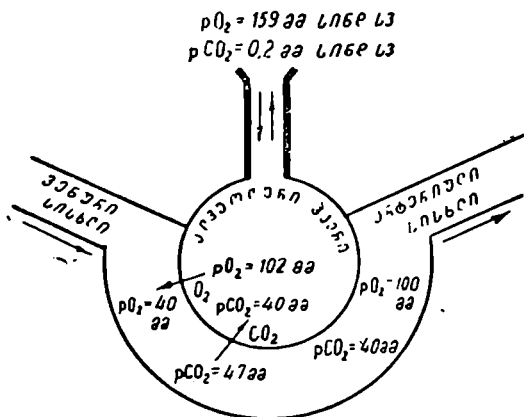
გაზთა ცვლა ფილტვებსა და ქსოვილებში

გაზთა ცვლა ფილტვებში

გაზთა ცვლა ალვეოლურ ჰაერსა და სისხლს შორის (ვაოეგანი სუნთქვა) განპირობებულია ფილტვების სტრუქტურით. ადამიანის ფილტვების ალვეოლების რიცხვი დაახლოებით 700 მილიონია. ფილტვით სუნთქვისათვის მნიშვნელობა აქვს სასუნთქ ზედაპირს, ანუ ალვეოლების ზედაპირს, რომელიც მამაკაცებში 130 მ² აღწევს, ხოლო ქალებში 103,5 მ²-ს.

ალვეოლების სასუნთქი ზედაპირი ბავშვებში შედარებით მცირეა, ვიდრე მოზრდილებში (1 კგ წონაზე). დროის ერთეულში ფილტვებში გავლილი სისხლის რაოდენობაც ბავშვებში შედარებით მცირეა, ვიდრე მოზრდილებში. ფილტვის კაპილარული ქსელის სწრაფი განვითარების გამო, ბავშვებს სისხლის შეზღუდვის ზედაპირი ალვეო-

ლურ ჰაერთან შედარებით მეტი აქვთ, ვიდრე მოზრდილებს. ყოველივე ეს უზრუნველყოფს გაზთა გაძლიერებულ ცვლას, რომელიც აუცილებელია მზარდი ორგანიზმის გაძლიერებული ნივთიერებათა ცვლისათვის. სისხლსა და ალვეოლურ ჰაერს შორის კედელი 0,004 მმ-ის სისქისაა და შედგება უჯრედების ორი შრისაგან — კაპილარების ენდოთელიუმისა და ალვეოლების ეპითელიუმის უჯრედებისაგან. ასეთი სისქის კედელი თავისუფლად ატარებს გაზებს.



სურ. 19. გაზთა ცვლა ალვეოლების კედელში.

ალვეოლურ ჰაერსა და ვენურ სისხლს შორის გაზების ცვლა გაზების პარციალური წნევის სხვაობის შედეგია. O_2 (107 მმ — 37 მმ = 70 მმ). CO_2 (47 მმ — 40 მმ = 7 მმ). წნევათა ეს სხვაობა საკმარისია გაზების დიფუზიისათვის ვენურ სისხლსა და ალვეოლურ ჰაერს შორის (სურ. 19).

მოსვენებულ მდგომარეობაში ადამიანი წუთში ხარჯავს საშუალოდ 300 მლ ჟანგბადს. დადგენილია, რომ თუ წნევათა შორის სხვაობა ვერცხლისწყლის სვეტის მხოლოდ 1 მმ-ია, მაშინ ერთი წუთის განმავლობაში ადამიანის სისხლში შეიძლება გადავიდეს 25—60 მლ ჟანგბადი. ამრიგად, მოსვენებულ მდგომარეობაში ჟანგბადის საჭირო რაოდენობის დიფუზიისათვის საკმარისია წნევათა სხვაობის რამდენიმე მილიმეტრი (თუ 25 მლ ჟანგბადის სისხლში გადასვლისათვის საჭიროა ჟანგბადის წნევათა სხვაობა უდრიდეს 1 მმ-ს, მაშინ 300 მლ ჟანგბადის სისხლში დიფუზიისათვის საჭიროა, რომ წნევათა სხვაობა უდრიდეს 12 მმ). ამიტომ, ვერცხლის-

წყლის სვეტის 70 მმ წნევის სხვაობა სრულიად საკმარისია, რათა უზრუნველყოფილი იყოს სისხლში ქანგბადის საჭირო რაოდენობის გადასვლა.

ნახშირორჟანგის დიფუზიის სიჩქარე 25-ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე ქანგბადისა, ამიტომ ვერცხლისწყლის სვეტის 0,03 მმ წნევის სხვაობა სრულიად საკმარისია, რათა უზრუნველყოფილი იყოს 250 მლ ნახშირორჟანგის დიფუზია. ერთი წუთის განმავლობაში მოსვენებულ მდგომარეობაში მყოფი ჯანმრთელი მოზრდილი ადამიანი ამოისუნთქავს 250 მლ ნახშირორჟანგს.

ამრიგად, ფილტვებში გაზთა ცვლა ხორციელდება ალვეოლების კედელში გაზების დიფუზიით. შეხედულებამ იმის შესახებ, რომ ფილტვების ალვეოლების კედელი აქტიურად შთანთქავს ქანგბადს, ვერ დაადასტურეს.

გაზთა ცვლა ქსოვილებში

შინაგანი, ანუ ქსოვილური სუნთქვა ხორციელდება შემდეგნაირად:

ნივთიერებათა ცვლის შედეგად ქსოვილებში CO_2 დაბვა აღწევს ვერცხლისწყლის სვეტის 60—70 მმ-ს, ხოლო ვენურ სისხლში — 47 მმ-ს, ამიტომ ნახშირორჟანგი ქსოვილებიდან გადადის ვენურ სისხლში, ხოლო ვენური სისხლიდან — ალვეოლურ ჰაერში.

არტერიულ სისხლში ქანგბადის დაბვა ვერცხლისწყლის სვეტის 107 მმ-ია, ქსოვილებში (უჯრდის პროტოპლაზმაში) ქანგბადი იხარჯება და მაშასადამე მისი დაბვა ნულამდე აღწევს. ქანგბადი არტერიული სისხლიდან ჯერ ქსოვილთა სითხეში გადადის, სადაც ქანგბადის დაბვა 20—40 მმ უდრის, ხოლო შემდეგ ქსოვილებში. ქანგბადის დაბვა ვენურ სისხლში 40 მმ-ია. ამრიგად, სისხლი მთელ თავის ქანგბადს არ გასცემს. არტერიული სისხლი შეიცავს 20 მოც. % ქანგბადს, ვენური სისხლი დაახლოებით 12 მოც. %-ს. 20 მოც. %-დან ქსოვილები მოიხმარენ 8 მოც. %-ს, ე. ი. სისხლის ქანგბადის 40 %-ს. მძიმე ფიზიკური შრომისას ქსოვილები მოიხმარენ სისხლის ქანგბადის 50—60 %-ს.

არტერიული სისხლის ქანგბადის საერთო რაოდენობიდან ქსოვილების მიერ შეთვისებულ ქანგბადის პროცენტულ რაოდენობას ქანგბადის უტილიზაციის კოეფიციენტი ეწოდება.

ქსოვილების მიერ ქანგბადის გაძლიერებულ მოხმარებას კუნთური მუშაობის დროს მკავეების წარმოქმნა უწყობს ხელს. წარმოქმნილი მკავეები აქვეითებენ ჰემოგლობინის ნათესაობას ქანგბადთან

და ამით უზრუნველყოფენ ჟანგბადის სწრაფ დიფუზიას სისხლიდან.

აღამიანის თავის ტვინის ქერქის ჟანგბადის უტილიზაციის კოეფიციენტი უდრის 6,0—10,3, კუჭის ლორწოვანი გარსისა 9,6, სანერწყვე ჩირკვლების 6,3, ლიმფური კვანძების 3,8—5,9. ეს კოეფიციენტი შედარებით დიდია თირკმელზედა ჩირკვლების ქერქში და განსაკუთრებით თირკმლებში. ასაკის მატებასთან ერთად სისტემატურად კლებულობს ქსოვილების მიერ ჟანგბადის მოხმარება. როგორც ჩანს, ჟანგბადის უტილიზაციის კოეფიციენტის გაზრდას ხელს უწყობს უჯრედებში მიმდინარე ფერმენტული და ენერგეტიკული პროცესების გაძლიერება. ამრიგად, ქსოვილების მიერ ჟანგბადის მოხმარება რეგულირდება ჟანგვითი პროცესების ინტენსივობის შესატყვისად.

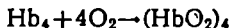
გაზების ტრანსპორტი სისხლით

ჟანგბადის ტრანსპორტი სისხლით

სისხლის სუნთქვითი ფუნქცია, უპირველეს ყოვლისა, გამოიხატება სხეულის უჯრედებთან საჭირო რაოდენობის ჟანგბადის მიტანაში. ჟანგბადის ქიმიური გადამტანია სისხლის ჰიგმენტი-ჰემოგლობინი (Hb). იგი ჟანგბადთან ქმნის არამტკიცე ნაერთს — ოქსიჰემოგლობინს (HbO₂), რომელიც ადვილად იშლება და ათავისუფლებს ჟანგბადს.

ჰემოგლობინის ერთი მოლეკულა შეიცავს რკინის შემცველი ნივთიერების — ჰემის ოთხ ნაწილს, რომლის დახმარებითაც ჟანგბადის შეკავშირება ჰემოგლობინთან შექცევადი პროცესია და ჟანგბადის პარაციალური წნევის შემცირებისას ოქსიჰემოგლობინი ადვილად გასცემს თავის ჟანგბადს.

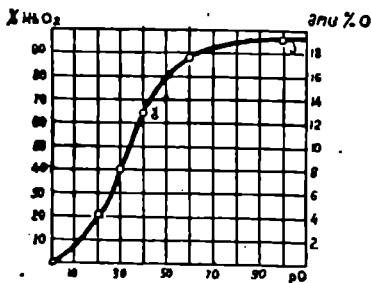
ჰემოგლობინის მოლეკულის მთელი მასის 96 % შეადგენს ცილაგლობინი, ხოლო 4 % მოდის ჰემის წილად, რამდენადაც ჰემოგლობინის მოლეკულა შეიცავს ჰემის 4 ნაწილს, მას შეუძლია ერთდროულად ან თანამიმდევრობით შეიერთოს ჟანგბადის ოთხი მოლეკულა:



100 მლ სისხლის ჰემოგლობინის მიერ შეკავშირებულ ჟანგბადის რაოდენობას, სისხლის ჟანგბადის ტევადობა ეწოდება. ცნობილია, რომ ჰემოგლობინის ყოველი გრამი შთანთქმავს 1,33—1,36 მლ ჟანგბადს. ჯანმრთელი მამაკაცის 100 მლ სისხლი შეიცავს 15 გრამ ჰემოგლობინს, მაშასადამე მისი სისხლის ჟანგბადის ტევადობა 20,4 მოც. % ტოლია ($1,36 \times 15 = 20,4$ მოც. %). სისხლის ჟანგბადის ტევადობის სხვადასხვა პირებში დიდ მერყეობას განიცდის (17,42-

დან 24.12 მოც. %-მდე). ფიზიკური დატვირთვისას სისხლის ჟანგბადის ტევადობა მატულობს 10—15%-ით. ეს მატება ხდება სისხლის დეპოებიდან (ელენთა, ღვიძლი) ერთთროციტებით მდიდარი სისხლის გადასვლით სისხლის მიმოქცევაში. ადამიანის მთელი სისხლი შეიცავს 750 გრამ ჰემოგლობინს, ამიტომ მისი სისხლის ჟანგბადის ტევადობა 1000 მლ-ის ტოლია. ცხოველებს, რომლებსაც შეუძლიათ მძლავრი მოძრაობების შესრულება, სისხლის ჟანგბადის ტევადობა მაღალი აქვთ. ასე, მაგალითად, კენგურუს სისხლის ჟანგბადის ტევადობა 27 მოც. %-ის ტოლია, ხოლო სელაპის 29 მოც. %-ის.

სისხლის ჟანგბადით გაჯერება დამოკიდებულია სისხლში ჟანგბადის პარციალურ ძაბვაზე, რაც თავის მხრივ დამოკიდებულია ატმოსფერული ჰაერის ჟანგბადის პარციალურ წნევაზე, სისხლის ჟანგბადის პარციალური წნევის (ძაბვის) გადიდებასთან ერთად მატულობს სისხლი ჟანგბადით გაჯერების ხარისხი, ანუ სხვანაირად რომ ვთქვათ, გამოსაკვლევ სისხლში ჟანგბადის შემცველობის შეფარდება ამავე სისხლის ჟანგბადის ტევადობასთან, ხოლო ჟანგბადის პარციალური წნევის შემცირებისას გაჯერების პროცენტი მცირდება. მაგრამ ჟანგბადის პარციალურ წნევასა და წარმოქმნილ ოქსიჰემოგლობინის რაოდენობას შორის არ არსებობს პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება: HbO_2 პროცენტი მნიშვნელოვნად სწრაფად მატულობს ჟანგბადის დაბალი პარციალური წნევის ზონაში, ვიდრე ჟანგბადის მაღალი პარციალური წნევის ზონაში. ეს მნიშვნელოვანი ფუნქციონალური კავშირი ნათლად ჩანს ოქსიჰემოგლობინის დისოციაციის (დაშლის) მრუდის გრაფიკულად გამოხატვის დროს (სურ. 20).



სურ. 20. ადამიანის სისხლის ოქსიჰემოგლობინის დისოციაციის მრუდი მოსვენებულ პირობებში. ა — ოქსიჰემოგლობინის შემცველობა არტერიულ სისხლში, ბ — იგივე ვენურ სისხლში.

ფად მატულობს სისხლი ჟანგბადით გაჯერების ხარისხი, ანუ სხვანაირად რომ ვთქვათ, გამოსაკვლევ სისხლში ჟანგბადის შემცველობის შეფარდება ამავე სისხლის ჟანგბადის ტევადობასთან, ხოლო ჟანგბადის პარციალური წნევის შემცირებისას გაჯერების პროცენტი მცირდება. მაგრამ ჟანგბადის პარციალურ წნევასა და წარმოქმნილ ოქსიჰემოგლობინის რაოდენობას შორის არ არსებობს პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება: HbO_2 პროცენტი მნიშვნელოვნად სწრაფად მატულობს ჟანგბადის დაბალი პარციალური წნევის ზონაში, ვიდრე ჟანგბადის მაღალი პარციალური წნევის ზონაში. ეს მნიშვნელოვანი ფუნქციონალური კავშირი ნათლად ჩანს ოქსიჰემოგლობინის დისოციაციის (დაშლის) მრუდის გრაფიკულად გამოხატვის დროს (სურ. 20).

სურათზე აბსცისის ღერძზე აღნიშნულია ჟანგბადის პარციალური წნევა, ორდინატა ღერძზე კი ჟანგბადით ჰემოგლობინის გაჯერების პროცენტი. გრაფიკზე აღნიშნული წერტილების შეერთე-

ბისას ვლებულობთ მრუდს, რომელიც ქანგბადის დაბალი პარციალური წნევის ზონაში სწრაფად იწვევს ზევით, ხოლო ქანგბადის მაღალი პარციალური წნევის ზონაში უმნიშვნელოდ მატულობს.

ოქსიჰემოგლობინის დისოციაციის მრუდი თვალნათლივ გვიჩვენებს პირობებს, რომლებიც განსაზღვრავენ სისხლის მიერ ქანგბადის ტრანსპორტს. ფილტვებთან მომდინარე ვენური სისხლის ქანგბადის პარციალური დაბევა ვერცხლისწყლის სვეტის 40 მმ-ის ტოლია. ფილტვის კაპილარების სისხლის ქანგბადით გამდიდრებასთან ერთად სისხლის ქანგბადის პარციალური წნევა ვერცხლისწყლის სვეტის 100 მმ-ს აღწევს და თითქმის ჰემოგლობინის ყველა-მოლეკულა (96 %) იქანგება ოქსიჰემოგლობინად. ქანგბადის მაღალი პარციალური წნევის ზონაში ოქსიჰემოგლობინის დისოციაციის (დაშლის) მრუდის ჰორიზონტალური მიმართულება ნიშნავს, რომ ატმოსფეროს ან ალვეოლური ჰაერის ქანგბადის პარციალური წნევის უმნიშვნელო მერყეობა არსებით გავლენას არ ახდენს ჰემოგლობინის მიერ ქანგბადის შეერთებაზე. 4000 მეტრ სიმაღლეზე ასვლის დროსაც კი, როცა ქანგბადის პარციალური წნევა ალვეოლებში ეცემა 102 მმ-დან 60 მმ-მდე, ალვეოლების კაპილარების სისხლის ქანგბადით გაჯერება მცირდება მხოლოდ 11 %-ით (96-დან 95%-მდე).

ქსოვილის კაპილარების სისხლის ქანგბადის პარციალური წნევის შემცირება ვერცხლისწყლის სვეტის 60 მმ-დან 30 მმ-დე სისხლის ქანგბადით გაჯერებას ამცირებს უკვე 20 %-ით. ჰემოგლობინის დისოციაციის ასეთი პროცესი მიმდინარეობს ქსოვილებში სისხლის გავლის დროს.

ქანგბადის დაბალი პარციალური წნევის პირობებში ოქსიჰემოგლობინი სწრაფად იშლება. ამიტომ ქსოვილებში ქანგვითი პროცესების გაძლიერებისას მატულობს ქანგბადის გადასვლა სისხლიდან ქსოვილებში.

სხვადასხვა პირობებში შეიძლება განვითარდეს სისხლის ქანგბადით გაჯერების სწრაფი დაცემა — ჰიპოქსემია.

ჰიპოქსემიის მიზეზი მრავალნაირია. იგი შეიძლება განვითარდეს ფილტვებში გამავალ სისხლში, როცა ალვეოლურ ჰაერში ქანგბადის პარციალური წნევა მცირდება (სუნთქვის ნებიითი შეჩერებისას), აგრეთვე ფილტვების სხვადასხვა ნაწილში არათანაბარი ვენტილაციის დროს.

ჰიპოქსემიას ვნახულობთ აგრეთვე მოსვენებულ მდგომარეობაშიც (ქანგბადის პარციალური დაბევა ეცემა 100-დან 96-მდე) — ვიზიოლოგიური ჰიპოქსემია. იგი ძლიერდება მოძრაობისას სწრაფად მოძრავ სისხლსა და ალვეოლურ ჰაერს შორის კონტაქტის ხანგრძლივობის შემცირების გამო. ფილტვის მემბრანის სისქის მომატე-

ბაც ჰიპოქსემიის მიზეზია. ქსოვილებში გამავალი არტერიული სისხლის ჰიპოქსემია დაკავშირებულია ქსოვილებში ჟანგბადის ნაკლებობასთან. რის გამოც სისხლის ოქსიჰემოგლობინიდან ძლიერდება ჟანგბადის მობილიზაცია. ჰიპოქსემური ცვლილებები სწრაფად ვითარდება აქტიურად მომუშავე ორგანოებიდან (კუნთებიდან) მიმდინარე სისხლში, რადგან აქტიური ჟანგვითი პროცესების გამო სისხლის ჟანგბადით გაჯერების ხარისხი მკვეთრად ეცემა.

ნახშირორჟანგის ტრანსპორტი სისხლით

ქსოვილებიდან ფილტვებისაკენ სისხლის მიერ ნახშირორჟანგის მიტანა მნიშვნელოვანია, უპირველეს ყოვლისა, ორგანიზმის ქარბი ნახშირორჟანგისაგან განთავისუფლებისათვის. ქსოვილებიდან სისხლში მოხვედრილი ნახშირორჟანგი ათანაბრებს ტუტემჟავურ წონასწორობას, ეს კი გავლენას ახდენს ოქსიჰემოგლობინის დისოციაციის მრუდზე.

ქსოვილების კაპილარების სისხლის ნახშირორჟანგის პარციალური დაბვა შედარებით მაღალია — ვერცხლისწყლის სვეტის 47 მმ-ია, ამიტომ ნახშირორჟანგი უკავშირდება სისხლს და გარდაიქმნება ნახშირმჟავას მარილებად. ვენური სისხლი შეიცავს 55—58 მოც. % ნახშირორჟანგს. მისი დიდი ნაწილი ნახშირმჟავას მარილების სახით შედის პლაზმაში და ერითროციტებში. პლაზმაში გახსნილია ნახშირორჟანგის 2,5 მოც. %, 4—5 მოც. % ერითროციტებში, სადაც იგი დაკავშირებულია ჰემოგლობინთან კ ა რ ბ ო ჰ ე მ ო გ ლ ო ბ ი ნ ი ს სახით.

ქსოვილებში წარმოქმნილი ნახშირორჟანგი გადადის კაპილარების სისხლში, რადგან CO_2 -ის დაბვა ქსოვილებში გაცილებით აღემატება მის დაბვას სისხლში. პლაზმაში გახსნილი CO_2 გადადის ერითროციტებში, სადაც კ ა რ ბ ო ა ნ ჰ ი დ რ ა ზ ი ს გავლენით გადაიქცევა ნახშირმჟავად. ქარბოანჰიდრაზი აჩქარებს რეაქციას $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$, როგორც მარცხნიდან მარჯვნივ, ისე მარჯვნიდან მარცხნივ. უკანასკნელ რეაქციას ადგილი აქვს ფილტვების სისხლში, სადაც ნახშირორჟანგის დაბვა დაბალია. ვინაიდან ერითროციტების შიგნით მთელი ნახშირორჟანგი გადაიქცევა ნახშირმჟავად, CO_2 დაბვა ერითროციტების შიგნით ნულს უახლოვდება და ამიტომ ერითროციტებში შედის CO_2 ახალ-ახალი რაოდენობა.

ერითროციტებში CO_2 შესვლასა და მასში ნახშირმჟავას წარმოქმნასთან ერთად წარმოებს ოქსიჰემოგლობინის მიერ ჟანგბადის გაცემა და მისი რედუცირება. წარმოქმნილი ნახშირმჟავას 90 %-ს იკავშირებს სისხლის ცილები. ოქსიჰემოგლობინის ჰემოგლობინად

გადაქცევისას H_2CO_3 გამოაძევებს ჰემოგლობინიდან კალიუმის იონებს, უერთდება მათ და ქმნის კალიუმის ბიკარბონატს ($KHCO_3$), დანარჩენი 10% ცირკულირებს $CO_2-H_2CO_3$ -ის სისტემის სახით.

სუნთქვის რეგულაცია

სუნთქვის ცენტრი

სუნთქვის რეგულაციის ფიზიოლოგიური მექანიზმები მრავალგვარია. სასუნთქი კუნთების რიტმული კორდინირებული მოქმედება და სუნთქვის შეგუება ორგანიზმის შინაგანი გარემოსა და გარე სამყაროს ცვალებადი პირობებისადმი ხორციელდება ნერვულ-ჰუმორული სისტემების ზემოქმედებით სუნთქვის ცენტრზე, რომელიც მდებარეობს მოგრძო ტვინის რეტიკულურ ფორმაციაში. ამ ცენტრის ფუნქციის მოშლა იწვევს სუნთქვის შეჩერებას სასუნთქი მუსკულატურის დამბლის გამო. ფილტვების ვენტილაცია შეიძლება გადიდდეს ან შემცირდეს სხვადასხვა რეცეპტორებიდან სუნთქვის ცენტრისაკენ მიმავალი აფერენტული სიგნალების ზემოქმედებით. გარდა ამისა, სუნთქვის ცენტრს განუწყვეტლივ აღწევენ თავის ტვინის დიდი ნახევარსფეროების ქერქიდან მომავალი იმპულსები. თავის ტვინის ქერქის მონაწილეობით ყალიბდება სუნთქვის მარეგულირებელი პირობითრეფლექსური კავშირები. პირობითრეფლექსური კავშირები დიდ როლს ასრულებს სპეციალური მოძრაობების შესრულებისას სპორტსმენის სუნთქვის ჩამოყალიბების დროს.

სუნთქვის ნერვულ რეგულაციასთან ერთად ხორციელდება სუნთქვის ჰუმორული რეგულაცია: სისხლის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება, სუნთქვის ცენტრის ნერვულ უჭრედებასა და ორგანიზმის ქსოვილების სხვადასხვა რეცეპტორებზე ზემოქმედებით, ცვლის სუნთქვას.

სასუნთქი კუნთების მამოძრავებელი ნეირონების სხეულები განლაგებულია ზურგის ტვინის რუხი ნივთიერების წინა რქებში: ადამიანის შუასაძგიდის ნერვის ნეირონები განლაგებულია ზურგის ტვინის კისრის მე-3 და მე-4 სეგმენტში (იშვიათად მე-5-ში), ნექნათა შუა ნერვების მამოძრავებელი ნეირონების სხეულები მდებარეობენ ზურგის ტვინის გულმკერდის სეგმენტში. რომ გადავკრათ ზურგის ტვინი მოგრძო ტვინის საზღვარზე, სუნთქვითი მოძრაობანი შეწყდება. მაგრამ გადაკვეთა რომ ვაწარმოთ მოგრძო ტვინის ზემოთ, სუნთქვითი მოძრაობანი არ წყდება. ამით დასტურდება, რომ სასუნთქი მუსკულატურის კოორდინირებული შეკუმშვები ხორციელდება იმ ნეირონების ჯგუფით (სუნთქვის ცენტრი), რომელიც მო-

თავსებულა მოგრძო ტვინში (ლეგალუა, ფლურანსი). სასუნთქი ცენტრიდან ნერვული იმპულსები მიემართება ზურგის ტვინში, სასუნთქი კუნთების მამოძრავებელი ნერვების ცენტრებთან. ეს ნერვული იმპულსები ზურგის ტვინში გაივლიან წინა და წინა-გვერდით სვეტებს.

ნ. მისლავსკიმ (1885) დაადგინა, რომ სასუნთქი ცენტრის ნეირონები უმთავრესად განლაგებულია მოგრძო ტვინის შუა მესამედში, ენისქვეშა ნერვის ბირთვის მედიალურად, IV პარაკუქის ფსკერზე. იგი ორმხრივია და თითოეული ნაწილი ანერვიანებს სასუნთქ კუნთებს, სხეულის სათანადო მხარეზე. ამიტომ მოგრძო ტვინის გასწვრივი გადაჭრა არ წყვეტს სუნთქვით მოძრაობებს. გარდა ამისა ნ. მისლავსკიმ დაადასტურა, რომ სუნთქვის ცენტრი რთული წარმონაქმნია, რომელიც შედგება შესუნთქვისა და ამოსუნთქვის ცენტრისაგან (ინსპირატორული და ექსპირატორული ცენტრისაგან).

ნ. მისლავსკის დასკვნები დადასტურდა მრავალი ექსპერიმენტული გამოკვლევით. ასე მაგალითად, მიკროელექტროდების საშუალებით მოგრძო ტვინის ცალკეული უბნის გალიზიანებამ გამოამჟღავნა ისეთი ნეირონების არსებობა, რომელთა გალიზიანება იწვევს შესუნთქვის აქტს და ისეთი ნეირონების არსებობაც, რომელთა გალიზიანება იწვევს ამოსუნთქვის აქტს. ვაროლის ხიდში მდებარეობს სუნთქვის მარეგულირებელი ორი ცენტრი. ვაროლის ხიდის ზედა ნაწილში მოთავსებული პნევმოტაქსიკური ცენტრი კონტროლს უწევს მოგრძო ტვინში მდებარე შესუნთქვისა და ამოსუნთქვის ცენტრების მოქმედებას და უზრუნველყოფს ნორმალურ სუნთქვით მოძრაობებს. ხოლო ვაროლის ხიდის შუა და ქვემო ნაწილში მდებარე აპნეისტიკური ცენტრი იწვევს იშვიათ კრუნჩხვით შესუნთქვებს.

რომ გადავკრათ ზურგის ტვინი კისრის მიდამოში და ვაწარმოთ ხელოვნური სუნთქვა, ვნახავთ, რომ ხელოვნური სუნთქვის შეწყვეტის შემდეგ აღსდგება სასუნთქი კუნთების რიტმული შეკუმშვები. ამ შეკუმშვებს იწვევს ზურგის ტვინის წინა რქებში მდებარე სასუნთქი კუნთების მამოძრავებელი ნერვების ბირთვები. მაგრამ ეს სუნთქვითი მოძრაობანი არაა ნორმალური, რადგან ისინი არ არიან ერთმანეთთან შეთანხმებული.

კოორდინირებული სუნთქვითი მოძრაობები გამოიწვევა მხოლოდ მოგრძო ტვინში მდებარე სუნთქვის ცენტრით, რომელსაც ექვემდებარებიან ზურგის ტვინში მდებარე ცენტრები.

სუნთქვის ცენტრის რიტმული აქტივობა

სუნთქვა რეგულირდება ორგვარად: ნერვულ-ჰუმორული და რეფლექსური მექანიზმით. მოგრძო ტვინში გამავალი სისხლის ქიმიური შედგენილობის ცვლილების გამო აღიგზნებიან სუნთქვის ცენტრის ნეირონები, რაც უზრუნველყოფს სუნთქვის ცენტრის რიტმული მოქმედების ნერვულ-ჰუმორულ რეგულაციას, ხოლო მოგრძო ტვინში მოსული აფერენტული იმპულსები უზრუნველყოფენ სუნთქვის ცენტრის რეფლექსურ რეგულაციას.

ცთომილი ნერვების გადაკვეთის შედეგად სუნთქვის რეფლექსური რეგულაციის გამორიცხვა არ იწვევს სასუნთქი მუსკულატურის მოქმედების შეწყვეტას, იმიტომ რომ, სუნთქვის ცენტრი აიგზნება არა მარტო რეფლექსურად, არამედ სისხლის ქიმიური შედგენილობის ცვლილებითაც. რომ გადაკვეთით აგრეთვე სუნთქვის ცენტრისაკენ მიმავალი ყველა აფერენტული ნერვი, სუნთქვის ცენტრის მოქმედება მაინც არ წყდება. ეს აიხსნება იმით, რომ სუნთქვის ცენტრის ნეირონებს ახასიათებთ რიტმული ავტომატია და მათი ამგზნები ნახშირმჟავა და წყალბადის იონები განუწყვეტლივ გროვდება სისხლში.

ბავშვის სუნთქვის ცენტრი აღვილად აიგზნება. სხეულისა და გარემოს ტემპერატურის უმნიშვნელო მომატება, მცირე ფიზიკური დატვირთვა და აგრეთვე ფსიქიკური აგზნება ბავშვებში იწვევს სუნთქვის მნიშვნელოვან გახშირებას.

სხვადასხვა რეცეპტორებიდან აფერენტული იმპულსების გავლენა სუნთქვის ცენტრზე

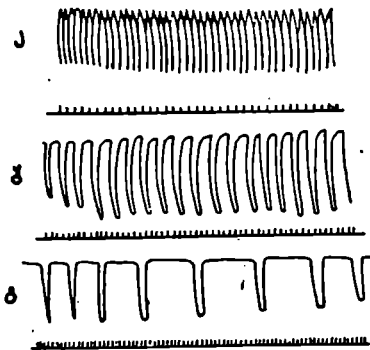
ფილტვებში, პლევრაში, გულმკერდისა და მუცლის კუნთებში განლაგებული აფერენტული ნერვული ბოჭკოების დაბოლოებანი (რეცეპტორები) აიგზნებიან შესუნთქვისა და ძლიერი ამოსუნთქვის დროს. კუნთის რეცეპტორებში წარმოქმნილი აგზნება სუნთქვის ცენტრამდე მიაქვთ მამოძრავებელი ნერვების აფერენტულ ბოჭკოებს, ხოლო ფილტვებიდან და პლევრიდან ცთომილი ნერვისა და სიმპათიკური ნერვის აფერენტულ ბოჭკოებს. იმის გამო, რომ ფილტვებიდან, პლევრიდან და კუნთების რეცეპტორებიდან აფერენტული იმპულსები მიდის მოგრძო ტვინში მდებარე სუნთქვის ცენტრში, ამ უკანასკნელიდან ეფერენტული იმპულსები მიდის ზურგის ტვინში მდებარე სასუნთქი კუნთების მამოძრავებელი ნერვების ბირთვებში, რომელთა აგზნება იწვევს მათ შეკუმშვას.

შესუნთქვისას ფილტვების გაწელვა იწვევს ფილტვებისა და პლევრის ნერვულ დაბოლოებათა მექანიკურ გაღიზიანებას, რაც

რეფლექსურად წყვეტს შესუნთქვაში მონაწილე კუნთების მოქმედებას.

პირიქით, ამოსუნთქვისას ფილტვების დაჩუტვის შედეგად ღიზიანდება ფილტვისა და პლევრის ნერვული დაბოლოებანი და რეფლექსურად იკუმშებიან შემსუნთქველი კუნთები.

სუნთქვის აღნიშნული რეფლექსური თვითრეგულაცია შესუნთქვის დროს ძეცავს ფილტვებს ზედმეტი გაჭიმვისაგან. შესუნთქვის



სურ. 21. ცდომილი ნერვების გადაკვეთის გავლენა სუნთქვაზე:

ა — გადაკვეთამდე; ბ — გადაკვეთიდან 30 წუთის შემდეგ; გ — გადაკვეთიდან 2 საათის შემდეგ.

დროს ცდომილი ნერვით სუნთქვის ცენტრში მოსული აფერენტული იმპულსები აკავებს შესუნთქვის ცენტრს. ასევე კავდება შესუნთქვის ცენტრი შესუნთქვაში მონაწილე კუნთებიდან მოსული აფერენტული იმპულსებით.

ცდომილი ნერვების გადაკვეთის შემდეგ აფერენტული იმპულსების ნაკადი სუნთქვის ცენტრისაკენ წყდება, ამოსუნთქვის ცენტრის აგზნება მცირდება, შესუნთქვა ამოსუნთქვით უფრო გვიან იცვლება და სუნთქვა ხდება იშვიათი და ღრმა (სურ. 21).

სიმპათიკური ნერვი, პირიქით აძლიერებს სასუნთქი ცენტრის მოქმედებას. ამ ნერვის გაღიზიანება ახშირებს და აძლიერებს სუნთქვით მოძრაობებს.

ხორხში და ტრაქეაში გამავალი ჰაერი აღიზიანებს ენა-ხახისა და ხორხის ნერვების დაბოლოებებს. ამ ნერვების განსაკუთრებით ხორხის ზედა ნერვის, საშუალებით სუნთქვის მარეგულირებელი იმპულსები გადაეცემა სუნთქვის ცენტრს და ცვლის სუნთქვის სიხშირესა და სიღრმეს.

გარდა სასუნთქი აპარატის რეცეპტორებისა, სხვა რეცეპტორებიდან მოსული აფერენტული იმპულსებიც არეგულირებენ სასუნთქი ცენტრის აგზნებადობას რეფლექსური და ნერვულ-ჰუმორული მექანიზმების საშუალებით.

გემოვნების, ყნოსვის, სმენის, მხედველობის ორგანოებისა და ყანის რეცეპტორების გაღიზიანება რეფლექსურად ცვლის სუნთქვას.

განსაკუთრებით დიდი დაცვითი მნიშვნელობა აქვს სასუნთქი გზების ლორწოვანი გარსის გაღიზიანებას. მისი გაღიზიანების შედეგად წარმოქმნილი რეფლექსები დაცვითი ხასიათისაა, რადგან ისინი უზრუნველყოფენ სხვადასხვა გამღიზიანებელი აგენტების მოცილებას, ან ხელს უშლიან მათ ფილტვებში მოხვედრას. მტერის ნაწილაკები ააგზნებენ ხორხის ნერვის დაბოლოებებს და იწვევენ კრუნჩხვის მაგვარ ამოსუნთქვით მოძრაობებს (ხ ე ე ლ ა ს), ხოლო როცა გამღიზიანებელი ნივთიერება, მაგალითად ამონიაკის ორთქლი ააგზნებს სამწვერა ნერვის მგრძნობიარე დაბოლოებებს, იწვევს სუნთქვის გაჩერებას ამოსუნთქვის ფაზაში და ბრონქების შევიწროებას, რასაც აგრეთვე დაცვითი მნიშვნელობა აქვს. თუ ღიზიანდება ცხვირის ლორწოვანის რეცეპტორები, აღმოცენდება რეფლექსური ცხვირის ცემინება, რომლის დროსაც ჰაერი ძალით გამოიღვენება ცხვირიდან, რაც იწვევს ცხვირის სავალი გზების ჰაერის გასუფთავებას.

სუნთქვის ცენტრზე მოქმედებს აგრეთვე აორტის რკალის და კაროტიდული სინუსის ნერვულ დაბოლოებათა გაღიზიანება. სისხლის წნევის მომატება რეფლექსურად აკავებს სუნთქვას, ხოლო სისხლის წნევის დაქვეითება, პირიქით, აძლიერებს სუნთქვას. სისხლში დიდი რაოდენობით ნახშირმჟავას დაგროვება აღიზიანებს აორტის რკალისა და კაროტიდული სინუსის ქემორეცეპტორებს და იწვევს აგრეთვე სასუნთქი ცენტრის რეფლექსურ აგზნებას. სასუნთქი ცენტრი რეფლექსურად აიგზნება შინაგანი ორგანოების რეცეპტორების გაღიზიანებითაც.

ბრონქების გლუვ მუსკულატურაში ბოლოვდება ცდომილი ნერვებისა და სიმპათიკური ნერვების ეფერენტული ნერვული ბოჭკოები. ცდომილი ნერვები იწვევენ ბრონქების კუნთების შეკუმშვას და, მაშასადამე, ბრონქების შევიწროებას. სიმპათიკური ნერვები იწვევენ ბრონქების კუნთების მოღუნებას და მაშასადამე ბრონქების გაგანიერებას.

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროვანი კერძის მნიშვნელობა სუნთქვის რეგულაციაში

შუამდებარე ტვინიდან და თავის ტვინის, დიდი ჰემისფეროვანიდან მოსული ნერვული იმპულსები არეგულირებენ მოგრძო ტვინის სუნთქვის ცენტრის აგზნებადობას.

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროვანის შუბლის წილის გაღიზიანება ცვლის სუნთქვით მოძრაობებს (ვ. დანილევსკი, 1874). ცხოველებს უმუშავდებათ სუნთქვის პირობითი რეფლექსები. თავის ტვი-

ნის დიდი ჰემისფეროების ქერქი განაგებს სუნთქვის უმაღლეს რეგულაციას, მისი ამოკვეთის შემდეგ სუნთქვის უპირობო რეფლექსები არ იცვლება, ხოლო სუნთქვის პირობითი რეფლექსები დროებით ქრება, მაგრამ შემდეგში კვლავ აღსდგება. მაგრამ ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა განყოფილებას ერთმანეთისაგან არსებითად განსხვავებული როლი ეკუთვნის სუნთქვის რეგულაციაში. მოგრძო ტვინის ცენტრები აბსოლუტურად აუცილებელია სუნთქვითი მოძრაობების განხორციელებისათვის. მისი დაზიანების შემთხვევაში სუნთქვა წყდება. ცენტრალური ნერვული სისტემის ზემო სართულებში მოთავსებული ცენტრების გამორიცხვისას კი სუნთქვა შენარჩუნებულია.

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების მეშვეობით ხორციელდება სუნთქვის ნატიფი შეგუება ორგანიზმის მოთხოვნილებისადმი გარემოს მიმართ.

სუნთქვითი მოძრაობების შეცვლა შესაძლებელია ნებისმიერად: სუნთქვა შეიძლება შევანელოთ და შევაჩეროთ რამდენიმე ხნით. ან, პირიქით, გავახშიროთ და გავაღრმავოთ. ფსიქიკური გავლენით და შთაგონებით ცვლიან სუნთქვით მოძრაობებს. ფიზიკური შრომის წინასწარმაუწყებელი სიგნალები ადამიანში აძლიერებს ფილტვების ვენტილაციას. ყველა ეს ფაქტი ადასტურებს თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის გავლენას სუნთქვაზე.

ფიქრობენ, რომ თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის ნერვული უჯრედები უფრო მგრძობიარენი არიან სისხლში ნახშირმჟავას სიჭარბისადმი, ვიდრე მოგრძო ტვინში მდებარე სუნთქვის ცენტრის ნეირონები.

თუ ჰინოზური ძილის დროს ადამიანს შთავაგონებთ, რომ თითქოს იგი ასრულებს მძიმე ფიზიკურ სამუშაოს, მას უძლიერდება სუნთქვა და გაზთა ცვლა, მიუხედავად იმისა, რომ ადამიანი რჩება სრული ფიზიკური მოსვენების მდგომარეობაში, შეჯიბრის წინ საორტსმენის სუნთქვა ღრმავდება და ხშირდება. ეს ფაქტები კიდევ ერთხელ ადასტურებენ თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის გავლენას სუნთქვაზე.

სუნთქვის თავისებურებანი სხვადასხვა პირობებში

სუნთქვა კანთური მუშაობის დროს

გაძლიერებული კუნთური მუშაობის დროს მატულობს კუნთებში გამავალი სისხლის ტემპერატურა, წყალბად-იონთა კონცენტრაცია და CO_2 ძაბვა, რაც ხელს უწყობს ჟანგბადის განთავისუფლებას და კუნთის უჯრედში გადასვლას.

ინტენსიური კუნთური მუშაობის დროს ძლიერდება ნივთიერებათა ცვლა, სისხლში გროვდება დიდი რაოდენობით ნახშირმჟავა, რძის მჟავა და სხვა მჟავები, მატულობს წყალბად-იონთა კონცენტრაცია და სუნთქვის ცენტრის აგზნებადობა, რის გამოც ხშირდება სუნთქვითი მოძრაობანი და დიდდება ფილტვების ვენტილაცია.

ფილტვების ვენტილაცია ჩვეულებრივად მატულობს ფიზიკური დატვირთვის ინტენსივობის პარალელურად. რაც უფრო დაძაბულია შრომა, მით უფრო მეტი ჰაერი გაივლის ფილტვებში და მით უფრო მატულობს გაზთა ცვლა. ტანვარჯიში ფილტვების ვენტილაციას აღიღებს 2—7-ჯერ, საშუალო დისტანციაზე რბენი 20-ჯერ.

ხშირად ხანგრძლივი ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის დროს (რბენა, ველოსპორტი, ცურვა) ვითარდება ძალიან ძლიერი ქოშინი, მატულობს გულის ცემა. სისხლის წნევა და გულმკერდის მიდამოში აღინიშნება შებოქვის გრძნობა („მკვდარი წერტილი“). ეს მდგომარეობა გადაილახება ნებისყოფით, თავის ტვინის დიდი ჰემოსფეროების ქერქიდან მომდინარე იმპულსებით. ქრება შებოქვის გრძნობა, სუნთქვა ხდება თანაბარი და მშვიდი. მნიშვნელოვნად მატულობს შრომისუნარიანობა, იწყება „მეორე სუნთქვა“.

„მკვდარი წერტილის“ დროს სისხლში დიდი რაოდენობით გროვდება ნახშირმჟავა, რძის მჟავა და მატულობს წყალბად-იონთა კონცენტრაცია. ეს იწვევს სუნთქვის გაღრმავებას, ფილტვების გაძლიერებულ ვენტილაციას, CO_2 -ის დიდი რაოდენობით გამოყოფას და სისხლში წყალბად-იონთა კონცენტრაციის დაცემას. წყალბად-იონთა კონცენტრაციის დაცემას ხელს უწყობს აგრეთვე „მეორე სუნთქვის“ დროს ოფლის გაძლიერებულ გამოყოფასთან ერთად დიდი რაოდენობით რძის მჟავის გამოყოფა.

გაძლიერებული ფიზიკური დატვირთვის წინ ფილტვების გაძლიერებული ვენტილაცია ხელს უშლის „მკვდარი წერტილის“ განვითარებას.

სუნთქვის აღნიშნული ცვლილებანი ნერვულ-ჰუმორული და რეფლექსური გზით ხდება.

სუნთქვისა და სისხლის მიმოქცევის გაძლიერების სიგნალს წარმოადგენს მომუშავე კუნთების პროპრიოცეპტორების გაღიზიანება. ეს რეფლექსური კომპონენტი მონაწილეობს სუნთქვის ყოველგვარ გაძლიერებაში ფიზიკური მუშაობის დროს.

სანთავა ლაბალი აბოლუციალი წნავის პირობაში

გარემოს ატმოსფერული წნევის როგორც მომატების, ისე დაქვეითების დროს ალვეოლურ ჰაერში ნახშირორჟანგის პარციალური წნევა შედარებით უცვლელია. ამას დიდი ფიზიოლოგიური

დანიშნულება აქვს, რადგან სასუნთქი ცენტრის; ნორმალური ავზნებადობის გამო იქმნება ნორმალური პირობები როგორც დიდ სიღრმეზე, ისე დიდ სიმაღლეზე მუშაობისათვის. სუნთქვის რეგულაცია განაპირობებს ნახშირორჟანგის პარციალური წნევის მუდმივობას ალვეოლურ ჰაერში. მაღალი და დაბალი ატმოსფერული წნევის გავლენის შესასწავლად შექმნილია ფოლადის კამერა. კამერაში ადამიანზე ჩატარებული ცდები ადასტურებს ამ შეხედულებას (ცხრილი 2).

ც ხ რ ი ლ ი 2

ალვეოლურ ჰაერში ნახშირორჟანგის პარციალური წნევის ცვლილება ატმოსფერული წნევის ცვლილებასთან დაკავშირებით

ატმოსფერული წნევა, მმ სინდ. სვ.	ნახშირორჟანგის შემცველობა ალვეოლურ ჰაერში, %	ნახშირორჟანგის პარციალური წნევა ალვეოლურ ჰაერში, მმ სინდ. სვ.
769	5,3	37,8
4640	0,9	41,3
3090	1,3	39,5
2310	1,8	40,7
1540	2,7	40,5
760	5,4	38,5

ნახშირორჟანგისაგან განსხვავებით ჟანგბადის პარციალური წნევა ალვეოლურ ჰაერში მატულობს ატმოსფერული წნევის გადიდებისას და კლებულობს ატმოსფერული წნევის დაქვეითებისას.

სიმაღლეზე ასვლისას ეცემა ატმოსფერული წნევა და შესაბამისად მცირდება ჟანგბადის პარციალური წნევა ალვეოლურ ჰაერში (ცხრილი 3). ეს იწვევს ორგანიზმის ჟანგბადით მომარაგების დარღვევას. ჟანგბადის რაოდენობა სისხლში მცირდება (ჰიპოქსემია). ჰიპოქსემია იწვევს სისხლსა და ქსოვილებში ნახშირმჟავას ნაკლებობას (ჰიპოკაპნიას). ეს იმიტომ ხდება, რომ სისხლში ჟანგბადის ნაკლებობა აღიზიანებს კაროტიდული სინუსის ქემორეცეპტორებს და იწვევს სუნთქვის განშირებას, რასაც ალვეოლურ ჰაერიდან და შესაბამისად სისხლიდანაც ნახშირმჟავის გამორეცხვამდე მიყვება. ნახშირმჟავას ნაკლებობა აქვეითებს სუნთქვის ცენტრის ტონუსს, ამის გამო ორგანიზმი ჟანგბადით საკმაოდ ვერ მარაგდება.

ატმოსფერულ და ალვეოლურ ჰაერში ჟანგბადის პარციალური წნევისა და ატმოსფერული წნევის ცვლილება დიდ სიმაღლეზე ასვლის დროს

სიმაღლე, მ	ატმოსფერული წნევა	ჟანგბადის პარციალური წნევა	
		ატმოსფერულ ჰაერში	ალვეოლურ ჰაერში
0	760	159	100—110
2000	596	126	76
3000	525	111	61
4000	462	93	50
5000	405	86	42
6000	354	75	35

3—4 კილომეტრ სიმაღლეზე სწრაფად ასვლისას ზოგიერთ ჯანმრთელ ადამიანს ჰიპოქსემიის გამო უვითარდება სიმაღლის, ანუ მთის დაავადება, რომელიც გამოიხატება მთელი რიგი მოშლილობით (თავის ტკივილი, ქოშინი, დაღლილობა, მხედველობის, სმენის დაქვეითება და სხვა). ზოგს მთის დაავადება 4,5—5,5 კმ სიმაღლეზე ეწყება, ზოგს 6 კმ სიმაღლეზეც კი არ აღენიშნება მთის დაავადების ნიშნები.

დიდ სიმაღლეებზე მცხოვრებნი, ან მაღალ მთებზე თანდათან ამსვლელი ორგანიზმები ასწრებენ შეგუებას და აღარ განიცდიან ჟანგბადის ნაკლებობას (აკლიმატიზაცია სიმაღლის მიმართ). ამ დროს ფილტვების გაძლიერებული ვენტილაციის გამო მატულობს ჟანგბადის პარციალური წნევა ფილტვებში და დიდდება არტერიული სისხლის ჟანგბადით გაჯერება; ხშირდება პულსი, მატულობს გულის წუთმოცულობა და სისხლის წნევა. დეპონირებული სისხლის ხარჯზე მატულობს ერითროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობა, რის გამოც სისხლის ჟანგბადის მოცულობა 20—25%-ით იზრდება. დიდდება აგრეთვე ერითროციტების წარმოქმნა და მათში ჰემოგლობინის შემცველობა.

სუნთქვა მაღალი ატმოსფერული წნევის პირობაში

ჰაერის ბარომეტრული წნევა წყალში ყოველი 10,4 მ სიღრმეზე ჩასვლისას ერთი ატმოსფეროთი მატულობს.

მაღალი ატმოსფერული წნევის ქვეშ მუშაობენ კესონებში და

გვირახების მშენებლობისას. თანამედროვე ტექნიკის პირობებში შესაძლებელია 100 მ უფრო მეტ სიღრმეზე ჩასვლა. ასეთ პირობებში სუნთქვა იშვიათდება, შესუნთქვა ადვილდება, ამოსუნთქვა ძნელდება. გაზთა ცვლა თითქმის არ იცვლება. მაღალი ატმოსფერული წნევის პირობებში მუშაობისას ერთროციტების დეპოვებში დაგროვების გამო კლებულობს სისხლში მათი რაოდენობა. რაც უფრო დიდია ატმოსფეროს წნევა და რაც უფრო დიდხანს რჩება ადამიანი ასეთ პირობებში, მით უფრო მეტი აზოტი იხსნება სისხლში.

მაღალი ატმოსფერული წნევის პირობებიდან ნორმალურში სწრაფად გადასვლის დროს ვითარდება „კესონის დაავადება“. დაავადების მიზეზია ქსოვილებსა და სისხლში გახსნილი აზოტის ხელმეორედ გამოყოფა სისხლიდან. გამოყოფილი აზოტის ბუშტუკები ეცობა წვრილ სისხლის ძარღვებს. ტვინის სისხლის ძარღვების დაცობა ადამიანში იწვევს დამბლას და სიკვდილს. კესონებიდან ნორმალურ პირობებში გადასვლისას თავიდან რომ ავიცილოთ „კესონის დაავადების“ განვითარების საშიშროება, საჭიროა ამოსვლა ვაწარმოთ თანდათანობით, შესვენებებით. გარდა ამისა, უნებადით სუნთქვა აჩქარებს ორგანიზმიდან აზოტის გამოყოფას და სრულიად ხსნის „კესონის დაავადების“ განვითარების საშიშროებას. „კესონის დაავადებას“ თან სდევს ტკივილები სახსრებში და მოვლენები ტვინის მხრივ: თავბრუსხვევა, პირღებინება, ცნობიერების დაკარგვა. მის სამკურნალოდ საჭიროა ავადმყოფი ისევ სწრაფად მოთავსდეს მაღალი წნევის ქვეშ, რათა კვლავ გაიხსნას გამოყოფილი აზოტის ბუშტუკები.

სუნთქვის ასაკობრივი თავისებურებანი

დაბადებისთანავე განვითარებას იწყებს ფილტვის სტრომა (შემეერთებელი ქსოვილი); ელასტიკური ქსოვილი ვითარდება ექსი-შვიდი წლისათვის. ფილტვი უმთავრესად იზრდება ალვეოლების ხარჯზე. ფილტვი ინტენსიურად იზრდება პირველი წლის განმავლობაში და სქესობრივი მომწიფების პერიოდში. საკმაოდ სწრაფად იზრდება აგრეთვე ფილტვის საერთო მოცულობა. მოზრდილის ფილტვის მოცულობა 20-ჯერ აღემატება ახალშობილის ფილტვის მოცულობას (65—67 მლ). ბავშვის ფილტვის სასუნთქი ზედაპირი შედარებით უფრო მეტია, ვიდრე მოზრდილის. პირველი ჩასუნთქვის შემდეგ ინტენსიურად იზრდება არტერიული ქსელი, რომლის განვითარება მაქსიმუმს აღწევს 25—30 წლის ასაკში. მოხუცებულობის ასაკში წვრილი არტერიების ქსელი ცარიელდება. ფილტვის არტერიები და ვენები ძლიერ ცვლილებებს განიცდიან სიცოცხლის პირ-

ველ წელს. პირველი ჩასუნთქვის შემდეგ ფილტვები იშლება და ფილტვის ირგვლივ პლევრის ღრუს სიჭრაცე მნიშვნელოვნად მცირდება. ძუძუთა ასაკის ბავშვების პლევრა ძალიან თხელია და ადვილად იჭიმება ღრმა სუნთქვის დროს.

მუცლად ყოფნის პირობებში ნაყოფის მიერ მისთვის საჭირო ჟანგბადის მიღება და ნახშირორჟანგის გამოყოფა მხოლოდ პლაცენტური სისხლის მიმოქცევის გზით ხდება.

ბავშვის დაბადების მომენტიდან წყდება პლაცენტური სისხლის მიმოქცევა და ბავშვის პირველი წამოყვირებისთანავე იწყება ფილტვებით სუნთქვა.

ზოგიერთი პირველი ჩასუნთქვის მიზეზად ახალშობილის სისხლში ჰარბი რაოდენობით ნახშირორჟანგის დაგროვებას თვლის, რაც გამოწვეულია დედის სისხლსა და ნაყოფს შორის გაზთა ცვლის შეწყვეტით.

ზოგიერთი კი ფიქრობს, რომ პირველი ჩასუნთქვის მექანიზმში წამყვანი მნიშვნელობა აქვს არა ნახშირორჟანგის ჰარბი რაოდენობით დაგროვებას, არამედ სისხლში ჟანგბადის ნაკლებობას. პირველი ღრმა ჩასუნთქვის შემდეგ მყარდება სწორი საკმაოდ თანაბარი სუნთქვითი მოძრაობანი წუთში 40—60-ჯერ. ასაკთან ერთად სუნთქვის რიტმი იშვიათდება და თანდათანობით უახლოვდება მოზრდილი ადამიანის სუნთქვის რიტმს. 5 წლის ბავშვის სუნთქვის რიტმი წუთში უდრის 26, 14—15 წლის მოზარდისა — 20, ხოლო მოზრდილი ადამიანისა 16—18.

8 წლამდე ბიჭების სუნთქვის რიტმი რამდენადმე აღემატება გოგონების სუნთქვის რიტმს. პრეპუბერტულ პერიოდში გოგონების სუნთქვის რიტმი აღემატება ვაჟების სუნთქვის რიტმს და ასეთი სხვაობა რჩება მთელი სიცოცხლის განმავლობაში.

ბავშვებისათვის დამახასიათებელია სუნთქვის ცენტრის ადვილი აგზნებადობა: მცირე ფსიქიკური აგზნება, უმნიშვნელო ფიზიკური დატვირთვა, სხეულის ან გარემოს ტემპერატურის მცირედი მომატება, თითქმის ყოველთვის იწვევს სუნთქვის მნიშვნელოვან გაზშირებას და ზოგჯერ სუნთქვის რიტმის დარღვევას.

სუნთქვის ორგანოების ფუნქციას აფასებენ ჩასუნთქული ჰაერის რაოდენობით, სუნთქვის წუთმოცულობით და ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობით.

მშვიდი ძილის პირობებში ახალშობილი ჩასუნთქავს და ამოი-სუნთქავს 20 მლ. ჰაერს, ერთი თვის ბავშვი 25 მლ, წლის ბოლოსათვის 80 მლ, 5 წლისათვის — 150 მლ, 12 წლისათვის 250 მლ და 15—16 წლისათვის 300—400 მლ. მოცემული სიდიდეები ყველა ბავშვისათვის ერთნაირი არ არის და მერყეობს საკმაოდ ფართო ფარ-

გლებში. ბავშვის ტირილის დროს სუნთქვის მოცულობა მატულობს 2—3-ჯერ და 5-ჯერაც კი.

სუნთქვის წუთმოცულობა ასაკთან ერთად სწრაფად მატულობს. ახალშობილის სუნთქვის წუთმოცულობა 80—90 მლ-ია, ერთი თვის ბავშვის 1400 მლ, წლის ბოლოს 2600 მლ, 5 წლის ბავშვის 3200 მლ და 12—15 წლისათვის 5000 მლ.

ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა შეიძლება გავზომოთ მხოლოდ 5—6 წლის ბავშვებში, რადგან ეს ცდა თხოულობს ბავშვის აქტიურსა და შეგნებულ მონაწილეობას. 5—6 წლის ბავშვების ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა აღწევს 1150 მლ-ს, 9—10 წლის ბავშვის — 1600 მლ-ს და 14—16 წლის — 3200 მლ-ს. მოზრდილის ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა დაახლოებით 4000 მლ-ს აღწევს, ვაჟების სასიცოცხლო ტევადობა მეტია გოგონების სასიცოცხლო ტევადობაზე.

ბავშვის ასაკისა და სქესის მიხედვით იცვლება სუნთქვის ტიპი. ახალშობილის სუნთქვა უმეტესად დიაფრაგმული ხასიათისაა, მცირე მონაწილეობას ღებულობს გულმკერდის მუსკულატურა. ძუძუთა ბავშვებს ახასიათებთ როგორც გულმკერდის ტიპის სუნთქვა, ისე მუცლის ტიპის ანუ დიაფრაგმის ტიპის სუნთქვა, თუმცა ცოტათი სჭარბობს დიაფრაგმის ტიპის სუნთქვა. მხრის სარტყლის კუნთების განვითარებასთან დაკავშირებით 3—7 წლის ასაკის ბავშვებში გულმკერდით სუნთქვა სჭარბობს მუცლით სუნთქვას. სქესთან დაკავშირებით 7—14 წლის ბავშვებში ვლინდება სუნთქვის ტიპი: ვაჟები პუბერტულ (სქესობრივი მომწიფების პერიოდი) პერიოდში უმეტესად მუცლით სუნთქავენ, ხოლო ქალიშვილები — გულმკერდით.

სუნთქვის კუნთების ვარჯიში დადებითად მოქმედებს გულმკერდის ყაფაზისა და ფილტვების განვითარებაზე. ბავშვის კუნთები, მოზრდილთან შედარებით სუსტად არის განვითარებული, ამიტომ ბავშვისა და მოზარდის ფილტვების ნორმალური განვითარებისათვის აუცილებელია გულმკერდის კუნთების ვარჯიში.

ბავშვის ზერელე სუნთქვა ვერ უზრუნველყოფს ბავშვის ფილტვების ენერგიულ ვენტილაციას.

მოძრაობა, ფიზიკური ვარჯიში და ფიზიკური შრომა სუნთქვის სიხშირეს აღიდებს, რაც თავის მხრივ უზრუნველყოფს ფილტვების ტევადობისა და სუნთქვაში მონაწილე კუნთების ძალის მომატებას. აღნიშნული ფაქტების გამო ბავშვი აქტიური მოძრაობის მდგომარეობაში დიდხანს უნდა ვამყოფოთ სუფთა ჰაერზე, აგრეთვე უნდა უზრუნველვყოთ სუფთა ჰაერი შენობაში.

ფილტვების ვენტილაციის სიდიდის სწორი შეფასება შეიძლება

მხოლოდ სუნთქვის წუთმოცულობით. ცალ-ცალკე აღებული სუნთქვის სიხშირე და სუნთქვის სიღრმე ფილტვების ვენტილაციის სიდიდის შესახებ სწორ წარმოდგენას ვერ მოგვცემს. ბავშვთა და მოზარდთა სუნთქვის წუთმოცულობა, მოზრდილის სუნთქვის წუთმოცულობასთან შედარებით ნაკლებია, ხოლო ბავშვებისა და მოზარდების წუთმოცულობა სხეულის წონის 1 კილოგრამთან შედარებით უფრო მეტია, ვიდრე მოზდილებისა და იგი კლებულობს ასაკის შესაბამისად. ამასთან დაკავშირებით ბავშვები უანგზადის შედარებით უფრო დიდ რაოდენობას ხარჯავენ, ვიდრე მოზრდილები, ამიტომაც ნივთიერებათა ცვლა ბავშვებში უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე მოზრდილებში.

თ ა ვ ი მ ე ო თ ხ ა

ს ა ჯ მ ლ ი ს მ ო ნ ე ლ ე ბ ა

ცოცხალი ორგანიზმები გარე სამყაროდან განუწყვეტლივღებულობენ საყუათო ნივთიერებებს, ვიტამინებს, მინერალურ მარილებს და წყალს. საკვების მიღების წესი შეესაბამება ორგანიზმის ბუნებასა და ცხოვრების წესს. მცენარეები იკვებებიან არაორგანული ელემენტებით, რომლებსაც ორგანიზმში ორგანულ ნივთიერებად გარდაქმნიან. ცხოველები არაორგანულ ელემენტებს ვერ გარდაქმნიან ორგანულ ნივთიერებად, ამიტომ ისინი ცხოვრობენ მცენარეული საკვების ხარჯზე, ან იკვებებიან იმ ცხოველებით, რომლებიც მცენარეებით საზრდოობენ.

საქმლის მონელება საქმლის მომწელებელ ტრაქტში მოხვედრილი საკვების მექანიკური და ქიმიური დამუშავების რთული ფიზიოლოგიური პროცესია, რის შედეგადაც რთული ქიმიური ნაერთები გარდაიქმნებიან წყალში ხსნად მარტივ ნივთიერებებად. წყალში ხსნადი ნივთიერებები ადვილად შეიწოვება ორგანიზმის შიდა გარემოში — სისხლსა და ლიმფაში.

უ ჯ რ ე დ შ ი დ ა და უ ჯ რ ე დ გ ა რ ი თ ა მ ო ნ ე ლ ე ბ ა

ი. მეჩნიკოვმა დაადასტურა, რომ უმარტივესებს ახასიათებთ საკვების უჯრედშიდა მონელება. უმარტივესთა წარმომადგენლები საკვებ ნივთიერებებს შთანთქავენ სხეულით და მათ მოინელებენ უჯრედის შიგნით ფერმენტების მონაწილეობით.

ცხოველთა სამყაროს განვითარებასთან ერთად რთულდება საკმლის მომწელებელი ჯირკვლები, რომლებიც საკმლის მომწელებელ წვენებს გამოყოფენ საკმლის მომწელებელი არხის სანათურში. ასეთ ცხოველებში საკვები მუშავდება საკმლის მომწელებელ არხში, ამიტომ მათ გააჩნიათ საკვების უჯრედგარეთა მონელება.

საკვების უჯრედგარეთა მონელება საკმლის მომწელებელი არხის სამობრლო, სეკრეციული და შეწოვის პროცესების შეთანხმებული ფიზიოლოგიური მოქმედებაა.

საქარეციული პროცესი

საკმლის მომწელებელი ჯირკვლების მიერ გამოყოფილი წვენები შეიცავს წყალს, ორგანულ ნაერთებსა და მარილებს. საკმლის მომწელებელი წვენების მთავარი შემადგენელი ნაწილია ფერმენტები, რომლებიც შლიან ცილებს, ცხიმებსა და ნახშირწყლებს. მათი დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ქიმიური ნაერთები შეიწოვებიან ნაწლავის კედლებში და გადადიან ორგანიზმის შიგნითა გარემოში. საკმლის მომწელებელი წვენების შემცველი წყალი და ლორწო საკვებს ასველებენ და არბილებენ, რის გამოც ხელს უწყობენ მის მექანიკურ დამუშავებასა და საკმლის მომწელებელ არხში გატარებას.

ფერმენტებისათვის დამახასიათებელია: 1. ისინი, როგორც კატალიზატორები, აჩქარებენ ან ანელებენ თავისთავად მიმდინარე ქიმიურ პროცესებს; 2. ქიმიური პროცესების აჩქარება ან შენელება ეხება არა მარტო ნივთიერებათა დაშლას — ანალიზს, არამედ ნივთიერებათა შეერთებას — სინთეზს; 3. სპეციფიკური მოქმედება — ყოველი ფერმენტი მოქმედებს მხოლოდ განსაზღვრული ქიმიური შედგენილობისა და შენების ნივთიერებაზე; 4. გაცხელებისას იშლებიან; 5. მოქმედებენ, როგორც წესი, განსაზღვრული რეაქციის გარემოში: ტუტე, მჟავე, ან ნეიტრალურში.

გარემოს რეაქცია სცვლის ფერმენტების აქტივობას: მაგალითად, პეპსინი ტუტე გარემოში დაკარგულ აქტივობას აღიდგენს მჟავე გარემოში.

საკმლის მომწელებელი ფერმენტები ჰიდროლაზის ჯგუფს ეკუთვნიან, ე. ი. ისინი იერთებენ H^+ და OH^- იონებს და წყალში უხსნად ნივთიერებებს წყალში ხსნად ნივთიერებებად გარდაქმნიან.

ამილოლიტური ფერმენტები, ანუ ამილაზები, შლიან ნახშირწყლებს: პროტეოლიტური ფერმენტები, ანუ პროტეაზები ცილებს, ხოლო ლიპოლიტური ფერმენტები, ანუ ლიპაზები — ლიპიდებსა და ცხიმებს.

საჰმლის მონელების შეგუებითი ევოლუცია

საჰმლის მომნელებელ ორგანოთა აგებულება და ფუნქცია საკვების ხარისხსა და რაოდენობასთანაა შეგუებული. საჰმლის მონელების ევოლუციაში სეკრეციის ორი ტიპი — მორფოკინეტიური და მორფოსტატიური აღინიშნება. სეკრეციის მორფოკინეტიური ტიპის შემთხვევაში უმრავლეს ხერხემლიანებში ერთი და იგივე უჯრედი ასრულებს ფაგოციტოზისა და სეკრეციის ფუნქციას. მაგალითად, რგოლოვან ქიებსა და ზოგიერთ ფეხსახსრიანებში. სეკრეტის გამოყოფის შემდეგ უჯრედები იღუპება და მათნაცვლად ახალი წარმოიქმნება. საჰმლის მომნელებელი ორგანოების შენება მეტად ცვალებადია. ადგილი აქვს მორფოკინეტიური სეკრეციის გადასვლას მორფოსტატიურში, რომლისთვისაც დამახასიათებელია სეკრეტორული უჯრედების შენების შედარებითი მუდმივობა. და სეკრეტის გამოყოფა საჰმლის მომნელებელ ღრუში უშუალოდ ან გამომტანი სადინარის საშუალებით. მორფოსტატიური სეკრეცია ხერხემლიანებისთვისაა დამახასიათებელი.

საჰმლის მომნელებელ ორგანოთა აგებულება და ფუნქცია სხვადასხვა სახის ცხოველებში სხვადასხვაგვარია.

ერთიდაიმავე სახის ცხოველებში საჰმლის მომნელებელი წვენების რაოდენობა და მასში ფერმენტების შემცველობა საკვების რაოდენობასა და შედგენილობაზეა დამოკიდებული.

ერთიდაიმავე სახის ცხოველებში ადგილი აქვს აგრეთვე საჰმლის მომნელებელი ორგანოების აგებულებისა და ფუნქციის ასაკობრივ ცვლილებებს საკვების შედგენილობის ცვალებადობასთან დაკავშირებით.

საჰმლის მომნელებელი ბრატის ფუნქციის შესწავლის მეთოდია

საჰმლის მომნელებელ ფუნქციებს ი. პავლოვამდე ძირითადად მწვავე ცდების საშუალებით სწავლობდნენ; ამ ცდების დროს ცოცხალ ცხოველს კვთავდნენ, რაც არღვევდა ორგანიზმის ნორმალურ მდგომარეობას. საჰმლის მომნელებელი ჭირკვლების სადინარებში ათავსებდნენ კანულებს, აღიზიანებდნენ სხვადასხვა ნერვს, ან სისხლში შეყავდათ რომელიმე ქიმიური ნივთიერება და ასე სწავლობდნენ გამოყოფილი წვენების ბუნებას. ჭირკვლების ფუნქცია და ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმყოფელობა ასეთ ცდებში, ბუნებრივია, ირღვეოდა.

შესასწავლი ორგანოს ფუნქციის გარკვევის მიზნით, ამ ორგანოს ნერვული გზების დეტალური ანალიზისათვის, მწვავე ცდების მეთოდის მნიშვნელობას ი. პავლოვი არ უარყოფდა და კიდევაც მიმართავდა მას პრაქტიკაში. მაგრამ ი. პავლოვი ზღუდავდა მწვავე ცდების გამოყენებას რეფლექსური პროცესების შესწავლის დროს.

ი. პავლოვმა მიზნად დაისახა ნორმალურ პირობებში შეესწავლა ნერვული სისტემის როლი საჭმლის მომენტებში. ამიტომ მან ქრონიკული ცდების ჩატარების მიზნით შეიმუშავა ახალი ქირურგიული ხერხები. ცხოველების საჭმლის მომენტებელ არხზე მან მრავალი ახალი ოპერაცია გააკეთა. ოპერაციის შემდეგ ცხოველები ჯანმრთელნი რჩებიან. ასეთ ცხოველებზე შესაძლებელია ხანგრძლივი დაკვირვება საჭმლის მომენტებელი არხის სხვადასხვა განყოფილების სეკრეციულ და მამოძრავებელ ფუნქციებზე. შეიმუშავეს აგრეთვე საჭმლის მომენტებელი ტრაქტის, ამა თუ იმ ნაწილზე ფისტულის შექმნის მეთოდები, ანუ საჭმლის მომენტებელი ჯირკვლების სადინარების გარეთ გამოტანის ხერხი: სანერწყვე ჯირკვლების (1895) (სურ. 22), კუჭქვეშა ჯირკვლის (1879), ლვიძლის სადინარის (1902).



სურ. 22. ძალი ყბა-ყურა ჯირკვლის ფისტულით.

ამ ოპერაციების საშუალებით შეისწავლება საჭმლის მომენტებელ არხში სხვადასხვა საკვების დამუშავების დროს ნალვლის, კუჭქვეშა ჯირკვლის წვენისა და ნერწყვის გამოყოფის კანონზომიერებანი.

ამ ოპერაციების საშუალებით შეისწავლება საჭმლის მომენტებელ არხში სხვადასხვა საკვების დამუშავების დროს ნალვლის, კუჭქვეშა ჯირკვლის წვენისა და ნერწყვის გამოყოფის კანონზომიერებანი.

კუჭის წვენის სეკრეციის უკეთესად შესწავლის მიზნით ი. პავლოვი კუჭის ფისტულიან ძაღლებს უკვეთავდა კისრის მიდამოში საყლაპვე მილს და მის ორივე ბოლოს კანში აკერებდა (ეზოფაგოტომია). ამ ოპერაციის საშუალებით ი. პავლოვმა ნახა, რომ პირის ღრუში მოხვედრილი საკვები იწვევს კუჭის წვენის გამოყოფას და აღმოაჩინა აგრეთვე კუჭის სეკრეციული ნერვები. ეზოფაგოტომირებული ძაღლები „ვითარსი“ კვების დროს სუფთა ნატურალური კუჭის წვენს გამოჰყოფენ (სურ. 23).

1894 წელს ი. პავლოვმა მოგვაწოდა პატარა კუჭის იზოლაციის ცნობილი ოპერაცია, რომლის დროსაც პატარა კუჭს ნერვები შენარჩუნებული აქვს (ჰაიდენჰაინის მიერ მოწოდებულ იზოლირებულ



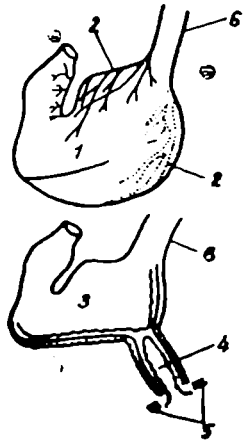
სურ. 23. ეზოფაგოტომირებული და კუჭის ფისტულიანი ძაღლი („ვიტარსი“ კება).

კუჭში ნერვები გადაჭრილია). ამიტომ პავლოვის იზოლირებულ პატარა კუჭიდან გამოყოფილი წვენი სრულიად შეესაბამება დიდი კუჭიდან გამოყოფილ წვენს (სურ. 24). კუჭის ფისტულიდან ადამიანზე დაკვირვებებმა სრულიად დაადასტურეს ძაღლებზე მიღებული მონაცემები.

ი. პავლოვის ლაბორატორიაში შეიმუშავეს სისხლის საერთო მიმოქცევიდან ღვიძლის გამოყოფის ხერხი. ამ მიზნით ღვიძლის კარის ვენას აერთებენ ქვემო ღრუ ვენასთან (ეკის ფისტულა). ამ ხერხით შეისწავლეს ღვიძლის დაცვითი, ბარიერული ფუნქცია, ღვიძლის მიერ კუჭ-ნაწლავის ტრაქტიდან შეწოვილი შხამიანი პროდუქტების გაუწებელყოფის პროცესი.

ი. პავლოვმა მოგვარა საკმლის მომწელებელი არხის მამოძრავებელი ფუნქციის შესწავლის ახალი ხერხები. ამ მიზნით ის საკმლის მომწელებელი არხის მთელ სიგრძეზე აკეთებდა რამდენიმე ფისტულას. ნაწლავი გამოჰქონდა კანქვეშ და საკმლის მომწელებელი არხის ცალკეულ უბანს აცალკევებდა.

შემუშავებულია აგრეთვე ნორმალურ პირობებში, ორგანიზმის დაუზიანებლად, ადამიანის საკმლის



სურ. 24. იზოლირებული კუჭის ოპერაცია (ი. პავლოვის მიხედვით) 1—კუჭის ორივე კედლის გაკვეთის ხაზი, 2—ცთომილი ნერვების ტოტები, 3—დიდი კუჭი, 4—იზოლირებული კუჭი, 5—მუცლის კედელი, 6—საყლაპავი მილი.

მომწელებელი ჭირკვლების

ფუნქციის შესწავლის ხერხები. რენტგენის სხივებით ადამიანისა და ცხოველის გაშუქებით მიღებული მონაცემები და აგრეთვე კლინიკური დაკვირვებანი დაკრილბესა და ავადყოფებზე საკმლის მომნელებელი ფუნქციის შესწავლისათვის მნიშვნელოვან ფაქტებს იძლევიან.

უკანასკნელ ხანებში საკმლის მონელებას სწავლობენ რადიოტელემეტრული მეთოდიკით. ადამიანს გადააყლაპებენ მინიატურულ რადიოგადამცემს — რადიოპილულას, რომლის დიამეტრი 8 მმ-ია, ხოლო სიგრძე 15—20 მმ. რადიოპილულა თავისუფლად გაივლის საკმლის მომნელებელ არხსა და მილის მთელ სიგრძეზე იძლევა მუდმივ ინფორმაციას მკავიანობის ან ტუტია-ნობის ხარისხის, წნევისა და ტემპერატურის შესახებ.

საკმლის მონელება პირის ღრუში

პირის ღრუში მოხვედრილი საკვები აღიზიანებს რეცეპტორებს. ამის შედეგად რეფლექსურად აიგზნება ნერწყვის, კუჭისა და პანკრეასის სეკრეციული მოქმედება, ხორციელდება ღეჭვისა და ყლაპვის მამოძრავებელი აქტები. პირის ღრუს რეცეპტორებს არჩევითი მოქმედება აქვთ. ამიტომ კვებისათვის უვარგისი, ან მავნე ნივთიერებანი პირის ღრუდან რეფლექსური მოძრაობებით უკან გამოიღვენება. ადამიანის პირის ღრუში საკვების 15—18 სეკუნდის განმავლობაში ქიმიურსა და მექანიკურ დამუშავებას არსებითი მნიშვნელობა აქვს მისი შემდგომი მონელებისათვის.

სანერწყვე ჭირკვლები

პირის ღრუში იხსნება წვრილი (ენის, ხახის, ლოყებისა და ტუჩების, ლორწოვანი გარსის, სანერწყვე ჭირკვლების) და მსხვილი (ყბაყურა, ყბისქვეშა და ენისქვეშა) სანერწყვე ჭირკვლების სადინარები.

სანერწყვე ჭირკვლები მონაწილეობენ არა მარტო საკვების მონელებაში, არამედ ორგანიზმიდან ნივთიერებათა ცვლის ნარჩენი პროდუქტების გამოყოფაშიც (გამოყოფის ფუნქცია). ისინი გამოყოფენ აგრეთვე ლანგერჰანის კუნძულების ჰორმონის მსგავს ნივთიერებას, რომელიც ნახშირწყლების ცვლაზე მოქმედებს. ზოგიერთ ცხოველში მაგალითად ძაღლებში სანერწყვე ჭირკვლები სითბოს რეგულაციის ფუნქციასაც ასრულებენ. სანერწყვე ჭირკვლების მოქმედება განსხვავებულია ცხოველსა და ადამიანში. სხვადასხვა საკვები ნივთიერება სანერწყვე ჭირკვლების განსხვავებულ სეკრეციას იძლევა. თივით ან ჩალით კვებისას ცხენის სანერწყვე ჭირკვლების

მიერ გამოყოფილი ნერწყვის რაოდენობა 4—5-ჯერ აღემატება მიღებული საკვების წონას, შვრიათ ან სიმინდით კვებისას 2-ჯერ, ხოლო ბალახით კვებისას ნერწყვის რაოდენობა შექმნილი ბალახის წონის ტოლად ან 2-ჯერ მცირეც კი. ძირითადად ცხენებში ნერწყვი ასრულებს უხეში საკვების დასველების როლს. მათ ნერწყვი გამოეყოფათ მხოლოდ კვების დროს და უპირატესად იმ მხარეზე, რომელ მხარეზეც ღეჭავენ საკვებს. მათი ნერწყვის დღე-ღამის რაოდენობა დაახლოებით 40 ლიტრს უდრის.

ქათოთი და ჭარხლით კვებისას მცოხნაეების, მაგალითად ძროხის ყბაყურა სანერწყვე ჭირკვალი 2-ჯერ უფრო მეტ ნერწყვს გამოყოფს, ვიდრე ყბისქვეშა სანერწყვე ჭირკვალი.

მცოხნაეების ნერწყვი ძალიან მაღალი ტუტიანობით გამოირჩევა. მისი დანიშნულებაა საკვების დასველება და, რაც მთავარია, განეიტრალება იმ მჟავებისა, რომლებიც წარმოიქმნება კუჭში საკვების დუღილის გამო. რაც უფრო უხეშია საკვები, მით უფრო მეტია ნერწყვის ტუტიანობა. მცოხნელების ყბაყურა სანერწყვე ჭირკვლები კვების გარეშეც განუწყვეტლივ გამოყოფენ ნერწყვს, ხოლო კვების დროს მისი გამოყოფა ძლიერდება. ყბისქვეშა და ენისქვეშა სანერწყვე ჭირკვლები ნერწყვს გამოყოფენ მხოლოდ კვების დროს. ძროხის ნერწყვის დღე-ღამის რაოდენობა დაახლოებით 60 ლიტრია.

ლორებსაც უხეშ და მშრალ საკვებზე უფრო მეტი ნერწყვი გამოეყოფათ, ვიდრე წვნიან საკვებზე, ნერწყვის დღე-ღამის რაოდენობა დაახლოებით 15 ლიტრია.

ვარაუდობენ, რომ ადამიანის ყბაყურა, ყბისქვეშა და ენისქვეშა სანერწყვე ჭირკვლები განუწყვეტლივ მოქმედებენ. თანამოსახელე სანერწყვე ჭირკვლები თანაბარი რაოდენობის ნერწყვს გამოყოფენ. ერთი და იგივე პირი დღე-ღამის სხვადასხვა მონაკვეთში ნერწყვის სხვადასხვა რაოდენობას გამოყოფს. ყველაზე მეტი და ბლანტი ნერწყვი გამოიყოფა დღისით. ღამით ნერწყვის სეკრეციის ოდენობა უფრო ძლიერ მერყეობს. საკვების მიღება აძლიერებს ნერწყვის სეკრეციას, ხოლო შიმშილი მას აქვეითებს.

საკვების კონსისტენციას ნერწყვის გამოყოფისათვის ადამიანში ისეთი მნიშვნელობა არა აქვს, როგორც ცხოველებში. სველი და მშრალი საკვები ადამიანში ნერწყვის გამოყოფის უმნიშვნელო სხვაობას იძლევა.

ადამიანის ნერწყვის სეკრეციას ძლიერ ააგზნებენ მჟავები. რძე ნერწყვის სეკრეციის უფრო ძლიერი ამგზნებია ძალღებში, ვიდრე ადამიანში. ახალშობილებში ნერწყვის რბესთან შერევისას წარმოიქმნება შენადელი, რომელიც ადვილად მოინელება კუჭის წვენის მიერ.

ადამიანის სანერწყვე ჭირკვლების სეკრეციის ძლიერი ამგზნებია წყალი. წყალი არა მარტო აძლიერებს ნერწყვის სეკრეციას, არამედ მკვეთრად აღიღებს ყბისქვეშა და ენისქვეშა ჭირკვლების მიერ გამოყოფილი ნერწყვის სიბლანტეს. უწყლოდ ადამიანის ნერწყვის რეფლექსური გამოყოფა მცირდება. წყლის გათბობა ან გაციება აღიღებს ნერწყვის გამოყოფას. ცივი წყალი და ყინული უფრო აძლიერებენ ნერწყვის გამოყოფას, ვიდრე თბილი წყალი. ღეჭვის დროს ძლიერდება ნერწყვის გამოყოფა. რაც უფრო მეტად ქუცმაცდება საკვები, მით უფრო ენერგიულად გამოიყოფა ნერწყვი.

ნერწყვი გამოიყოფა უფრო მეტი იმ მხარეზე, რომელ მხარეზეც იღეჭება საკვები. კუნთური მუშაობის დროს ნერწყვის განუწყვეტელი სეკრეცია მცირდება, ხოლო ნერწყვის სიბლანტე მატულობს.

დაძაბული გონებრავი შრომაც იწვევს ნერწყვის გამოყოფის შემცირებას.

ადამიანის ნერწყვის დღე-ღამის რაოდენობა დაახლოებით 1,5 ლიტრია. ნერწყვის ძალიან მცირე რაოდენობა იკარგება მისი პირის ღრუს ლორწოვანი გარსიდან აორთქლებითა და გადაფურთხებით. დანარჩენი დიდი ნაწილი კუჭში შეეუმჩნეველად გადადის.

ადამიანის ნერწყვის რეაქცია და მისი შედგენილობა

ნერწყვი უსუნო, უგემო, უფერო, სუსტი ტუტე რეაქციის ბლანტი სითხეა. ერთი და იგივე ადამიანის ნერწყვის ტუტეობა დღის განმავლობაში მერყეობს (pH 7.25—7.54).

ნერწყვის რეაქცია და მისი შედგენილობა ცხოველებსა და ადამიანში განსხვავებულია.

ადამიანის ნერწყვის ხვედრითი წონა მერყეობს 1,002-დან 1,017-მდე.

ნერწყვის 98,5—99,5% წყალია, დანარჩენი 0,5—1,5% მშრალი ნივთიერებია. მშრალი ნივთიერებებში 2/3 ორგანული ნივთიერებია და დაახლოებით 1/3 კი მინერალური ნივთიერებია.

ნერწყვის არორგანული ნივთიერებია: ქლორიდები, ფოსფატები, ძალიან მცირე რაოდენობით სულფატები, ნატრიუმის, კალიუმისა და კალციუმის ბუარბონატები, აზოტმზავა ნივთიერებები, ამონიაკი, ხოლო ადამიანის ნერწყვში დამატებით სულფატოციანის მჟავის ნივთიერებები — როდანიდები. ნერწყვის ორგანული ნივთიერებია — მენცინი, გლობულინი და აგრეთვე ამინომჟავები, კრეატინინი, შარლის მჟავა და შარდოვანა.

ნერწყვი შეიცავს მიკრობებს დაშლულ ფერმენტისმავარ ნეთიერებას — ლიზოციმს, უმნიშვნელო რაოდენობით პროტეოლიტურსა და ლიპოლიტურ ფერმენტებს. ოქსილაზებსა და პეროქსილაზებს. ნერწყვი შეიცავს აგრეთვე მნიშვნელოვანი რაოდენობის გაზებს: O_2 , N და განსაკუთრებით CO_2 .

ნერწყვი ასევეებს პირის ღრუში მოხვედრილ მშრალ ნეთიერებებს, ხსნის ხსნად ნაერთებს და მოლიპლს ზღის საკმლის გუნდას. რის გამოც ადვილდება ყლაპვა. ნერწყვი ანეიტრალებს მკვნე სითხეებს და ამცირებს მათ კონცენტრაციას და აგრეთვე პირის ღრუს ლორწოვან გარსს დამაზიანებელ ნეთიერებებს აცილებს.

ადამიანის ნერწყვი შეიცავს ამილოლიტურ ფერმენტ პტიალინს, რომელიც სახამებელს დეჰსტრინებად გარდაქმნის, ამ უკანასკნელს კი — დისახარიდ მალტიოზად: ხოლო ნერწყვის მეორე ფერმენტის — მალტაზის გავლენით მალტიოზა იშლება გლუკოზად. პტიალინი და მალტაზა მოქმედებენ ტუტე. ნეიტრალურ და სუსტ მკვნე არეში. კვლის მკვნე წვენი აკავებს ნერწყვის ფერმენტების მოქმედებას, მაგრამ ვერ შლის მათ: 20 წლის ასაკიდან ადამიანის ნერწყვიში პტიალინის შემცველობა მცირდება.

სასხლადან ნერწყვის წარმოქმნის დროს სსხლს ტუტეები გადადიან ნერწყვიში და სსხლს აქტიური რეაქციის მდგომარობა უნარჩენებს. ნერწყვის ტუტეები ამცირებენ აგრეთვე კვლის წვენის ტარბ მკვნიანობას.

ნორწყვის გაშლარობის რანგობა

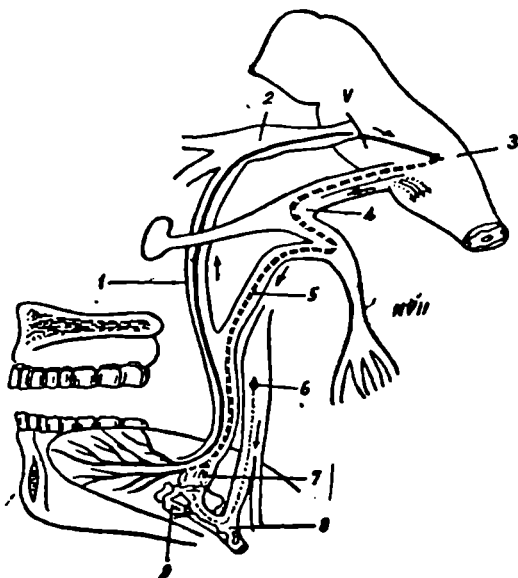
სავეები ან სავეებად უნარგობის ნეთიერებებთან პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის გავლიანება რეგულენ-ურად აკვრებს სანერწყვივე ჭარბელებს მოქმედებას. აკეთ მოქმედებას ნერწყვის სერბეციის უპირობა, თანმიმარე რეგულენსა ეკრდება.

პირის ღრუს რეცეპტორებთან ცენტრალურ ნერველ სისტემას აფერმენტული ნერველი იმპულსები ენისა (სანერწყვა ნერვის ტოტია) და ენისას ნერველებს მოტეობითა ვადაცენა. ნოლო ხანა პირის რეცეპტორებთან — კლინულ ნერვის ტოტის ტოტის ზედა ნერვის მოტეობით. ნერწყვის რეგულენ-ური გამოყვდა ზეება აგრეთვე პირის ღრუს ვარგულ რეცეპტორებს გავლიანებს დროსაც.

ნოველი სანერწყვივე ჭარბეული რეცეპტულ ნეთიერ იმპულსებს უმბელობს სსხლარეული და პირის-მითარეული ნერვისის მოტეობით.

ენისტევი და ენისტევი სანერწყვივე ჭარბელებთან გამოყვდა პირის-მითარეული ნერველი მოტეობით ვადაცენ დაჯის სსს (თა-

ვის ტვინის მე-7 წყვილი ნერვი—სახის ნერვის ტოტია). დაფის სიმაღლეში, გარდა სეკრეციული და ამ ჯირკვლებსა და ენის სისხლძარღვთა გამაფართოებელი ეფერენტული ბოქვებისა, სანერწყვე ჯირკვლებიდან და გემოვნების რეცეპტორებიდან აფერენტული ბოქვებიც გაივლიან (სურ. 25).



სურ. 25. ყბისქვეშა სანერწყვე ჯირკვლის რეფლექსური აგზნების გზათა სქემა. 1 — ენის ნერვი; 2 — გასერის კვანძი, რომელიც შეიცავს მგრძობიარე ნერვულ უჯრედებს; 3 — ნერწყვის გამოყოფის ცენტრი; 4 — სახის ნერვის ბოქვები; 5 — დაფის სიმაღლე; 6 — კისრის ზედა სიმპათიკური კვანძი; 7 — ყბისქვეშა ნერვი; 8 — სანერწყვე ჯირკვლის არტერია მასთან ერთად შემავალი სიმპათიკური ბოქვებით; 9 — ყბისქვეშა ჯირკვალი; V — სამწვერა ნერვი; VII — სახის ნერვი.

სანერწყვე ჯირკვლებიდან სიმპათიკური იმპულსები მიდის კისრის სიმპათიკური ნერვის სეკრეციული და სისხლძარღვთა შემავიწროებელი ეფერენტული ბოქვებით. კისრის სიმპათიკურ ნერვს ქმნის ზურგის ტვინის გულმკერდის II—VI სეგმენტიდან გამოსული ბოქვები, რომლებიც კისრის ზემო სიმპათიკურ კვანძში წყდებიან.

დაფ-ს სიმის გალიზიანებისას სანერწყვე ჩირკვლების სისხლით მომარაგება 4—5-ჯერ მატულობს, ხოლო სიმპათიკური ნერვის გალიზიანებისას 3—4-ჯერ კლებულობს.

დაფის სიმის გალიზიანების შედეგად უხვად გამოყოფილი ნერწყვი შეიცავს მარილების დიდ რაოდენობას და ორგანული ნივთიერებების შედარებით მცირე რაოდენობას. ხოლო სიმპათიკური ნერვის გალიზიანების შედეგად გამოიყოფა მცირე რაოდენობის ნერწყვი, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს ორგანულ ნივთიერებებს და მცირე რაოდენობით მარილებს.

1893 წელს ნ. ვედენსკიმ შენიშნა, რომ სანერწყვე ჩირკვლების პარასიმპათიკური ნერვების დიდი სიხშირითა და დიდი ძალით გალიზიანება ნერწყვის გამოყოფის შემცირებას იწვევს (პესნიმუმი).

დადასტურებულია, რომ რომელიმე სანერწყვე ჩირკვლის პარასიმპათიკური ნერვის გალიზიანების შედეგად წარმოქმნილი აცეტილქოლინი თუ სისხლში მოხვდა, იგი ააგზნება იმავე და სხვა სანერწყვე ჩირკვლების სეკრეციას ნერვულ-ჰუმორალური გზით.

ნერწყვის სეკრეციის ქერქქვეშა ცენტრები მდებარეობენ მოგროძო ტვინში, თავის ტვინის ნერწყვის სეკრეციული ნერვების ბირთვებში.

ნერწყვის გამოყოფის ცენტრები მოგროძო ტვინში აიგზნებიან როგორც ნერვების გზით მოსული იმპულსებით, ისე სისხლის შედგენილობის ცვლილებით. მაგალითად, სისხლში ნახშირბაქვას სიჭარბე ააგზნებს ნერწყვის გამოყოფის ცენტრებს და ნერწყვის სეკრეციის გაძლიერებას იწვევს. პარასიმპათიკური სეკრეციული ნერვების გადაკვეთის შემდეგ ნერწყვის გამოყოფა მკვეთრად მცირდება.

მაძლარი და მშრალი ცხოველის სისხლას შედგენილობა ცვლის სანერწყვე ჩირკვლების ცენტრის აგზნებადობას: მაძლარი ცხოველის ნერწყვის გამოყოფის ცენტრის აგზნებადობა ქვეითდება, ხოლო შიმშილის დროს სანერწყვე ცენტრის აგზნებადობა მატულობს.

ნერწყვის გამოყოფის უმაღლესი ცენტრი მდებარეობს თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის წინა განყოფილებაში (ვ. ბეხტერევი და ნ. მისლავსკი, 1888). ამ ცენტრის ამოკვეთა ამცირებს ნერწყვის პირობით რეფლექსურ გამოყოფას.

პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის ქიმიური, თერმული, მექანიკური გალიზიანება რეფლექსურად ააგზნებს სანერწყვე ჩირკვლების მოქმედებას.

ქიმიური გამლიზიანებლები ყველაზე ძლიერ ენის ძირზე მოქ-

მედებენ, სუსტად მოქმედებენ ენის მწვერვალზე, ხოლო უფრო სუსტად — ენის ქვედა ზედაპირზე. მწარე და მლაშე საკვები ნივთიერებანი ნერწყვის სეკრეციას იწვევენ უმეტეს შემთხვევაში მხოლოდ ენის ძირის რეცეპტორების აგზნებით.

აღამიანზე ჩატარებული ექსპერიმენტები ადასტურებენ, რომ პირის ღრუს ზოგიერთი რეცეპტორი ემსახურება გემოვნების შეგრძნებას, ზოგიერთი კი — ნერწყვის სეკრეციას.

აღამიანის გემოვნების რეცეპტორების კოჰაინით დადამბლავების შემდეგაც საკვები ნივთიერებებით გაღიზიანება ნერწყვის რეფლექსურ გამოყოფას იწვევს.

საჭმლის მონელების პროცესში ნერწყვის სეკრეცია რეგულირდება კუჭიდან და ნაწლავებიდან.

დამტკიცებულია, რომ თვით სანერწყვე ჭირკვლებიდან უმალეს ნერვულ ცენტრებში იმპულსები აფერენტული ნერვული გზებით მიდიან. ამ იმპულსებს ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ. მათი საპასუხო იმპულსები სანერწყვე ჭირკვლებს ეფერენტული ნერვული გზებით აღწევენ და რეფლექსურად არეგულირებენ სანერწყვე ჭირკვლების მოქმედებას. ეს ჭირკვლის საკუთარი რეფლექსია.

საკვები ნივთიერებებით პირის ღრუს მექანიკური, თერმული და ქიმიური გაღიზიანებისას ნერწყვის რეფლექსური გამოყოფა თანშობილი, უპირობო რეფლექსია.

საკვების სუნი, დანახვა და აგრეთვე მასთან დაკავშირებულ ბგერები ნერწყვის რეფლექსურ გამოყოფას იწვევენ მხოლოდ მას შემდეგ, როცა მოცემული საკვები პირის ღრუში რამდენიმეჯერ მოხვდება.

საჭმლის მონელება კუჭში

პირის ღრუდან კუჭში მოხვედრილი საკვები განიცდის შემდგომ ქიმიურსა და მექანიკურ დამუშავებას.

10—12 წლის ბავშვის კუჭის მოცულობა აღწევს 1.5 ლიტრს, მოზრდილის — 3 ლიტრს. აღამიანებს, რომლებიც სითხეებს დიდი რაოდენობით ღებულობენ, კუჭის მოცულობა უფრო მეტი აქვთ და შესაძლებელია ცალკეულ შემთხვევებში 5—10 ლიტრს მიაღწიოს. ცხენების კუჭის მოცულობა 6—15 ლიტრია, მცოხნელებს დაახლოებით 100 ლიტრი.

აღამიანის კუჭის ფუნდამენტური და პილორული ნაწილი არსებითად განსხვავდებიან აგებულებითა და ფუნქციით.

საჭმლის მონელების მხოლოდ გარკვეულ პერიოდში კუჭის

ფუნდალური ღრუ გამოყოფილია პილორული ღრუსაგან პრეპილორული სფინქტერით. კუჭის სეკრეციულ ჭირკვლებში არჩევენ მთავარს, დამატებითსა და მფარავ უჯრედებს. მთავარი უჯრედები გამოყოფენ ფერმენტებს, დამატებითი უჯრედები — ლორწოს, ხოლო მფარავი უჯრედები — მარილმჟავას.

კუჭის ფუნდალური ნაწილის ჭირკვლების მიერ გამოყოფილი წვენი მჟავე რეაქციისა, პილორულის — ტუტე, რადგან პილორული ნაწილის ჭირკვლები მფარავ უჯრედებს არ შეიცავენ.

კუჭის პილორული ნაწილის კუნთოვანი გარსი ძლიერ არის განვითარებული, ვიდრე ფუნდალურის. ფუნდალურ ნაწილთან შედარებით, მონელებულა საკვების შეწოვა კუჭის პილორულ ნაწილში უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს.

კუჭის წვენის შედგენილობა. კუჭის ფუნდალური ნაწილის წვენი შეიცავს 99—99.5% წყალს, მკვრივ ნივთიერებებს — 0,3—0,4%-ს, მარილმჟავას 0,4—0,5%-ს, სუფთა კუჭის წვენი უფერო, გამკვირვალე, მჟავე რეაქციის სითხეა, ადამიანის კუჭის წვენის pH მერყეობს 1,0—2,5-მდე. კუჭის წვენის მჟავიანობა ააქტიურებს კუჭის წვენის არააქტიურ ფერმენტებს და ხელს უწყობს ცილების გაფუხებას, გაფუხებულ ცილებზე კი ადვილად მოქმედებს მათი დამშლელი ფერმენტები. ადამიანის კუჭი დღე-ღამეში გამოყოფს 1,5—2 ლიტრ წვენს; ცხენის — 30 ლიტრს. ცილებით მდიდარი საკვების მიღებისას გამოყოფილი კუჭის წვენის რაოდენობა მატულობს, ხოლო ნახშირწყლებით კვებისას კლებულობს.

კუჭის წვენი შეიცავს შემდეგ ფერმენტებს:

1. პეპსინი — პროტეოლიტური ფერმენტი, შლის ცილებს ალბუმოზებამდე და პეპტონებამდე, სწრაფად ინელებს ხორცის ცილებსა და მნიშვნელოვნად ნელა კვერცხის ცილას. პეპსინი კუჭის ჭირკვლების მიერ გამოიყოფა უაქტივო პეპსინოგენის სახით. ის მარილმჟავას გავლენით აქტიურ ფერმენტ-პეპსინად გარდაიქმნება.

2. ქიმოზინი, ანუ ღვრიტ ფერმენტი, დიდი რაოდენობით გამოიყოფა ძუძუს წოვების პერიოდში, განსაკუთრებით ხბობის კუჭის წვენში. იგი იწვევს რძის შეხაჭოვებას, ე. ი. რძეში შემავალი წყალში ხსნადი ცილის — კაზეინოგენის უხსნად ცილად — კაზეინად გარდაქმნას, რაც კალციუმის მონაწილეობით ხდება. იგი მოქმედებს ნეიტრალურ, სუსტმჟავა და ტუტე არეში.

ი. პავლოვის მიხედვით ფერმენტი ქიმოზინი და პეპსინი ერთი-დაიგივე ფერმენტი, რომელსაც ორგვარი მოქმედება გააჩნია.

3. ლიპაზა — მოქმედებს მხოლოდ ემულსირებულ ცხიმებზე, ამდენად მოზრდილებში კუჭის ლიპაზას საკმლის მონელებისათვის

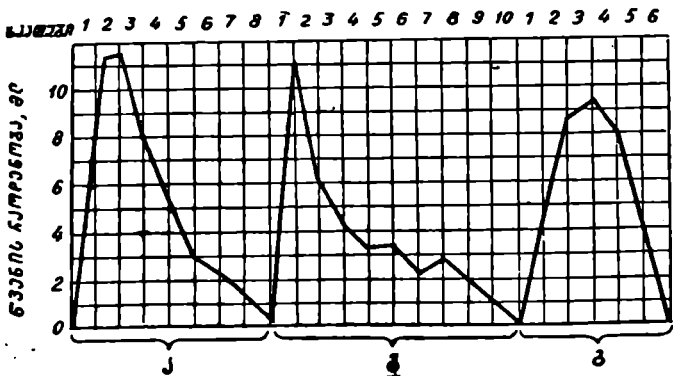
მცირე მნიშვნელობა აქვს. ძუძუთა ბავშვების კუჭში ლიპაზა კი შლის 25%-მდე რძის ცხიმს, რადგან ქალის რბეც შეიცავს ლიპაზას (პროხის რძის ლიპაზას შემცველობა უმნიშვნელოა), რომელიც აქტივდება ბავშვის კუჭის წვენში შემავალი სპეციფიკური აქტივატორის — ლიპოკინაზის საშუალებით.

კუჭის პილორული ნაწილის წვენს ტუტე რეაქცია აქვს (pH-8), იგი შეიცავს ტუტე არეში მოქმედ მცირე რაოდენობის ფერმენტებს. კუჭის ფუნდალურ წვენთან შედარებით, მისი მომწებელი ძალა 4-ჯერ უფრო მცირეა. პილორული წვენის პეპსინი ინელებს შემავრთებელ ქსოვილში შემავალ ცილებს.

კუჭის სეკრეციული ჭირკვლები, გარდა კუჭის წვენისა, გამოყოფენ აგრეთვე ლორწოს, რომელიც კუჭის ლორწოვან გარსს იცავს მექანიკური და ქიმიური დაზიანებისაგან. ლორწოს ზედაპირზე გროვდებიან ფერმენტები, რაც ხელს უწყობს საკმლის მონელებას.

ნორმალურ ფიზიოლოგიურ პირობებში კუჭის ლორწოვანი გარსი არ მოინელება მასში ანტიფერმენტების არსებობის გამო. უნდა ვიგულისხმობთ, რომ ფერმენტებს არ შეუძლიათ დაშლონ ცოცხალი უჯრედების ცილა, ისინი მოქმედებენ მხოლოდ დენატურირებულ ცილაზე.

20 წლის ასაკიდან კუჭის წვენის, ფერმენტებისა და მარილმეყავას რაოდენობა კლებულობს.



სურ. 26. ძალის კუჭის წვენის სეკრეცია საათების მიხედვით, ხორციით (ა), პურიით (ბ) და რძით (გ) კვების დროს

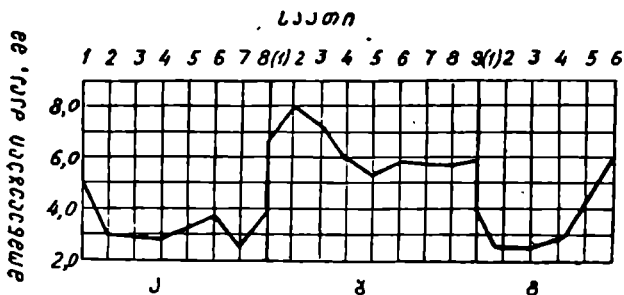
როგორც აღმინანს, ისე ძალს კვებითი გამლიზიანებლების გარეშე კუჭის წვენი არ გამოეყოფათ. კუჭის ლორწოვანი გარსი დაფარულია ტუტე რეაქციის ლორწოთი.

ი. პავლოვის ლაბორატორიაში იზოლირებული კუჭის მქონე ძაღლებზე დაადგინეს, რომ სხვადასხვა სახის საკვები კუჭის წვენის განსხვავებულ სეკრეციას იწვევს წვენის რაოდენობის, მომნელებელი ძალისა და მჟავობის მიხედვით (სურ. 26).

ძაღლებს კუჭის წვენი გამოეყოფათ ხორცის მიცემიდან 8 წუთის შემდეგ, ხოლო პურის მიცემიდან 6 წუთის შემდეგ. ყველაზე დიდი რაოდენობით კუჭის წვენი გამოიყოფა ხორცზე, შემდეგ პურზე და ყველაზე მცირე რაოდენობით რძეზე.

საქმლის მონელების პერიოდში გამოყოფილი წვენის რაოდენობა მიღებული საკვების რაოდენობის პირდაპირპროპორციულია.

მკვრივი ნივთიერებების ყველაზე დიდ რაოდენობას შეიცავს პურზე გამოყოფილი კუჭის წვენი, ყველაზე მცირე კი — რძეზე, მათ შორის საშუალო ადგილი უკავია ხორცზე გამოყოფილ კუჭის წვენს. წვენის მომნელებელი ძალა მით მეტია, რაც უფრო მეტია მასში მკვრივი ნივთიერება. ამიტომ პურით კვების დროს გამოყოფილ კუჭის წვენს ყველაზე დიდი მომნელებელი ძალა აქვს (სურ. 27).



სურ. 27. კუჭის წვენის მომნელებელი ძალა საათების მიხედვით ხორციით (ა), პურითა (ბ) და რძით (გ) კვებისას (ი. პავლოვი).

ხორციითა და პურით კვების დროს ყველაზე დიდი რაოდენობისა და მაღალი მომნელებელი ძალის კუჭის წვენი გამოიყოფა პირველ საათს, ხოლო რძით კვების დროს — მეორე, მესამე საათს.

ცხიმით კვების დროს შეიმჩნევა ორი, საწინააღმდეგო ფაზა.

პირველ ფაზაში ცხიმის მიღებიდან 2—4 საათის განმავლობაში კუჭის წვენის სეკრეცია მცირდება ან სრულიად წყდება. მეორე ფაზაში გამოყოფილ წვენს აქვს დაბალი მომწელებელი ძალა.

ცხენებს ყველაზე დიდი რაოდენობის წვენი გამოეყოფათ კომბოსტოთი კვების დროს, შედარებით მცირე — თევით კვების დროს და ძალიან მცირე რაოდენობით ქათოთი კვების დროს. ღორებს დიდი რაოდენობით კუჭის წვენი გამოეყოფათ დასილოსებულ საკვებზე.

კუჭის ჯირკვლავის ინერვაცია

კუჭის წვენი რეფლექსურად გამოიყოფა ვითარსი კვების დროს პირის ღრუსა და ხახის რეცეპტორების საკვებით გაღიზიანების გამო. ეს რეფლექსი შენარჩუნებულია დიდი ტვინის ჰემისფეროების ქერქის მოცილების შემდეგაც. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ იგი უპირობო, თანშობილი რეფლექსია.

კუჭის წვენი გამოიყოფა აგრეთვე მაშინ, როცა ძალღს ვალიზიანებდით საკვების შეხედვით და სუნით. ამ შემთხვევაში ჩვენ საქმე გვაქვს პირობით რეფლექსთან. თავის ტვინის ქერქის ამოკვეთის შემთხვევაში ასეთი გაღიზიანების შედეგად კუჭის წვენი აღარ გამოიყოფა.

კუჭის ჯირკვლებთან ეფერენტული იმპულსები მიდიან ცთომილი ნერვების საშუალებით (ი. პავლოვი და შუმოვა-სიმანოვსკაია 1890). ცთომილი ნერვების გადაკვეთის შემდეგ არც ვითარსი კვება და არც საკვების შეხედვა და სუნი კუჭის წვენის სეკრეციას აღარ იწვევს. ცთომილ ნერვებში კუჭის წვენის სეკრეციის ამგზნები ბოქკოების გარდა გაივლის კუჭის წვენის სეკრეციის შემაკვებელი ბოქკოებიც.

კუჭის წვენის სეკრეციის შემაკვებელი ბოქკოები გვხვდება აგრეთვე შიგნეულობის ნერვებში, რომლებშიც გარკვეულ პირობებში შეიძლება სეკრეციის ამგზნები ბოქკოებიც აღმოვაჩინოთ.

ცთომილი ნერვების ამგზნები ემოციები კუჭის წვენის სეკრეციას აძლიერებენ, ხოლო სიმპათიკური ნერვების ამგზნები ემოციები — აკავებენ.

ძალებზე და ადამიანებზე ჩატარებული ცდებითა და გამოკვლევებით ჰაიდენჰაინმა, ა. აივიმ, ს. ჩეჩულიანმა და ი. კურცინმა დაამტკიცეს კუჭის ჯირკვლებზე მექანიკური გაღიზიანების გავლენა. რეზინის ბალონით კუჭის ლორწოვანი გარსის მექანიკური გაღიზიანება იწვევს კუჭის მუავე წვენის სეკრეციას. ეს რეფლექსური სეკ-

რეციაა, რადგან ცთომილი ნერვების გადაკვეთის შემდეგ იგი წყდება.

კუჭის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორების მექანიკური და ქიმიური გაღიზიანება იწვევს აგრეთვე ლორწოს რეფლექსურ გამოყოფას. ლორწოს რეფლექსურ გამოყოფაში მონაწილეობს კუჭის კედლის ნერვული წნულები და აგრეთვე ცენტრალური ნერვული სისტემა. ქვიშით ვითარს კვება და ცთომილი ნერვების პერიფერიული ბოლოების გაღიზიანება იწვევს ლორწოს გამოყოფას. ამრიგად, ლორწოვან ჭირკვლებს თავისი საინერვაციო აპარატი გააჩნიათ.

კუჭის წვენის სეკრეციის ფაზები

მიღებულია კუჭის წვენის სეკრეციის მთელი პერიოდის ორ ფაზად დაყოფა.

პირველი — რთულ რეფლექსური ფაზა. კვების დროს კუჭის წვენი გამოიყოფა რეფლექსურად.

მეორე — ნერვულ-ჰუმორული, ანუ ნერვულ-ქიმიური ფაზა. საკვების დაშლის პროდუქტები გადადიან სისხლში და ააგზნებენ კუჭის რეცეპტორებს ან უშუალოდ ნერვულ სისტემას. მაშასადამე, ამ ფაზაში კუჭის წვენი გამოიყოფა ქიმიური ნივთიერებების ზემოქმედებით.

ი. პავლოვი მეორე ფაზას ყოფს ორ ნაწილად: პილორულ და ნაწლავის ფაზად.

კუჭის პილორულ ნაწილში წარმოქმნილი ნივთიერებანი სისხლში გადასვლის შემდეგ ააგზნებენ კუჭის სეკრეციულ ჭირკვლებს და ამ გავლენით გამოყოფილი წვენი შეადგენს კუჭის წვენის სეკრეციის პილორულ ფაზას.

ნაწლავებში მონელებული საკვების ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერება სისხლში გადასვლის შემდეგ ასევე ააგზნებს კუჭის ჭირკვლებს და იწვევს კუჭის წვენის გამოყოფას. კუჭის წვენის სეკრეციის ამ ფაზას კი ნაწლავის ფაზას უწოდებენ.

პირველ ფაზაში კუჭის წვენი გამოიყოფა მხედველობის, სმენის, ყნოსვის, გემოვნების ორგანოებისა და აგრეთვე პირის ღრუს, ხახისა და კუჭის ფუნდალური ნაწილის რეცეპტორების საკვებით გაღიზიანების გამო. მაშასადამე, პირველი ფაზა პირობითი და უპირობო რეფლექსებისაგან შედგება. ამიტომ უწოდა მას ი. პავლოვმა რთულრეფლექსური ფაზა.

პირველ ფაზაში კუჭის წვენის გამოყოფა იწყება საკვებით გა-
9. დ. გაბუნია, თ. ნაშორაძე

ლიზიანების ან საკვების მიცემიდან 6—8 წუთის შემდეგ. გაბრაზება, შიში, ტკივილი, საკვების უსიამოვნო შეხედულება, მისი ცუდი სუნი აკავებს კუჭის წვენის გამოყოფის პირველ ფაზას.

პირველ რეფლექსურ ფაზაში გამოყოფილი კუჭის წვენი ძვირფასია, რადგან იგი მდიდარია ფერმენტებით. ი. პავლოვმა ამ წვენს უწოდა „სამადლო“ წვენი. „სამადლო“ წვენის გამოყოფა აღძრავს ჭამის დიდ სურვილს, მადას და ამით ქმნის პირობებს ნაწლავებში საკვების შემდგომი ნორმალური მონელებისათვის. საქმლის მონელების პროცესის დარღვევა და მადის დაკარგვა დაკავშირებულია „სამადლო“ წვენის გამოყოფის შეკავებასთან.

საქმლის კარგად მომზადება, სუფრის ლამაზად გაწყობა და აგრეთვე ჭამის დროს უარყოფითი ემოციების გამორიცხვა ხელს უწყობს კუჭის წვენის სეკრეციის პირველი ფაზის ნორმალურ მსვლელობას.

კუჭის მცირე სიმრუდის ჭირკვლების რეფლექსური სეკრეცია დიდი სიმრუდის ჭირკვლებთან შედარებით ადრე იწყება და ადრე წყდება. მცირე სიმრუდის ჭირკვლების წვენი უფრო მდიდარია ფერმენტებით.

მეორე ფაზაში კუჭის შიგთავსის შემადგენელი ნაწილები სისხლის გზით ქიმიურად აღიზიანებს კუჭის ჭირკვლებს. მაგრამ კუჭის წვენის სეკრეციის მეორე ფაზა მარტო ჰუმორული ხასიათისა არაა, ვინაიდან სისხლის გზით ჭირკვლებთან მოსული საკვები ნივთიერებანი კუჭის წვენის სეკრეციას ააგზნებს არა სეკრეციულ უჯრედებზე უშუალო მოქმედებით, არამედ პერიფერიული ნერვული ელემენტების აგზნებით. ამიტომ ამ ფაზას ნერვულ-ჰუმორულს უწოდებენ. კუჭის წვენის სეკრეციის მეორე ფაზაში კუჭის პილორული ნაწილის შიგთავსი რეფლექსურად ააგზნებს კუჭის ფუნდური ნაწილის სეკრეციულ ჭირკვლებს.

ცენტრალური ნერვული სისტემა აწესრიგებს კუჭის წვენის სეკრეციის მეორე ფაზას, როგორც ცთომილი ნერვების ისე შიგნეულობის ნერვებით.

მეორე ფაზაში წვენის გამოყოფა იწყება ჭამის დაწყებიდან 15—30 წუთის შემდეგ.

კუჭის წვენის სეკრეციის აღმძვრელებია: წყალი, მარილები, ხორცისა და ბოსტნეულის ექსტრაქტული ნივთიერებანი, ცილების მონელების პროდუქტები — ალბუმოზები და პეპტონები, ალკოჰოლი. ცხიმები, ტუტეები, მჟავები კუჭის წვენის სეკრეციას აკავებენ.

წყალი სეკრეციის სუსტი აღმძვრელია. წყლის მარილიანი ხსნარი აძლიერებს სეკრეციას. სეკრეციის ყველაზე ძლიერი ამგზნებია ცილისა და ბოსტნეულის ექსტრაქტული ნივთიერებანი.

ამრიგად, მონელების პროცესი ძლიერდება საკვებისა და მისი მონელების პროდუქტების ზემოქმედებით.

კუჭის ყველა ნერვის გადაკვეთის შემდეგაც აღიძვრება კუჭის წვენის სეკრეცია. ამით მტკიცდება, რომ სეკრეციის აღმძვრელები მოქმედებენ სისხლის გზითაც.

წვენი გამოიყოფა გადანერგილი კუჭიდანაც, რომლის ყველა ნერვი გადაკვეთილია. მაგრამ ნორმალურ პირობებში ჰუმორული გამლიზიანებლები მოქმედებენ ნერვული სისტემის საშუალებით.

კუჭის პილორული ნაწილის ლორწოვანი გარსი გამოყოფს უაქტივო ნივთიერება პ რ ა გ ა ს ტ რ ი ნ ს. კუჭის წვენის სეკრეციის აღმძვრელების ზემოქმედებით იგი გარდაიქმნება აქტიურ ჰორმონ გ ა ს ტ რ ა გ ა ს ტ რ ი ნ ა დ, რომელიც სისხლში გადადის და აღძრავს კუჭის ფუნდური ნაწილის ჭირკვლების სეკრეციას.

ჰორმონი გასტროგასტრინი კუჭის წვენის სეკრეციას უშუალოდ ნერვული სისტემის საშუალებით ააგზნებს, მაგრამ მისი მოქმედების მექანიზმი ზორციელდება სისხლის გზით. 17 ერთმანეთთან თანმიმდევრობით დაკავშირებული ამინომჟავა და ამიდის ჯგუფი ქმნიან რთულ ცილოვან ნერთს — გასტროგასტრინს, მისი შენება ძაღლებში და ადამიანებში სხვადასხვანაირია. იგი მიღებულია სუფთა სახით ქიმიური სინთეზის გზით. კუჭის პილორული ნაწილის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორების ქიმიური და მექანიკური გალიზიანების დროს ჰორმონი გასტროგასტრინი გადადის სისხლში და ამ გზით აღწევს კუჭის ფუნდური ნაწილის ჭირკვლებს და იწვევს კუჭის წვენის სეკრეციას. კუჭის პილორული ნაწილის ცთომილი ნერვებისა და სიმპათიკური ნერვების მთლიანი გადაკვეთისა და აგრეთვე კუჭის კუნთოვან შრეებს შორის მდებარე აუერბახის ნერვული წნულის ამოკვეთის შემდეგ ჰორმონი გასტროგასტრინი განაგრძობს თავის სეკრეციულ მოქმედებას. ამიტომ ფიქრობენ, რომ კუჭის ლორწოვანი გარსის ქვეშ მდებარე მენისერის ნერვული წნული განაგებს ჰორმონის სისხლში გადასვლას. ამტკიცებენ, რომ ჰორმონი გასტროგასტრინი მენისერის წნულის ნერვულ უჯრედებში წარმოიქმნება. ქსოვილებში გასტროგასტრინისაგან თავისუფლდება აცეტილქოლინი, რომელიც საკმლის მომნელებელი მილის ნერვულ წნულებს ააგზნებს.

პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის რეცეპტორების საკვებით გალიზიანებისას ცთომილი ნერვების რეფლექსური აგზნება გასტროგასტრინის სისხლში გადასვლას იწვევს. ამგვარად, ჰორმონი მონაწილეობს აგრეთვე კუჭის წვენის სეკრეციის პირველ ფაზაში. კუჭის ძირიდან კუჭის მჟავე წვენის გადასვლა კუჭის პილორულ ნაწილში აქვეითებს და აკავებს გასტროგასტრინის გამოყოფას. ცთომილი

ნერვების ის ბოქოები, რომლებიც აკავებენ კუჭის წვენის გამოყოფას, წყვეტენ ჰორმონის მოქმედებასაც.

ცილის დაშლის პროდუქტი ჰისტამინი გადადის სისხლში და აგრეთვე იწვევს კუჭის სეკრეციული ჯირკვლების აგზნებას. ჰისტამინს შეიცავს აგრეთვე მრავალი საკვები პროდუქტი. მისი მეტად მცირე რაოდენობაც კი იწვევს კუჭის წვენის სეკრეციას.

ჰისტამინის მოქმედება გასტროგასტრინის მოქმედების მსგავსია. ჰისტამინის დაშლელი ფერმენტი ჰისტამინაზა, გარდა კუჭისა და ღვიძლისა, ყველა ორგანოსა და ქსოვილში გვხვდება. ეს ადასტურებს მის გავლენას კუჭის წვენის სეკრეციაზე. ჰისტამინი წარმოიქმნება კუჭის ლორწოვან გარსში, უმთავრესად მის ფუნდურ ნაწილში.

ხორცისა და ბოსტნეულის ექსტრაქტები კუჭის პილორული ნაწილიდან შეიწოვებიან და სისხლის გზით კუჭის ფუნდური ნაწილის ჯირკვლებს ააგზნებენ.

კუჭის სეკრეციის ამგზნებლები სისხლში გადადიან არა მარტო კუჭიდან, არამედ თორმეტგოჯა ნაწლავიდან და მლივი ნაწლავის დასაწყისიდან. ნაწლავის ლორწოვან გარსზე მარილმჟავას ზემოქმედებით კუჭის სეკრეციის ძლიერი ამგზნები ჰორმონი—ენტეროგასტრინი წარმოიქმნება.

თორმეტგოჯა ნაწლავისა და მლივი ნაწლავის ზემო და შუა ნაწილის ლორწოვან გარსზე ქიმიური გამლიზიანებლების ზემოქმედებით ჰორმონი ენტეროგასტრინი წარმოიქმნება. ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანების დროს ენტეროგასტრინი არ წარმოიქმნება.

მაძლარი ან მშიერი ცხოველის კუჭის პილორული ნაწილის ჯირკვლები წვენს განუწყვეტლივ გამოყოფენ. მაგრამ პილორული ნაწილის ლორწოვანი გარსის მექანიკური და ქიმიური გაღიზიანებანი ჯირკვლების სეკრეციულ ფუნქციას აძლიერებენ.

ნაწლავის დასაწყისში წვენი აგრეთვე განუწყვეტლივ გამოიყოფა, ამ განყოფილების ლორწოვანი გარსის მექანიკური გაღიზიანება წვენის გამოყოფას აძლიერებს.

წვრილი და მსხვილი ნაწლავების, განსაკუთრებით თორმეტგოჯა ნაწლავისა და მლივი ნაწლავის დასაწყისის ლორწოვან გარსზე მცენარეული და ცხოველური ცხიმების, მათი დაშლის პროდუქტების, მარილმჟავასა და შაქრების (გლუკოზა, სახაროზა, ლაქტოზა) ზემოქმედებით კუჭის სეკრეციის შემაკავებელი ჰორმონი—ენტეროგასტრინი წარმოიქმნება. ენტეროგასტრინი რამდენიმე ამინომჟავასაგან შექმნილი პოლიპეპტიდია. ცხიმი და მისი

დაშლის პროდუქტები კუჭის ჭირკვლების სეკრეციის ყველაზე მეტად აკავებენ თორმეტგოჯა ნაწლავში გადასვლის დროს.

შარდის ჰორმონი უ რ ო გ ა ს ტ რ ო ნ ი აკავებს კუჭის სეკრეციასა და მოტორიკას.

საკმლის მონელება თორმეტგოჯა ნაწლავში

საკმლის მომნელებელი არხის ცენტრალურ მონაკვეთში — თორმეტგოჯა ნაწლავში კუჭიდან გადასულ საკვებზე მოქმედებს პანკრეასის წვენი, ნაღველი და თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვან გარსში მდებარე ბრუნერისა და ლიბერკუნის ჭირკვლების წვენი.

თორმეტგოჯა ნაწლავის შიგთავსის სუსტი ტუტე რეაქცია აქვს (pH საშუალოდ უდრის 7.2—8.0), როცა მასში კუჭიდან საკმლის მასები არ გადადის. კუჭის მეავე შიგთავსის თორმეტგოჯაში გადასვლის შემდეგ თორმეტგოჯა ნაწლავის შიგთავსის რეაქცია მეავე ხდება, მაგრამ სწრაფად წარმოებს გადახრა ტუტიანობისაკენ, რადგან კუჭის შიგთავსის მეავე რეაქცია ნეიტრალდება თორმეტგოჯა ნაწლავში გადასული ტუტე წვენებით (ნაღველი, პანკრეასის წვენი). ადამიანის თორმეტგოჯა ნაწლავში pH შეიძლება იცვლებოდეს 4.0—8.5 ფარგლებში.

კუჭში საკმლის მონელებასთან მკიდრო კავშირშია ღვიძლისა და პანკრეასის ჭირკვლის ფუნქცია.

ანაკრეასის წვენის შედგენილობა და თვისებები

ადამიანის პანკრეასის წვენი უფერო, გამჭვირვალე სითხეა, შეიცავს 98.7% ტუტე რეაქციის წყალს (pH-7.5—8.5). წვენის ტუტიანობა განპირობებულია მასში ნატრიუმის ბიკარბონატის არსებობით მკვირივი ნივთიერებების მთავარ მასას შეადგენს ცილები.

პანკრეასის წვენი შეიცავს ფერმენტებს: პროტეაზებს, ამილაზებსა და ლიპაზებს. მთავარია უაქტივო პროტეოლიტური ფერმენტი — ტ რ ი პ ს ი ნ ო გ ე ნ ი, რომელიც ნაწლავის წვენის ფერმენტის — ე ნ ტ ე რ ო კ ი ნ ა ზ ის ზემოქმედებით აქტიურ ფერმენტ — ტ რ ი პ ს ი ნ ა ლ გარდაიქმნება. ტრიპსინი შედგება რამდენიმე პროტეაზისაგან: საკუთრივ ტრიპსინის, ქიმოტრიპსინისა და კარბოქსიპეპტიდაზისაგან. უაქტივო ქიმოტრიპსინოგენი ენტეროკინაზას მოქმედებით აქტიურ ფერმენტ ქიმოტრიპსინად გადადის. პეპსინისაგან განსხვავებით ტრიპსინი, ნეიტრალური და სუსტი მეავე რეაქციის პირობებში მაქსიმალურად აქტიურია და შლის როგორც თვით ცილებს, ისე მათი დაშლის პროდუქტებს — ალბუმოზებსა და პეპტო-

ნებს შეწოვისათვის უკვე ვარგის ნივთიერებებად — ამინომჟავებად.

მეორე პროტეოლიტურ ფერმენტს — ერეპსინს პანკრეასის ჭირკვალი აქტიური ფორმით გამოყოფს. ერეპსინი ვერ მოქმედებს დაუშლელ ცილებზე. იგი შლის პეპტონებსა და ალბუმოზებს ამინომჟავებად.

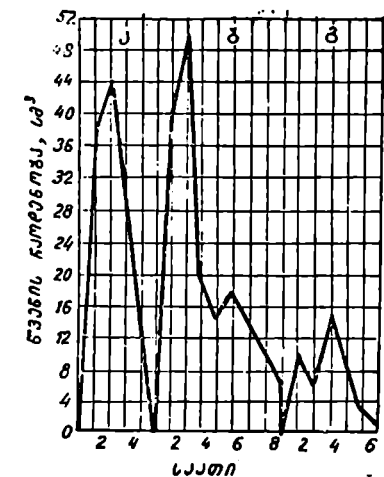
პანკრეასის წვენის ამილოლიტური ფერმენტები: ამილაზა — შლის სახამებელს დისახარიდებამდე, მალტაზა — შლის დისახარიდებს მონოსახარიდებამდე, ლაქტაზა — შლის რძის შაქარს მონოსახარიდებამდე.

ეს ფერმენტები მაქსიმალურად აქტიური არიან ნეიტრალური რეაქციის პირობებში.

პანკრეასის წვენის ლიპაზა ცხიმებს შლის გლიცერინად და ცხიმოვან მჟავებად. ლიპაზა გამოიყოფა უაქტიუო ფორმით და აქტიურდება ნაღვლის მჟავებით.

პანკრეასის წვენის ტუტეები და ნაღველი იწვევს ცხიმების ემულსირებას (დიდი წვეთების პატარა წვეთებად დაშლას), რაც ხელს უწყობს მათ მონელებას.

საკვებით გალიზიანების გარეშე ადამიანებსა და ძალღებს პანკრეასის წვენი თითქმის არ გამოეყოფათ. წვენის გამოყოფა საკვების



სურ. 28. ძალღის პანკრეასის წვენის გამოყოფა საათების მიხედვით. (ა) ზორციტი, (ბ) პურიტი და (გ) რძით კვების დროს.

მიღებიდან 2—3 წუთის შემდეგ იწყება და გრძელდება საკვების შედგენილობის მიხედვით 6—14 საათს. პანკრეასის წვენის რაოდენობა და მისი ფერმენტული შედგენილობა დამოკიდებულია მიღებული საკვების თვისებაზე.

ძალღის კუჭის წვენის გამოყოფის მრუდი მსგავსია პანკრეასის წვენის გამოყოფის მრუდისა (სურ: 28).

ეს მსგავსება დამოკიდებულია იმაზე, რომ კუჭის წვენისა და პანკრეასის წვენის სეკრეციის მექანიზმები საერთოა, და აგრეთვე იმაზე, რომ კუჭის წვენის სეკრეცია ააგზნებს პანკრეასის წვენის სეკრეციას.

ადამიანისა და ძალის პანკრეასის წვენის სეკრეცია თითქმის მსგავსია.

ცხიმით მდიდარი საკვებით დიდხანს კვებისას ადამიანის პანკრეასის წვენის გამოყოფა ყოველდღიურად მცირდება და ხდება 2.5-ჯერ უფრო მცირე, ვიდრე ხორციით კვების დროს.

ცხიმოვანი საკვები პანკრეასის წვენში ლიპაზას შემცველობას აღიძვრებს, ნახშირწყლები — ამილაზას, ხოლო ცილების — ტრიპსინის შემცველობას. მცოხნელებში თივის სილოსით შეცვლა აღიძვრებს ტრიპსინისა და ამილაზის აქტიურობას.

დღე-ღამეში ადამიანი გამოყოფს 500—800 მლ. პანკრეასის წვენს, მცოხნელებში — 6—7 ლიტრს, ღორები 8 ლიტრს.

პანკრეასის წვენის სეკრეციის რეგულაცია

პანკრეასის წვენის სეკრეცია ხორციელდება ორგვარი მექანიზმით: ნერვული და ჰუმორალური.

ხახისა და პირის ღრუს რეცეპტორების საკმლით გაღიზიანება პანკრეასის წვენის რეფლექსურ გამოყოფას იწვევს. აფერენტული იმპულსები მოგრძო ტვინში შედიან, იქიდან პანკრეასის წვენის სეკრეციის ამგზნები და შემაკავებელი იმპულსები ცთომილი ნერვის შესაბამისი ბოჭკოების საშუალებით პანკრეასის ჯირკვალთან მიდიან (ი. პავლოვი 1888). სწვადასხვა რეცეპტორების გაღიზიანებისას ადვილად აიგზნება პანკრეასის წვენის სეკრეციის შემაკავებელი ბოჭკოები, ამიტომ პანკრეასის წვენის სეკრეციის შეკავება ადვილად ხდება.

პანკრეასის წვენის სეკრეცია აიგზნება აგრეთვე პანკრეასის ჯირკვლის სიმპათიკური ნერვებით.

პანკრეასის წვენის სეკრეციის ნერვულ ფაზაში გამოიყოფა მცირე რაოდენობის, მაგრამ ფერმენტებით მდიდარი წვენი. ამ ფაზაში გამოყოფილი წვენი ხშირად შეიცავს აქტიურ ტრიპსინს. კუჭის პილორულ ნაწილზე და თორმეტგოჯა ნაწლავზე ცხიმის მოქმედება იწვევს პანკრეასის წვენის გამოყოფას და პანკრეასის წვენის ფერმენტების წარმოქმნას.

პანკრეასის ჯირკვლის კანქვეშ გადანერგვისას იკვეთება ჯირკვლის ყველა ნერვული კავშირი, მიუხედავად ამისა, საკმლის მონელების პროცესში ჯირკვალი მაინც გამოყოფს წვენს. მასასადამე, პანკრეასის წვენის სეკრეცია ხორციელდება სისხლის საშუალებით — ნერვულ-ჰუმორალური გზით.

ნორმალურ პირობებში პანკრეასის წვენის სეკრეციის ქიმიური ამგზნებლები ჯირკვალზე მოქმედებენ არა მარტო სისხლის გზით,

არამედ ისინი აღიზიანებენ აგრეთვე კუჭისა და ნაწლავის ქემორე-
ცეპტორებს და ცთომილი ნერვების გზით რეფლექსურად ააგზნებენ
პანკრეასის წველის სეკრეციას.

შემჩნეულია, რომ პანკრეასის წველის სეკრეცია აღიძვრება ნერ-
ვულ-ჰუმორალურად სიმპათიკური ნერვების საშუალებითაც.

პანკრეასის წველის სეკრეციის აგზნებლებია:

1. მარილმჟავა, 2. ცხიმი და მისი მონელების პროდუქტები
(ცხიმოვანი მჟავები და საპნები), 3. წყალი, 4. ალკოჰოლი.

ტუტე მარილების ხსნარები პანკრეასის წველის სეკრეციას აკა-
ვებენ.

ნერვულ-ჰუმორალური ფაზის პანკრეასის წვენი ღარიბია ორ-
განული ნივთიერებებითა და ფერმენტებით, მდიდარია ტუტეებით.

წყალი სუსტად ააგზნებს პანკრეასის სეკრეციას, მაგრამ ორგა-
ნიზმში წყლის შემცველობას დიდი მნიშვნელობა აქვს პანკრეასის
წველის გამოყოფისათვის. ორგანიზმის მიერ წყლის დაკარგვის დროს
მკვეთრად მცირდება პანკრეასის წველის გამოყოფა.

ალკოჰოლი მცირე დოზითა და კონცენტრაციით აძლიერებს
პანკრეასის სეკრეციასა და ტრიპსინის მონელების უნარს.

თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვან გარსში წარმოიქმნება უაქ-
ტივო ჰორმონი პროსეკრეტინი, რომელიც კუჭის წველის მარილ-
მჟავას გავლენით აქტიურ ჰორმონ-სეკრეტინად გარდაიქმ-
ნება. სეკრეტინი შეიწოვება სისხლში და სისხლის გზით მიიტანება
პანკრეასის ჯირკვლის უჯრედებთან, რაც იწვევს პანკრეასის წველის
გამოყოფას. სეკრეტინი აქტიურდება სიმპათიკური ნერვების გავლე-
ნით. პანკრეასის ჯირკვლის დენერვაციის შემდეგ სეკრეტინით გა-
მოწვეული სეკრეცია მკვეთრად მცირდება.

სეკრეტინი ნაწლავის რეცეპტორების გაღიზიანებით მკვეთრად
ცვლის სისხლის წნევასა და სუნთქვას.

სეკრეტინის გავლენით ფერმენტები არ წარმოიქმნება, მაგრამ
თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვანი გარსიდან მიიღეს აქტიური ნივ-
თიერების — პ ა ნ კ რ ე ო ზ ი მ ი ნ ი ს შემცველი ექსტრაქტი. პან-
კრეოზიმიანი აძლიერებს ფერმენტების სინთეზს.

პანკრეოზიმიანი წარმოიქმნება თორმეტგოჯა ნაწლავისა და მლი-
ვი ნაწლავის დასაწყისის ლორწოვან გარსში მასზე პეპტონების, ამი-
ნომჟავების, ცხიმისა და მისი დამლის პროდუქტებისა და წყლის
ზემოქმედებით.

ფერმენტების წარმოქმნას აძლიერებს აგრეთვე შარდიდან გა-
მოყოფილი ჰორმონი უ რ ო პ ა ნ კ რ ე ო ზ ი მ ი ნ ი. მარილმჟავას
გარდა, სეკრეტინის წარმოქმნაში მონაწილეობენ სხვა არაორგანულ-

ლი და ორგანული მკავეები, ცილები, ნახშირწყლები, ცხიმები და ცხიმების მონელების პროდუქტები. ჩამოთვლილი ნივთიერებები იწვევენ სეკრეტინის გამოყოფას და პანკრეასის წვენის სეკრეციის აგზნებას.

გარდა ამისა, ცხიმები მოქმედებენ კუჭის პილორული ნაწილის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორებზე და რეფლექსურად ააგზნებენ პანკრეასის წვენის სეკრეციას.

პანკრეასის წვენის შედგენილობა და რაოდენობა დამოკიდებულია სისხლში გადასული სეკრეტინის რაოდენობაზე და პანკრეასის ჯირკვლის უჯრედების ფუნქციურ მდგომარეობაზე.

მზიერი ცხოველის საკმლით გაღიზიანება ააგზნებს პანკრეასის წვენის სეკრეციას.

როგორც ცხოველები, ისე ადამიანები საკვებთან დაკავშირებულ (საკმლის სუნი შეხედულება და სხვა) პირობით გამღიზიანებლებზე პანკრეასის წვენის გაძლიერებული სეკრეციით პასუხობენ.

ნაღველი, მისი წარმოქმნა და მონაწილეობა საჭმლის მონელებაში

ნაღველი არა მარტო სეკრეტია, არამედ ექსკრეტიცაა, ვინაიდან მასთან ერთად ნაწლავის ღრუში გამოიყოფა სისხლის დაშლის პროდუქტები და სხვა ნივთიერებანი.

ღვიძლის ნაღველი ბაცი ყვითელი ფერის სითხეა, შეიცავს 3—4% მკვრივ ნივთიერებებს. ნაღვლის ბუშტის ნაღველი მუქი ყავისფერი სითხეა. ნაღვლის ბუშტის კედლებიდან წყლის შეწოვის გამო ნაღველი სქელდება და მკვრივი ნივთიერებების 16—17% შეიცავს. ნაღველში შედის ნაღვლის მკავეები (გლიკოქოლი და ტაუროქოლი) და ნაღვლის პიგმენტები (ბილირუბინი და ბილივერდინი), ცხიმები და ცხიმის მავგარი ნივთიერებანი, ლორწო, მარილმკავეას, გოგირდმკავეასა და ფოსფორმკავეას მარილები.

ნაღვლის მკავეები ღვიძლში წარმოიქმნება. ბილირუბინი ჰემოგლობინის დაშლის პროდუქტია, ხოლო ბილივერდინი ბილირუბინის დაჯანგვით წარმოიქმნება.

ადამიანი დღე-ღამეში 700—1200 მლ ნაღველს გამოყოფს, ცხენები და მცოხნელები — 6 ლიტრს.

საკმლის მონელებაში ნაღველი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს: 1. იგი იწვევს ცხიმების ემულსირებას და ამით მნიშვნელოვნად აჩქარებს მათ მონელებას; 2. ცხიმების მნიშვნელოვანი ნაწილი შეუძლია გადააქციოს წყალში ხსნად ფორმად, რაც აგრეთვე ხელს უწყობს ცხიმების მონელებასა და მათ შეწოვას ნაწლავებში; 3.

იცავს ტრიპსინს პეპსინის დამშლელი მოქმედებისაგან; 4. აძლიერებს პანკრეასის წვენის ფერმენტების მოქმედებას; 5. შეიცავს მცირე რაოდენობით ამილოლიტურ და პროტეოლიტურ ფერმენტებს; 6. აკავებს მიკრობების მოქმედებასა და მათ გამრავლებას, ხელს უშლის ლპობით პროცესებს ნაწლავში; 7. აძლიერებს ნაწლავის მოძრაობით ფუნქციებს.

ნაღვლის გამოყოფის ნარეული და კუმორალური რეგულაცია

ნაღვლის წარმოქმნის პროცესი განუწყვეტელია, მაგრამ მას რეფლექსურად და ნერვულ-ჰუმორალური გზით აძლიერებს თორმეტგოჯა ნაწლავიდან შეწოვილი მარილმჟავა, ცხიმების მონელების პროდუქტები, ხორცის ექსტრაქტები, ნაღველი და ნაღვლის მჟავები. სეკრეტონი ასევე ააგზნებს ნაღვლის წარმოქმნას.

ი. პავლოვის ლაბორატორიაში (1898) დადგენილია, რომ პირობითი გამღიზიანებლები იწვევენ გამოყოფილი ნაღვლის რაოდენობისა და თვისების ცვლილებას იმის მიხედვით, თუ როგორი თვისების უპირობო გამღიზიანებელი უსწრებს მას.

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების წინა ნაწილის ქერქის გაღიზიანება ძაღლებში ნაღვლის გამოყოფას იწვევს.

ნაღვლის გამოყოფა თორმეტგოჯა ნაწლავში დაკავშირებულია კუჭის შიგთავსის გადასვლასთან. ნაღვლის გამოყოფის მრუდი სხვადასხვაა სხვადასხვა საკვებ ნივთიერებათა მიღებისას. ნაღვლის გამოყოფა თორმეტგოჯა ნაწლავში ხორცისა და პურის მიღებიდან 20—50 წუთის შემდეგ იწყება და 4—8 წუთის შემდეგ სითხის მიღებიდან.

თორმეტგოჯა ნაწლავში ჯერ ნაღვლის ბუშტის კონცენტრირებული ნაღველი, ხოლო შემდეგ ღვიძლის ნაღველი გადადის, ამიტომ საკმლის მონელების პირველ პერიოდში ნაღველი მდიდარია მკვრივი ნივთიერებებით და მას მაღალი ხვედრითი წონა აქვს.

ნაღვლის ბუშტიდან ნაღვლის გამოყოფას თორმეტგოჯა ნაწლავში იწვევენ: 1. ცილების მონელების პროდუქტები; 2. ცხიმები; 3. ხორცის ექსტრაქტული ნივთიერებები; 4. ნაღველი; 5. მარილმჟავა.

ნაღვლის გამოყოფის აღნიშნული ამგზნებლები მოქმედებენ რეფლექსური და ნერვულ-ჰუმორალური გზით. ისინი აღიზიანებენ თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორებს და რეფლექსურად ააგზნებენ ნაღვლის ბუშტის, სადინარებისა და სფინქტერის გლუვ მუსკულატურას.

ნაღვლის ბუშტის მუსკულატურის შეკუმშვისას ნაღვლის საერთო სადინარის სფინქტერი იხსნება და პირიქით, ნაღვლის ბუშტის კუნთების მოღუნებისას სფინქტერის ტონუსი მატულობს.

ნაღვლის ბუშტიდან ნაღვლის გამოყოფას ჩვეულებრივ ცთომილი ნერვის გალიზიანება იწვევს, ხოლო ბუშტის მოღუნებასა და მასში ნაღვლის დაგროვებას — სიმპათიკური ნერვის გალიზიანება. გემრიელ საკვებზე საუბარი თორმეტგოჯა ნაწლავში ნაღვლის პირობით-რეფლექსურ გადასვლას იწვევს.

ამგზნებლების ზემოქმედებისას თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვან გარსში პორმონი ქოლეციტოკინინი წარმოიქმნება. იგი ჰუმორალურად იწვევს ნაღვლის ბუშტის შეკუმშვასა და ნაღვლის გამოყოფას. ქოლეციტოკინინი ნაღვლის ბუშტში ცთომილი ნერვების დაბოლოებებზე მოქმედებს და ცთომილი ნერვების გადაკვეთის შემდეგ მისი აქტიურობა წყდება.

ტიენის ქვედა დანამატის პორმონიც სისხლის გზით იწვევს ნაღვლის ბუშტის შეკუმშვას.

შარდი შეიცავს პორმონ უროქოლეციტოკინინს, რომელიც ნაღვლის ბუშტის შეკუმშვასა და ნაღვლის თორმეტგოჯა ნაწლავში გადასვლას იწვევს.

საჭმლის მოწმობა წვრილსა და მსხვილ ნაწლავებში

ნაწლავის წვენი ფარმაცეპული ზეგანილობა

ნაწლავის წვენი ორი ნაწილისაგან შედგება: ლორწოსა და თხიერი ნაწილისაგან. ტუტე რეაქციის ნაწლავის წვენი შეიცავს 0,2% NaCO_3 , 0,6—0,7% NaCl და ფერმენტებს: ენტეროკინაზას, ერეპსინს, ნაკლებად აქტიურ ლიპაზასა და ამილაზას. ნაწლავის წვენის ფერმენტული შედგენილობა დამოკიდებულია საკვების შედგენილობაზე, ფიქრობენ რომ წვრილი ნაწლავის მეტად დიდი ფოროვანი ზედაპირი ხელს უწყობს ენზიმური პროცესების გაძლიერებას, ადსორბციას უკეთებს ფერმენტებს და წარმოადგენს თავისებურ ფოროვან კატალიზატორს. მასთანადავს, საკვები ნივთიერებების საბოლოო დაშლა ხდება წვრილი ნაწლავის იმავე ზედაპირზე, რომლიდანაც მონელებული საკვები შეიწოვება. ნაწლავის ზედაპირზე საკვებ ნივთიერებათა დაშლის პროცესს კედელთან მიმდინარე საჭმლის მონელება ეწოდება.

მსხვილი ნაწლავების წვენი ტუტე რეაქციისა, მასში ჰარბობს ლორწოს რაოდენობა. მსხვილი ნაწლავის წვენში არ შედის ენტე-

როკინაზა, ხოლო დანარჩენი ფერმენტები იგივეა, რაც წვრილ ნაწლავებში, მაგრამ მათ დაბალი აქტივობა გააჩნიათ.

მსხვილი ნაწლავების წვენის მკვრივ ნივთიერებაში დიდი რაოდენობით შედის მიკრობები და სისხლის თეთრი ბურთულები. ადამიანი დღე-ღამეში 1 ლიტრ ნაწლავის წვენს გამოყოფს.

ფერმენტები ნაწლავის თვითმონელებას არ იწვევენ საკმლის მასების მიერ ფერმენტების მიერთების გამო. გარდა ამისა, ნაწლავის ლორწოვან გარსში არსებობს ანტიფერმენტთა ჯგუფი, რომელიც ხელს უშლის ნაწლავის კედლის მონელებას.

ნაწლავის წვენის საკრავის რეგულაცია

საკვები ფაფის ნაწლავის ლორწოვან გარსთან უშუალო შეხება მექანიკურად და ქიმიურად ააგზნებს ნაწლავის სეკრეციას. ცთომილი ნერვების გალიზიანება აძლიერებს ნაწლავის წვენის სეკრეციას და ფერმენტულ აქტივობას. ნაწლავის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორების მექანიკური და ქიმიური გალიზიანება ნაწლავის წვენის გამოყოფას იწვევს ცთომილი ნერვების გადაკვეთის შემდეგაც. მაშასადამე, ნაწლავის წვენის სეკრეცია რეგულირდება ადგილობრივი რეფლექსების გზით. დადგენილია, რომ ცხოველის მანძილიდან საკვებით გალიზიანება ნაწლავის წვენის გამოყოფას აძლიერებს.

ბუნებრივ პირობებში მექანიკური გამლიზიანებელი საკვები მასები, ხოლო ქიმიური-კუჭის წვენი, ცილებისა და ნახშირწყლების მონელების პროდუქტები, სპანები და სხვ. ქიმიური გამლიზიანებლებიდან მნიშვნელოვანია პანკრეასის წვენი, რომელიც აძლიერებს ნაწლავის წვენის ფერმენტების, განსაკუთრებით ენტეროკინაზის წარმოქმნას. ქიმიური გამლიზიანებლების გავლენით გამოიყოფა მკვრივი ნივთიერებებით ღარიბი თხიერი წვენი.

თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვანი გარსის მარილმჟავათი ან მონელების პროდუქტებით გალიზიანებისას წარმოიქმნება ჰორმონი დუოკრინინი, რომელიც ჰუმორალური გზით არეგულირებს წვრილი ნაწლავის ბრუნერის ჯირკვლების სეკრეციას.

ადამიანის, მაიმუნების, ძროხების, ღორებისა და ძაღლების წვრილი და მსხვილი ნაწლავების ლორწოვან გარსში წარმოიქმნება ჰორმონი ენტეროკრინინი, რომელიც ააგზნებს ნაწლავის წვენის სეკრეციას.

მსხვილი ნაწლავების წვენი მცირე რაოდენობით განუწყვეტლივ გამოიყოფა. ადგილობრივი მექანიკური და ქიმიური გამლიზიანებლები აძლიერებენ წვენის განუწყვეტელ გამოყოფას.

წერილ და განსაკუთრებით მსხვილ ნაწლავებში დიდი რაოდენობით არსებობენ მიკროორგანიზმები. ლაზობის მიკრობებს აუვნებელყოფენ ნაწლავის სხვა მიკრობები, კუჭის წვენი და ნაღველი. განსაკუთრებით დიდი დაცვითი მნიშვნელობა აქვს ნაწლავის ლიმფოიდური ქსოვილის გროვებს. ადამიანის მიკროფლორა მონაწილეობს ნახშირწყლების დაშლაში.

ლაზობისა და დუღილის დროს წარმოქმნილი გაზები და ორგანული მჟავები აღიზიანებენ მსხვილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორებს.

საჰიმლის მომწელებელი აპარატის მოძრაობითი ფუნქცია

წოვის, ღვაპისა და შლავის რეფლექსები

ბავშვის სიცოცხლის პირველ თვეებში საკვების მიღების ერთადერთი ხერხია — წოვა. წოვა გავლენას ახდენს ყბების განვითარებაზე. რომელიმე საგნის ტუჩებს შორის მოთავსება ბავშვებში წოვის რეფლექსს იწვევს.

პირის ღრუში საკვების მექანიკური დაქუცმაცების პროცესს ლეკვა ეწოდება. საკვების მექანიკურ დამუშავებაში კბილები მონაწილეობენ პასიურად. ლეკვის დროს ზედა ყბა უძრავია, ხოლო ქვედა ყბა მოძრაობს საღეჭი მუსკულატურის შეკუმშვის გამო. უკბილობა საკმლის მომწელებელი არხის ნორმალური მოქმედების დარღვევის მიზეზია საკვების არასაკმარისი მექანიკური დამუშავების გამო.

ხარბად ჭამის დროს საკმლის მონელება ირღვევა საკვების არასაკმარისი ლეკვის გამო.

საღეჭი კუნთები რეფლექსურად იკუმშებიან. საკმელი აღიზიანებს პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის შეხების, ტემპერატურის, გემოვნებისა და ზოგჯერ ტკივილის რეცეპტორებს. აღნიშნული რეცეპტორებიდან და აგრეთვე საღეჭი კუნთების რეცეპტორებიდან აფერენტული იმპულსები მიდის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში და ეფერენტული ნერვებით საღეჭი კუნთების შეკუმშვები რეგულირდება. საღეჭი კუნთების შეკუმშვის ძალა საკვების კონსისტენციას შეესაბამება.

აფერენტული იმპულსები მიაქვს სამწვერა ნერვის მე-2 და მე-3 ტოტს, სახისა და ენა-ხახის ნერვს; ეფერენტული იმპულსები — საღეჭი კუნთების მამოძრავებელ ნერვებს, სახის ნერვსა და ენისქვეშა ნერვს — ენის კუნთებისათვის.

კვების რეფლექსური ცენტრი მოგრძო ტვინშია, ხოლო თავის ტვინის ქერქში — ლეკვის უმაღლესი ცენტრი (ვ. ბებტერევი).

ლეკვითი მოძრაობების რაოდენობა და ხასიათი ზუსტად შეესაბამება პირის ღრუში მოხვედრილი საკვების კონსისტენციას.

დაღეკილი, ნერწყვით დასველებული საკვები ლოყებისა და ენის მოძრაობით საკმლის გუნდათ გადაიქცევა. ენის წინა ნაწილის შეკუმშვით საკმლის გუნდა მაგარ სასას ებჯინება, შემდეგ ენის შუა ნაწილის მომდევნო შეკუმშვით უკან გადაადგილდება და ენის ძირზე მოთავსდება. ენის ძირის ლორწოვანი გარსის გაღიზიანება რეფლექსურად იწვევს რბილი სასისა და ენის კუნთების შეკუმშვას. რბილი სასის გაკიშვა ხურავს გზას ცხვირხახისაკენ. ამასთან ერთდროულად იკუმშება ხორხსარქველის კუნთები და ხორხის შესავალი იხურება, რაც ხელს უშლის აქ საკვების მოხვედრას. ამის შემდეგ საკმლის გუნდა ენის მოძრაობით ხახაში გადადის.

ხახაში საკვების მოხვედრისთანავე იკუმშებიან ის კუნთები, რომლებიც ავიწროებენ ხახას საკმლის გუნდის ზემოთ, რის გამოც საკმლის გუნდა გადაადგილდება საყლაპავ მილში. საყლაპავ მილში საკმლის გუნდის გადასვლა იწვევს საყლაპავი მილის კუნთების წინსვლით შეკუმშვას და გუნდის კუჭში გადატანას. საყლაპავი მილის მოძრაობა დაკავშირებულია ხახის პირში წნევის მომატებასთან. საყლაპავი მილის მუსკულატურა სხვადასხვა სიჩქარით იკუმშება. განივზოლიანი კუნთებისაგან შემდგარი საყლაპავი მილის კისრის ნაწილი სწრაფად იკუმშება, გლუვი კუნთებისაგან შემდგარი საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილი — შედარებით ნელა, საყლაპავი მილის გლუვი კუნთების წინსვლით შეკუმშვებს პერისტალტიკური, ანუ ტალღისებრი შეკუმშვა ეწოდება. იგი იწყება საყლაპავი მილის ზემო ნაწილში და ვრცელდება მთელ სიგრძეზე.

თხიერი და ნახევრადთხიერი საკვების ყლაპვის დროს საყლაპავი მილი რეფლექსურად ფართოვდება, რეფლექსურად იხსნება კუჭის შესავლის სფინქტერი და სითხე სწრაფად გადადის კუჭში. თითქოს ამ შემთხვევაში იქმნება სითხის უწყვეტი ნაკადი; როგორც ჩანს, საყლაპავი მილის შეკუმშვა ამ დროს არ ხდება.

მაგარი საკვები პირის ღრუდან კუჭამდე 8—9 წამის განმავლობაში გადაადგილდება, არა უგვიანესი 15 წამისა. თხიერი საკვები გაივლის უფრო სწრაფად 1—2 წამში.

ყლაპვა რეფლექსური აქტია. ენის პირხახასთან შეხებისას, ან პირხახაში ნერწყვის მოხვედრისას ღიზიანდება რეცეპტორები. საკვების გარეშე შესაძლებელია მხოლოდ 5—6 ყლაპვითი მოძრაობის შესრულება, რადგან ამ დროს პირის ღრუში ნერწყვი იღევა. პი-

რის ღრუს რეცეპტორების კოკაინით დადამბლავების შემდეგ ყლაპვა შეუძლებელი ხდება.

აღამიანი ყლაპვას იწყებს პირხახის რეცეპტორების გაღიზიანებისას. აღნიშნული რეცეპტორებიდან აფერენტული იმპულსები სამწვერა, ენა-ხახისა და ხორხის ზედა ნერვის ბოჭკოების გზით მოგრო ტვინს აღწევს, სადაც ყლაპვის ცენტრი მდებარეობს. ყლაპვის ცენტრიდან ეფერენტული იმპულსები სამწვერა, ენა-ხახის, ენისქვეშა და ცთომილი ნერვის მამოძრავებელი ტოტების გზით ყლაპვაში მონაწილე კუნთებს აღწევენ.

ყლაპვასა და სუნთქვას შორის არსებობს დამოკიდებულება. ყოველი ყლაპვის აქტი, რეფლექსურად აკავებს გულმკერდის სუნთქვით მოძრაობებს. რეცეპტორების გაღიზიანებისა და ენა-ხახის ნერვის აფერენტული ბოჭკოების აგზნების გამო.

საკმლის ნამცეცით ან ლორწოთი ხორხის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორების უმნიშვნელო გაღიზიანება აკავებს სუნთქვას ხორხის ზედა ნერვის აფერენტული ბოჭკოების აგზნების გამო.

ყლაპვის ღროს რეფლექსურად მატულობს პულსი ცთომილი ნერვების ბირთვის ტონუსის შემცირების გამო.

კუხის მოტორული ფუნქცია

საკმლის გუნდა ჩადის საყლაპავი მილის ტერმინალურ ნაწილში, აღიზიანებს საყლაპავი მილის ლორწოვან გარსს, რაც რეფლექსურად ხსნის კუჭის შესავლის სფინქტერს, რომელიც მოზრდილებში ყოველთვის ხურავს კუჭის სანათურს და ამიტომ თავდაყირა დგომის ღროს კუჭის შიგთავსი არ იღვრება. კუჭის შესავლის სფინქტერის რეფლექსური შეკუმშვა კუჭიდან ხორციელდება. პატარა ბავშვების კუჭის შესავლის სფინქტერს ტონუსი არ გააჩნია, ამიტომ ბავშვის თავდაყირა დაყენებისას კუჭის შიგთავსი იღვრება.

შიგთავსის გარეშე კუჭის ღრუ დახშულია, მისი კედლები შეკუმშულია და ერთმანეთს ეკვრის.

საკვების კუჭში მოხვედრიდან 20—30 წუთის შემდეგ იწყება კუჭის გლუვი კუნთების ტალღისებრი შეკუმშვები (პერისტალტიკური), რომლებიც კუჭის პრეპილორულ სფინქტერამდე აღწევენ. კუჭის ფუნდალური ნაწილის შეკუმშვისას მასში წნევა ვერცხლისწყლის სვეტის 40 მმ-მდე აღწევს.

პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის რეცეპტორების საკვებით გაღიზიანება რეფლექსურად ცვლის კუჭის მუსკულატურის მოქმედებას.

თხიერი და ნახევრადთხიერი საკვების მიღება რეფლექსურად აკავებს კუჭის მოძრაობებს და კეტავს პილორუსის სფინქტერს.

მაგარი საკვები მექანიკურად აღიზიანებს პირის ღრუს რეცეპტორებს, რეფლექსურად ხურავს პრეპილორულ სფინქტერს და კუჭის ფუნდურ ნაწილს გამოყოფს პილორული ნაწილიდან.

ღმკვა რეფლექსურად იწვევს კუჭის მუსკულატურის ტონურ შეკუმშვებს, ხოლო ყლაპვა — კუჭის მუსკულატურის ტონუსის შესუსტებასა და შეკავებას.

ხახის მექანიკური გაღიზიანება ისევე აკავებს კუჭის შეკუმშვებს, როგორც ყლაპვის აქტი. რაც უფრო დიდია გადასაყლაპი გუნდის მოცულობა, მით უფრო ძლიერია კუჭის შეკუმშვათა შეკავება.

როცა შეკუმშვის ტალღა მიაღწევს პრეპილორულ სფინქტერს, სფინქტერი იკეტება. სამაგიეროდ პილორუსის სფინქტერი იხსნება და იწყება კუჭის პილორული ნაწილის შეკუმშვა — პერისტოლა. პერისტოლის დროს წნევა კუჭის პილორულ ნაწილში ვერცხლისწყლის სვეტის 140 მმ-ს აღწევს.

პრეპილორული სარქველით კუჭის გადაღობვისას კუჭი სილის საათის ფორმას ღებულობს. ამ დროს საკვები მასები საფუძვლიანად ირევა კუჭის ფუნდურ ნაწილში.

პრეპილორული სფინქტერით კუჭის გადაღობვა რეფლექსური აქტია, რაც პირის ღრუსა და თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორების გაღიზიანებით გამოიწვევა.

კუჭისა და ნაწლავის რეცეპტორების ქიმიური გაღიზიანება რეფლექსურად არეგულირებს კუჭის შიგთავსის თორმეტგოჯა ნაწლავში გადასვლას.

მარილმკვავას ძლიერი ხსნარები და ცხიმის დიდი რაოდენობა თორმეტგოჯა ნაწლავში მოხვედრისას რეფლექსურად ხსნის პილორუსის სფინქტერს და კეტავს პრეპილორულ სფინქტერს. ამ დროს თორმეტგოჯა ნაწლავის ტუტე წვენები გადადის კუჭის გასაველში და ანეიტრალებს ზედმეტ მკვავიანობას. შერეული საკვები კუჭში 3—4 საათს რჩება. წყალი კუჭში არ ჩერდება და მაშინვე გადადის თორმეტგოჯა ნაწლავში. რძე და ნახშირწყლებით მდიდარი საკვები მალე გადადის ნაწლავში, ნელა გადადის ცილით მდიდარი საკვები და უფრო ნელა — ცხიმით მდიდარი საკვები.

კუჭის კუნთების შეკუმშვებს აძლიერებენ ცთომილი ნერვები, ხოლო აკავებენ სიმპათიკური ნერვები: კუჭის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორებიდან აფერენტული იმპულსები მიაქვთ სიმპათიკურ და უმთავრესად, ცთომილი ნერვის ბოკკოებს.

კუჭის მოძრაობები რეგულირდება არა მარტო უპირობო რეფ-

ლექსების გზით, არამედ პირობით-რეფლექსურადაც. მაგალითად, საკვების დანახვისას კუჭი იკუმშება.

ნერვულ-ჰუმორალური გზით კუჭის შეკუმშვებს აკაეებს ადრენალინი, აძლიერებს აცეტილქოლინი.

აზანორმალურ პირობებში კუჭის პერიტალტიკური მოძრაობა მიმართულია საყლაპავი მილისაკენ. ასეთ მოძრაობებს ანტიპერისტალტიკური მოძრაობები ეწოდება. ანტიპერისტალტიკურ მოძრაობებს მოჰყვება სფინქტერების გახსნა და საკვები მასის უკან ამოღება, ანუ პირღებინება.

პირღებინება — რთული კოორდინირებული აქტია. იგი იწყება ნაწლავის გლუვი მუსკულატურის შეკუმშვითა და პილორუსის სარქველის გახსნით, რასაც საკვები მასის კუჭში დაბრუნება მოჰყვება. შემდეგ, მუცლის პრესის კუნთებისა და დიაფრაგმის ძლიერი შეკუმშვის გამო, კუჭის შიგთავსი, ამოსუნთქვის მომენტში, საყლაპავი მილის საშუალებით პირის ღრუში ამოიღევენება. რბილი სასის ამწევი კუნთების შეკუმშვისა და ენის ძირის ქვემოთ დაწევის გამო იკეტება გზები ცხვირისა და ხორხის ღრუსაკენ, ამიტომ კუჭის შიგთავსი ვერ გადადის ვერც ცხვირის ღრუში და ვერც ხორხში.

რეფლექსურ პირღებინებას იწვევს საჭმლის მომნელებელი არხის რეცეპტორების გაღიზიანება, ავტომატურ პირღებინებას — სისხლის გზით ზოგიერთი ნივთიერების მიერ პირღებინების ცენტრის გაღიზიანება. პირღებინება გამოიწვევა პირობით — რეფლექსური გზითაც, მაგალითად ზიზღის მომგვრელი საკვების დანახვისას.

ნაწლავის ავტომატური მოძრაობები

ნაწლავში საჭმლის ფაფის — ქიმუსის საჭმლის მომნელებელ წვენებთან შერევა და გადაადგილება ნაწლავის გლუვი კუნთების ირგვლივ და გასწვრივ შრეების შეკუმშვის შედეგად ხდება. ნაწლავის შეკუმშვები იწყება საჭმლის მილებიდან 15 წუთის შემდეგ. ნაწლავის მოძრაობების სამ ტიპს არჩევენ:

1. ირგვლივი კუნთოვანი შრის პერიტალტიკური შეკუმშვები, რომელიც ნაწლავის გასწვრივ ტალღისებურად ვრცელდება და ნაწლავის შიგთავსს გადაადგილებს სწორი ნაწლავის მიმართულებით.

2. ნაწლავის კუნთოვანი გარსის ირგვლივი შრის სეგმენტური შეკუმშვები. ნაწლავის სხვადასხვა ნაწილის არაერთდროული შეკუმშვებით ხდება ნაწლავის შიგთავსის რიტმული სეგმენტაცია — ნაწლავის შიგთავსი ხან იჯოფა ნაწილებად (სეგმენტებად), ხან კვლავ ერთდება.

3. ნაწლავის კუნთოვანი გარსის ირგვლივი და გასწვრივი შრის რიტმული ქანქარისებრი შეკუმშვები: ნაწლავი გარკვეულ მანძილზე ხან მოკლდება, ხან გრძელდება და შიგთავსი გადაინაცვლებს ხან ერთი, ხან მეორე მიმართულებით. გასწვრივი კუნთოვანი შრის შეკუმშვის დროს ნაწლავი გარკვეულ მანძილზე მოკლდება და ამავე დროს მისი ღრუ ფართოვდება. ირგვლივი შრის ბოჭკოების შეკუმშვა ავიწროებს ნაწლავის სანათურს და ნაწლავის შიგთავსს გადაადგილებს შევიწროებული მიდამოს ორივე მიმართულებით.

ნაწლავის გლუვ კუნთოვან ქსოვილში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების მეოხებით ნაწლავის კუნთები ავტომატურად იკუმშებიან.

გლუვი კუნთოვანი მუსკულატურა ყოველთვის გარკვეული ტონური შეკუმშვის მდგომარეობაში იმყოფება. ნაწლავის ტონუსი ხან მატულობს და ხან მცირდება. ნაწლავის ზემოთ აღწერილი მოძრაობები ასეთი ტონუსის ფონზე მიმდინარეობენ. ნაწლავის მოძრაობათა რეგულაციასა და ირგვლივი და გასწვრივი კუნთოვანი შრეების შეკუმშვათა კოორდინაციაში მონაწილეობს ნაწლავის კედელში მდებარე აუერბახის წნულის ნერვული უჯრედების ქსელი.

ნაწლავის შიგთავსი აწვება ნაწლავის კედელს და მექანიკური გაღიზიანებით იწვევს მის მოძრაობებს. რაც უფრო უხეშია საკვები, მით მეტია მისი მექანიკური გაღიზიანების ძალა და მით უფრო ძლიერია ნაწლავის შეკუმშვები.

ნაწლავში გაზების დაგროვება იწვევს ძლიერი პერისტალტიკურ მოძრაობებს. გაზების დაგროვება განსაკუთრებულად მოქმედებს მსხვილ ნაწლავებზე.

ნაწლავის ლორწოვანი გარსის მჟავებით, ტუტეებითა და მარილებით გაღიზიანება აგრეთვე ამოქმედებს მის გლუვ მუსკულატურას. სუსტი მჟავები და კუჭის წვენი აძლიერებენ ნაწლავის შეკუმშვებს, ხოლო კონცენტრირებული მჟავები აკავენ მის მოქმედებას.

ცილის მონელების პროდუქტების, ექსტრაქტული ნივთიერებების, მარილების, ქოლინის შემცველი ნაღვლის სისხლში შეწოვის შემდეგ ძლიერდება ნაწლავის შეკუმშვები.

საკვების მიერ კუჭისა და ნაწლავის რეცეპტორების მექანიკური და ქიმიური გაღიზიანება რეფლექსურად არეგულირებს ნაწლავის შეკუმშვებს.

ცთომილი ნერვების გაღიზიანება აძლიერებს ნაწლავის შეკუმშვებს და ტონუსს, ხოლო სიმპათიკური ნერვის გაღიზიანება აკავენს ნაწლავის შეკუმშვებს და აქვეითებს მის ტონუსს (სურ. 29).

ორივე ნერვის გაღიზიანებით მათ დაბოლოებებზე გამოყოფილი

მედიატორების სისხლში გადასვლა ასევე მოქმედებს ნაწლავის გლუვ კუნთოვან გარსზე.

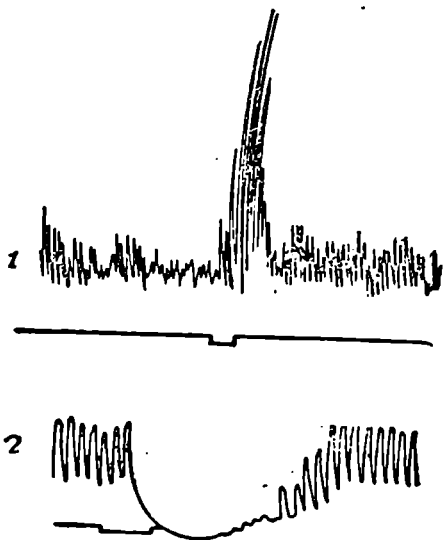
ტკივილის, გაბრაზების, შიშისა და სხვა ემოცია იწვევს თირკმელზედა ჯირკვლის ტვინოვანი ნივთიერების ჰორმონის-ადრენალინის სისხლში გადასვლას და სიმპათიკური ნერვის მსგავსად თრგუნავს ნაწლავის მოძრაობებს. სხვა შემთხვევებში ზოგიერთი ემოცია, მაგალითად შიში, ცთომილი წერების აგზნებისა და მათ დაბოლოებებზე აცეტილქოლინის დაგროვების გამო იწვევს ნერვულ ფალარათს.

საკვები ნივთიერებების პირის ღრუში მოხვედრა აკავებს ნაწლავის მოტორიკას, ხოლო მოსაცილებელი ნივთიერებები, პირიქით, რეფლექსურად აძლიერებენ.

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების წინა განყოფილების ქერქის გალიზიანება გავლენას ახდენს კუჭისა და ნაწლავის კედლის შეკუმშვებზე: პერისტალტიკური მოძრაობანი აიგზნებიან, ან შეკავდებიან, სფინქტერები იკუმშებიან ან ღუნდებიან. შუამდებარე ტვინი ასევე იწვევს კუჭისა და ნაწლავების შეკუმშვებს, ან მოღუნებას (ე. ბუხტერევი და ნ. მისლავსკი 1889, 1890).

ბავშვებში კუჭ-ნაწლავის მუსკულატურის სუსტი განვითარება ხელს უწყობს ხშირ შეკრულობას.

აღამიანში საკმლის მონელების პროცესი ცხოველური და შერეული საკვების მიღებისას 1—2 დღე-ღამეს გრძელდება. ამ დროის ნახევარი მოდის მსხვილ ნაწლავში საკვები მასის გატარებაზე, ვინაიდან მსხვილი ნაწლავი, მუსკულატურის სუსტი განვითარების გამო ნელა მოძრაობს. მსხვილ ნაწლავებში შეიწოვება წყალი და ლორწოს მონაწილეობით ფორმირდება განავალი. განავლის ფერი



სურ. 29. წვრილი ნაწლავის შეკუმშვა ცთომილი ნერვის გალიზიანების დროს (1) და მოღუნება სიმპათიკური ნერვის გალიზიანების დროს (2).

დამოკიდებულია ნაღვლის პიგმენტებზე. განავალში შედის მოუნე-
ლებელი ნივთიერებანი, ლორწო და დიდი რაოდენობით ბაქტერიები.

მსხვილი ნაწლავის შიგთავსი გარეთ არ გამოიყოფა, ვიდრე
არ გაიხსნება სწორი ნაწლავის შიგნითა და გარეთა სფინქტერი. შიგ-
ნითა სფინქტერი შედგება გლუვი, ხოლო გარეთა სფინქტერი—გა-
ნივზოლიანი კუნთებისაგან.

შ ე წ ო ვ ა

საყუათო ნივთიერებების შეწოვა სისხლსა და ლიმფაში უმთავ-
რესად წვრილ ნაწლავებში ხდება. კუჭში მცირე რაოდენობით შეი-
წოვება წყალი, მინერალური მარილები და მონოსახარილები. მსხვილ
ნაწლავებში ჩვეულებრივ შეიწოვება მხოლოდ წყალი. წვრილი ნა-
წლავის შეწოვის დიდი უნარიანობა აიხსნება მისი ლორწოვანი გარ-
სის დიდი ზედაპირით, რომელიც რამდენიმეჯერ აღემატება სხეუ-
ლის ზედაპირს. ლორწოვანი გარსის წანაზარდები, ანუ ხაოები კი-
დევ უფრო აღიდებენ ნაწლავის ზედაპირს. ყოველი ხაო შედგება
გლუვი კუნთოვანი ბოჭკოებისა და კარგად განვითარებული სისხლ-
სა და ლიმფის ძარღვებისაგან.

შეწოვა რთული ფიზიოლოგიური პროცესია, რომელიც აერთი-
ნებს დიფუზიის, ფილტრაციისა და ოსმოსის მოვლენებს. გარდა ამი-
სა, ნაწლავის ეპითელს აქვს უნარი არჩევით გაატაროს ზოგი ნივთი-
ერება და შეზღუდოს სხვა ნივთიერებების შეწოვა. შეწოვისათვის
მნიშვნელობა აქვს ხაოების მოძრაობას, რასაც ხელს უწყობს თორ-
მეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვან გარსში წარმოქმნილი ჰორმონი —
ვილიკინინი, ნაღვლის მჟავები, ექსტრაქტული ნივთიერებანი,
ცილები და სხვა.

ცილები შეიწოვება ამინომჟავების და მცირე რაოდენ-
ობით პოლიპეტიდების სახით. შეწოვის შემდეგ ამინომჟავები
ღვიძლის კარის ვენის საშუალებით შედიან ღვიძლში და განიცდიან
ღეზიამინირებას.

ნ ა ხ შ ი რ წ ყ ლ ე ბ ი სისხლში შეიწოვებიან უმთავრესად გლუ-
კოზის სახით. ნაწლავის კედელში გავლისას გლუკოზა ფოსფორილ-
დება, რაც აჩქარებს შეწოვის პროცესს. ამ პროცესს ასტიმულირებს
პანკრეასის ჯირკვლის ჰორმონი — ინსულინი.

ც ხ ი მ ე ბ ი შეიწოვება ცხიმოვანი მჟავებისა და გლიცერინის
სახით. ცხიმოვანი მჟავები წყალში უხსნადია. მათი და აგრეთვე ქო-
ლესტერინისა და სხვა ლიპიდების შეწოვა ხდება მხოლოდ ნაღვლის
თანაარსებობით. ნაწილობრივ შეიწოვებიან დაუშლელი, მაგრამ
ემულსირებული ცხიმები. ცხიმის დიდი ნაწილი შეიწოვება ლიმფა-

ში. შემდეგ გულმკერდის ლიმფური სადინარის საშუალებით იგი სისხლში გადადის. ადამიანის ნაწლავებში დღე-ღამის განმავლობაში შეიწოვება არა უმეტესი 150—160 გრამი ცხიმი.

წყალი უპირატესად წვრილ და მსხვილ ნაწლავებში შეიწოვება. მისი შეწოვა უმთავრესად ოსმოსის გზით ხდება. თუ ოსმოსური წნევა ნაწლავებში უფრო მეტია, ვიდრე სისხლში, მაშინ შეწოვის ინტენსივობა კლებულობს.

ნატრიუმის, კალიუმისა და კალციუმის მარილების ხსნარები უმთავრესად წვრილ ნაწლავებში შეიწოვება.

მსხვილ ნაწლავებში გამოიყოფა მცირე რაოდენობის წვენი, შეიწოვება დიდი რაოდენობით წყალი და ყალიბდება განავალი. მცენარეული საკვები, ცხოველურ საკვებთან შედარებით, განავალს დიდი რაოდენობით წარმოქმნის. მსხვილი ნაწლავის შიგთავსი ძალიან დიდი რაოდენობით მიკრობებს შეიცავს (1 გრამი განავალი 15 მილიარდ მიკრობს შეიცავს). მიკრობების და ნაწლავის ზემო სართულიდან გადმოსული ფერმენტების გავლენით მსხვილ ნაწლავებში მოიხლევა 40% ცილები, 25% ნახშირწყლები და 40—50% მცენარეული ცელულოზა (რომელზედაც არ მოქმედებენ საქმლის მომწინებელი წვენების ფერმენტები). მაგრამ მიკრობები იწვევენ აგრეთვე ცილების ლპობას და მომწინებელი ნივთიერებების წარმოქმნას. ი. მეჩნიკოვის აზრით, ეს ნივთიერებანი იწვევენ ორგანიზმის თვითმონაწილას (აუტონტოქსიკაციას) და ორგანიზმის სიბერის ერთ-ერთი მიზეზია.

მიკრობების მოქმედების შედეგად ნაწლავებში წარმოქმნილი მომწინებელი ნივთიერებანი და ცილების დაშლის მავნე პროდუქტები საქმლის მომწინებელი ტრაქტიდან სისხლის გზით გაივლის ღვიძლს და აქ ხდება მათი გაუვნებელყოფა.

მავნე ნივთიერებანი, როგორცაა ინდოლი, სკატოლი, ფენოლი, ღვიძლში უკავშირდებიან მკაეებს და წარმოქმნიან ნაკლებად მზა-მიან ნივთიერებებს.

მაშასადამე, ღვიძლში ხდება დაცვითი ხასიათის სინთეზი. ამით ღვიძლი იცავს ორგანიზმს ნივთიერებათა ცვლის მავნე პროდუქტებისაგან და ასრულებს ბ ა რ ი ე რ უ ლ ფ უ ნ კ ტ ი ა ს.

ღვიძლის კარის ვენის ქვემო ღრუ ვენასთან შეერთების შემდეგ (ეკის ფისტულა) შეწოვის პროდუქტები უშუალოდ სისხლის მიმოქცევის საერთო წრეში გადადიან. ამის შედეგად ცხოველები სწრაფად ილუპებიან ცილების დაშლის მავნე პროდუქტებისაგან მოწამვლისა და აგრეთვე შარლოვანას წარმოქმნის დარღვევის გამო.

ნაწლავებიდან შეწოვილი ამინომკაეების 40% სისხლთან ერთად ქსოვილებში შედის, სადაც მათგან ორგანიზმისათვის დამახასიათე-

ბელი ცილები წარმოიქმნება. დანარჩენი ამინომჟავები რჩებიან ღვიძლში. აქ ნაწილი ცილებს წარმოქმნის და ნაწილი ღეზამინირდება.

საკმლის მომწელებელი არხის დაცვითი თვისება

ორგანიზმის შიდა გარემო გარე სამყაროს საკმლის მომწელებელი არხის საშუალებით უკავშირდება. საკმლის მომწელებელ არხში მოხვედრილ სხვადასხვა საკვებ ნივთიერებას ლორწოვანი გარსი არჩევით ატარებს ორგანიზმის შიდა გარემოში.

საკმლის მომწელებელი არხის მთელ სიგრძეზე და განსაკუთრებით პირის ღრუში განლაგებული ლიმფური კვანძები უნებელყოფენ ნაწლავიდან ლიმფასა და სისხლში მოხვედრილ ავადმყოფობის გამომწვევ მიკრობებს.

მიკრობებს ანადგურებენ აგრეთვე საკმლის მომწელებელი წვენები, ნერწყვის ლიზოციმი.

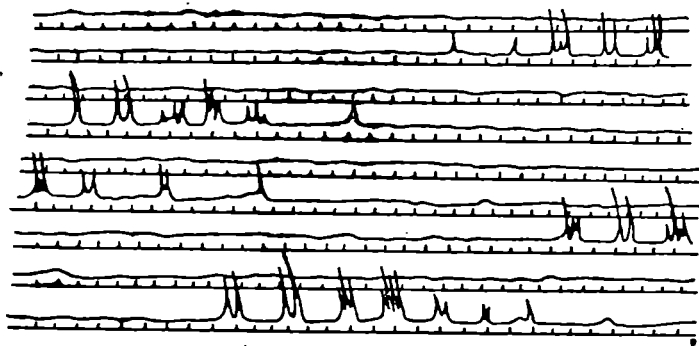
საკმლის მომწელებელი არხი ასრულებს აგრეთვე გამოყოფის ფუნქციას. ხახვისა და ნიორის აქროლადი ნივთიერებანი, წამლები და სხვა უცხო ნივთიერებანი ორგანიზმში მოხვედრის შემდეგ საკმლის მომწელებელი ჭირკვლების მიერ ნაწლავის სანათურში გამოიყოფიან.

ბუნებრივ პირობებში განუწყვეტლივ მიმდინარეობს ორგანიზმის უჯრედებისა და ქსოვილების დაშლა და აღდგენა. ცილები და მისი დაშლის პროდუქტები სისხლიდან საკმლის მომწელებელ არხში გამოიყოფა. აქ ისინი საკმლის მომწელებელი ფერმენტების გავლენით საბოლოოდ იშლებიან ამინომჟავებად, კვლავ შეიწოვებიან საკმლის მომწელებელი არხიდან სისხლში და მონაწილეობენ დაშლილი უჯრედების აღდგენის პროცესში.

საკმლის მომწელებელი არხის პერიოდული მოწმელება

საკმლის მომწელების გარეშე, საკმლის მომწელებელი ჭირკვლების სრული მოსვენების პერიოდში, როდესაც ცხოველის კუჭი ცარიელია, შეიმჩნევა კუჭისა და წვრილი ნაწლავების შეკუმშვები, პანკრეასის ნაღველისა და წვრილი ნაწლავების ფერმენტებითა და ორგანული ნივთიერებებით მდიდარი წვენების სეკრეცია. საკმლის მომწელებელი არხის ასეთი პერიოდული მოქმედება დაახლოებით ყოველ 1,5 საათში მეორდება და გრძელდება 20—30 წუთი (სურ. 30).

პერიოდული მოქმედების ფიზიოლოგიური დანიშნულებაა გამოყოფილი საკმლის მომნელებელი წვენების სისხლში შეწოვა და სისხლის ფერმენტებით გამდიდრება. პერიოდული შეკუმშვების და



სურ. 30. ძალის კუჭის პერიოდული („მშიერი“) მოძრაობების ჩანაწერი.

პერიოდულად გამოყოფილი წვენები ასუფთაებენ საკმლის მომნელებელ არხს საკმლის ნარჩენებისაგან.

საკმლის მომნელებელი არხის პერიოდული მოქმედების შესწავლის შედეგად მკვლევარები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ კუჭისა და ნაწლავების პერიოდული შეკუმშვები ააგზნებენ შიშვილის შეგრძნებას, ამიტომ მათ „მშიერი შეკუმშვები“ ეწოდებათ.

დეფეკაცია

დეფეკაცია მსხვილი ნაწლავების დაცარიელებაა განავლის მასებისაგან. იგი ნაწლავის რეცეპტორების განავლის მასებით მექანიკური გაღიზიანების გამო რეფლექსურად ხდება. განავლის მასების სწორ ნაწლავში ჩამოსვლისას ადამიანს აღეძვრება გარეთ გასვლის სურვილი, რადგან ნაწლავის გაჭიმვისას აფერენტული იმპულსები თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქს აღწევენ. დეფეკაციის დაწყებამდე სწორი ნაწლავი არ შეიცავს განავალს.

სწორი ნაწლავის ლორწოვან გარსში განავლის მასებით მექანიკური და ქიმიური გაღიზიანებისას აღმოცენდებიან აფერენტული იმპულსები, რომლებიც ზურგის ტვინს სასირცხო ნერვების საშუალებით აღწევენ. დეფეკაციამდე სწორი ნაწლავის შიგნითა და გარეთა სფინქტერი ტონური შეკუმშვით კეტავენ სწორი ნაწლავის გასავალს.

აფერენტული იმპულსები, როგორც კი მიაღწევენ ზურგის ტვინის წელის განყოფილებას, რეფლექსურად იხსნებიან სწორი ნაწლავის სფინქტერები და იკუმშებიან მუცლის პრესის კუნთები. დეფეკაციის რეფლექსური ცენტრი მდებარეობს ზურგის ტვინის წელის მე-3—4 სეგმენტში, რომლებიდანაც სფინქტერების გამხსნელი ეფერენტული იმპულსები სფინქტერებს წინა ფესვებისა და ჯორჯლის ქვედა კვანძების გზით აღწევენ, ხოლო სფინქტერების ჩამკეტი ეფერენტული იმპულსები სფინქტერებთან ზურგის ტვინის ვაგის მე-3—5 სეგმენტებიდან გამოდის და მენჯის ნერვთან მიდის.

შუამდებარე ტვინში, მხედველობის ბორცვში მდებარეობს დეფეკაციის ცენტრი, რომელსაც ემორჩილებიან ზურგის ტვინის დეფეკაციის ცენტრები, დეფეკაციის უმაღლესი ცენტრი მდებარეობს თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების წინა განყოფილების ქერქში (ვ. ბენტერევი).

დეფეკაცია შეიძლება შეკავდეს ნებით. შეშინება იწვევს უნებლიე დეფეკაციას თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების წინა ცენტრალური ხვეულის ქერქიდან ზურგის ტვინში ეფერენტული იმპულსების გატარების გამო.

საკმლის მოწელების ასაკობრივი თავისებურებანი

საკმლის მომწელებელი ორგანოები ჯერ კიდევ განვითარების მუცლად ყოფნის პერიოდში იწყებენ ფუნქციონირებას. ბავშვის დაბადებამდე მათი ფუნქცია ძლიერ სუსტადაა გამოხატული სეკრაციის აღმძვრელი ნივთიერებების არარსებობის გამო.

სანერწყვე ჯირკვლები დაბადებისთანავე იწყებენ ფუნქციონირებას, მაგრამ პირველ თვეებში გამოყოფილი ნერწყვის რაოდენობა უმნიშვნელოა, რის გამოც პირის ღრუს ლორწოვანი გარსი მშრალია. 4—6 თვის ასაკში ნერწყვის გამოყოფა მნიშვნელოვნად ძლიერდება. ბავშვები ვერ ასწრებენ ნერწყვის გადაყლაპვას და ხშირად იგი პირიდან უნებლიეთ მოედინება.

ნერწყვის რეაქცია ბავშვებში ყველაზე ხშირად ნეიტრალურია, იშვიათად სუსტი ტუტე ან სუსტი მჟავაა. ბავშვის ნერწყვი შეიცავს ფტიალინს. ასაკის მომატებასთან ერთად ნერწყვის რაოდენობა მატულობს. 11—12 წლის ბავშვებში ნერწყვის რაოდენობა საკვებში 200 მლ-ია. საკვების გარეშე — 400—600 მლ. სულ დღე-ღამის განმავლობაში გამოიყოფა 800-მდე მლ ნერწყვი.

კუჭის ინტენსიური ზრდა პირველი წლის განმავლობაში წარმოებს. განსაკუთრებით სწრაფად იზრდება იგი 10 წლამდე. ახალშობილებში კუჭის ტევადობა 30—35 მლ-ია, 1 წლისათვის 250 მლ,

3 წლისათვის 600 მლ, 10—12 წლისათვის 1,5 ლ, ხოლო მოზრდილებში 3 ლ-ია.

კუჭის შენების განვითარება ძირითადად 7 წლისათვის მთავრდება, თუმცა მისი დიფერენცირება სქესობრივ მომწიფებამდე გრძელდება.

ახალშობილებში კუჭის ლორწოვანის მიერ ქლორის გამოყოფის ფუნქცია მკვეთრადაა გამოხატული. მარილმჟავას სეკრეცია 2,5—4 წლის ასაკში იწყება. კუჭის საერთო შევიანობა დაბადების მომენტისათვის რძის მჟავათა განპირობებული. კუჭის წვენის შევიანობა ძუძუთა ბავშვებში უდრის 3—8.

ახალშობილის კუჭის წვენი შეიცავს ფერმენტებს (პეპსინს, კატეფსინს, ქიმოზინს, ლიპაზას), რძისა და შეკავშირებულ მარილმჟავას. მარილმჟავის არასაკმარისი რაოდენობის გამო მხოლოდ რძის ცილების — ფიბრინისა და კაზეინის დაშლა წარმოებს. რაც შეეხება ალბუმინებსა და გლობულინებს, ისინი პროტეოლიტურ ჰიდროლიზს არ განიცდიან. ქიმოზინი რძეს ახჰოებს და მას დიდი მნიშვნელობა აქვს ძუძუს წოვების პერიოდში. ფერმენტი მხოლოდ სუსტ მჟავა-არეში მოქმედებს. მისი აქტიურობა თანდათანობით მატულობს.

ლიპაზა ყველა ასაკის ბავშვის კუჭის წვენშია აღმოჩენილი. ფერმენტი მოქმედებს მხოლოდ ემულსირებულ ცხიმებზე, განსაკუთრებით ადვილად შლის რძის ცხიმს. ასაკის მომატებასთან ერთად ლიპაზას აქტიურობა მატულობს.

ქალის რძით კვებისას გამოყოფილ კუჭის წვენის შევიანობა და ფერმენტული აქტიურობა შედარებით მცირეა, ვიდრე ძროხის რძით კვებისას.

ბავშვის ძუძუთი სწორი კვების დროს კუჭი საკვებისაგან 2,5—3 საათის შემდეგ ცარიელდება; ძროხის რძით კვებისას — 3—4 საათის შემდეგ. ცხიმითა და ცილებით მდიდარი საკვები კუჭში 4,5—6,5 საათის განმავლობაში რჩება.

ნაწლავების წვენი უკვე სიცოცხლის პირველ დღეებშივე შეიცავს ყველა ძირითად ფერმენტებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ საკმლის მონელების პროცესებს.

ბავშვთა ადრეულ ასაკისათვის საკმლის მომნელებელი მილს მომატებული გამტარობა, არასაკმარისი ბარიერული ფუნქციაა დამახასიათებელი. ამის გამო, ტოქსიური ნივთიერებები და არასრული დაშლის პროდუქტები ნაწლავის კედლის გავლით სისხლში ადვილად გადადიან და იწვევენ ტოქსიკოზს.

ბავშვის ასაკის მომატებასთან ერთად მნიშვნელოვნად იცვლება ნაწლავების ბაქტერიული ფლორის შედგენილობა. მუცლად ყოფნის პერიოდში საკმლის მომნელებელი მილი სტერილურია, ხოლო და-

ბადებიდან უკვე რამდენიმე საათის შემდეგ ბაქტერიები და მიკრობები იწყებენ შეჭრას. შემდეგში კი მიკროფლორის განვითარება კვების ხასიათზეა დამოკიდებული.

დეფეკაციის რიცხვი ძუძუთა ბავშვებში ფართო ფარგლებში მერყეობს: პირველ კვირებში ნაწლავები იცლება 4—5-ჯერ დღე-ღამეში, შემდგომ 2—3-ჯერ, ხოლო ერთი წლიდან — 1—2-ჯერ.

თ ა ვ ი მ ე ხ უ თ ი

ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა

ნივთიერებათა ცვლა

ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმოქმედებას საფუძვლად უდევს ნივთიერებათა ცვლა, რომლის გარეშეც სიცოცხლე შეუძლებელია. ნივთიერებათა ცვლის შეწყვეტასთან ერთად სიცოცხლაც წყდება. ნივთიერებათა ცვლის საშუალებით მყარდება კავშირი ორგანიზმსა და გარემოს შორის. ორგანიზმი გარემოდან ლებულობს საკვებ ნივთიერებებს, ხოლო გარემოში გამოყოფს ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებს. ნივთიერებათა ცვლა მოიცავს ორ ურთიერთსაწინააღმდეგო ასიმილაციისა — მარტივი ნივთიერებებიდან რთულის წარმოქმნის და დისიმილაციის — რთულ ნივთიერებათა დაშლის პროცესს. ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესები განპირობებულია ასიმილაციისა და დისიმილაციის უწყვეტი პროცესით. ეს პროცესები ერთმანეთის გარეშე წარმოუდგენელია.

ორგანიზმის ცხოველმოქმედებისათვის ენერგიას: ლებულობენ დისიმილაციის პროცესის დროს — რთული ნივთიერებების დაშლისას. დაშლა ორი გზით ხდება: ენერგადის მონაწილეობით, რასაც სუნთქვა ანუ ენერგეა ეწოდება და ენერგადის მონაწილეობის გარეშე, რომელიც დუღილის ანუ გახლეჩის სახელითაა ცნობილი.

სუნთქვისას ნივთიერება სრულად იყენება და მთლიანად თავისუფლდება იმ ენერგიისაგან, რომელსაც იგი შეიცავს. დაშლას განიცდის ნახშირწყლები, ცილები და ცხიმები, რომლის დროსაც წარმოიქმნება ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტები, როგორცაა: ნახშირორჟანგი, წყალი და აზოტოვანი ნაერთები. ამონიაკი, რომელიც ცილების დაშლის ერთ-ერთი საბოლოო პროდუქტია, ძუძუმწოვრებში გარდაიქმნება შარდოვანად და ორგანიზმიდან გამოიყოფა. მცენარეები ამონიაკს კი არ გამოყოფენ, არამედ იყენებენ აზოტოვანი ნაერთების სინთეზისათვის.

დუღილისას, სუნთქვისაგან განსხვავებით, ენერგია მთლიანად არ თავისუფლდება. ენერგიის ნაწილი რჩება არასრული დაშლის პროდუქტებში: რძის მეავაში, სპირტებში და სხვა. დუღილის პროცესს ადგილი აქვს კუნთებში. ანაერობულ (უქანგბადო) რეაქციებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ დისიმილაციის პროცესში, რადგან ისინი წინ უსწრებენ ქანვეით პროცესებს.

ასიმილაციის პროცესებიც ორგანიზმში სხვადასხვანაირად მიმდინარეობს. მწვანე მცენარეები და ზოგიერთი ბაქტერია ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზს გარემოს არაორგანულ ნაერთებიდან ახდენენ. ამ ორგანიზმებს ავტოტროფულს უწოდებენ. ცხოველები, მცენარეებიდან — სოკოები სინთეზისათვის იყენებენ მზა ორგანულ ნაერთებს. მათ ჰეტეოტროფული ორგანიზმები ეწოდება.

ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლის შედეგად, ვიდრე ცვლის საბოლოო პროდუქტები წარმოიქმნებოდეს, ადგილი აქვს რთულ გარდაქმნებს ე. წ. შუალედურ (ინტერმედურ) ცვლას. შუალედური ცვლის შესწავლის დროს იკვლევენ იმ გარდაქმნებს, რასაც განიცდის ორგანიზმში, ქსოვილებსა და უჯრედებში ნაწლავეებიდან გადასული ნივთიერებები.

ცხოველის სხეულში მოხვედრილი ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები განიცდის თანდათანობით დაშლას, რაც უკვე ნაწლავეებში იწყება. დაშლა ხდება ცილოვანი ბუნების ნივთიერებების — ფერმენტების მონაწილეობით. ფერმენტები ბიოლოგიური წარმოშობის ორგანული კატალიზატორებია. ისინი აჩქარებენ რეაქციას და სპეციფიკურად მოქმედებენ ნივთიერებებზე. ფერმენტები თავისი მოქმედების მექანიზმის მიხედვით რამდენიმე ჯგუფად იყოფა: ფერმენტებს, რომლებიც რთულ ნივთიერებას ჰიდროლიზით (წყლის მოლეკულის შეერთებით) შლიან — ჰიდროლიზური ფერმენტები ეწოდება; თუ რეაქცია დაჟანგვის საშუალებით მიმდინარეობს — დამჟანგველი და ა. შ. საკმლის მომწოდებელი ფერმენტები ჰიდროლიზური ფერმენტებია. ფერმენტები აჩქარებს, როგორც დაშლას, ისე სინთეზის პროცესებს, ე. ი. იგი აჩქარებს რეაქციის ორივე მხარეს. ამრიგად, ფერმენტული რეაქციები შექცევადია.

ფერმენტები მგრძობიარეა ტემპერატურისა და წყალბად-იონთა კონცენტრაციის მიმართ. ტემპერატურის მომატებისას ფერმენტების აქტიურობა მატულობს. ყველა ფერმენტს აქვს თავისი ოპტიმალური აქტიურობა წყალბად-იონთა გარკვეული (ოპტიმალური) კონცენტრაციის დროს. ოპტიმალური კონცენტრაციიდან გადახრა (მომატება ან შემცირება) ფერმენტების აქტიურობის შემცირებას იწვევს.

საკმლის მომწელებელ მიღში საკვებთან ერთად მიღებული ცილები იშლება. ცილები ნაწლავებიდან ამინომჟავებისა და ნაწილობრივ პოლიპეტიდების სახით შეიწოვება და სისხლით მთელ ორგანიზმში მიიტანება. ქსოვილთა და ორგანოების უჯრედებში ადამიანის ორგანიზმისათვის საკეთიფიკური ცილების სინთეზი წარმოებს. ცილების სინთეზი ამინომჟავებიდან ხდება. ის არ შეიძლება სინთეზირებული იქნეს ნახშირწყლებიდან და ცხიმებიდან. ამიტომ, ცილების დანაკლისი, მხოლოდ ცილების მიღებით შეიძლება ანაზღაურდეს. ცილების სინთეზთან ერთად, ცილების ნაწილი იშლება და ამრიგად, ორგანიზმში წარმოებს ცილების ცვლის განუწყვეტელი პროცესი.

ცილებს ორგანიზმისათვის აქვს პლასტიკური და ენერგეტიკული მნიშვნელობა. ცილების პლასტიკური მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი წარმოადგენენ აუცილებელ საამშენებლო მასალას უჯრედებისათვის. ცილები აუცილებელია, აგრეთვე, ჰემოგლობინის, ფერმენტებისა და ჰორმონების წარმოქმნისათვის. ცილების ენერგეტიკული მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ ცილების დაშლის შედეგად გამოიყოფა ენერგია, რომელიც ხმარდება ორგანიზმის ცხოველმყოფელობით პროცესებს. ცილებს უმთავრესად პლასტიკური მნიშვნელობა აქვს.

ცილების დაშლის პროცესში სხვა ნივთიერებებთან ერთად წარმოიქმნება აგრეთვე, ცილების დაშლის საბოლოო პროდუქტები: წყალი, ნახშირორჟანგი და აზოტის შემცველი ნაერთები — ამონიაკი, შარდის მჟავა და სხვ. ამონიაკი უხამიანი ნივთიერებაა, რომელიც ღვიძლში შარდოვანად გარდაიქმნება.

გამორკვა, რომ ცილებში შემავალ 20 ამინომჟავიდან 10 ამინომჟავას შენაცვლება შეიძლება სხვა ამინომჟავათი, დანარჩენის შენაცვლება კი შეუძლებელია. შეუნაცვლებელი ამინომჟავების გარეშე ცილის სინთეზი მკვეთრად ირღვევა და ორგანიზმში ცილის ნაკლებობას განიცდის. ჩერდება სხეულის ზრდა, მცირდება სხეულის წონა და სიცოცხლის ხანგრძლივობა. შეუნაცვლებელი ამინომჟავებია: ლეიცინი, იზოლეიცინი, ვალინი, მეთიონინი, ტრეონინი, ლიზინი, ფენილალანინი, ჰისტიდინი, არგინინი და ტრიფტოფანი. სხვა ამინომჟავების შენაცვლება კი შესაძლებელია. მაგალითად თიროზიანი შეიძლება შეიცვალოს ფენილალანინით, რომლისგანაც იგი სინთეზირდება ორგანიზმში.

ყველა ცილას ადამიანის ორგანიზმისათვის ერთნაირი ბიოლოგიური ღირებულება არა აქვს. ცილებს, რომელთა შედგენილობა-

ში შედის ორგანიზმისათვის საჭირო ყველა ამინომჟავა, ს რ უ ლ ფ ა ს ო ვ ა ნ ი ცილები ეწოდება, ხოლო ცილები, რომლებიც არ შეიცავენ ყველა საჭირო ამინომჟავას — ა რ ა ს რ უ ლ ფ ა ს ო ვ ა ნ ი ცილებია.

ორგანიზმისათვის აუცილებელია სრულფასოვანი ცილების მიღება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ადამიანმა უნდა მიიღოს რამდენიმე არასრულფასოვანი ცილა, რომ ორგანიზმისათვის აუცილებელი ამინომჟავების დანაკლისი აინაზღაუროს. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მზარდი ორგანიზმისათვის სრულფასოვანი ცილების მიღებას, რადგან ბავშვის ორგანიზმში დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ახალი უჯრედები.

ცილებს შეიცავს როგორც ცხოველური, ისე მცენარეული პროდუქტები. ცხოველური წარმოშობის ცილები გვხვდება ხორცში, კვერცხში, რძის ნაწარმში და სხვა, ხოლო მცენარეული — პურში, ბურღულში და სხვ. ცხოველური ცილები სრულფასოვანია, ხოლო მცენარეული — არასრულფასოვანი.

ორგანიზმისათვის მნიშვნელობა აქვს არა მარტო საკვებთან მიღებული ცილების ბიოლოგიურ ღირებულებას, არამედ მათ რაოდენობასაც. ცილების არასაკმარისი რაოდენობის მიღების შემთხვევაში ორგანიზმის ზრდა-განვითარება ნორმალურად არ მიმდინარეობს.

ორგანიზმში დაშლილი ცილის რაოდენობის შესახებ მსჯელობენ ორგანიზმიდან გამოყოფილი აზოტის რაოდენობის მიხედვით. ცილებში აზოტის საშუალო რაოდენობა 16%-ია (1 გრ. აზოტი შედის 6,25 გ. ცილაში). თუ მიღებული აზოტის რაოდენობას 6,25 გავამრავლებთ, ამით შესაძლებელია დაშლილი ცილის რაოდენობა განვსაზღვროთ. დაშლილი ცილების რაოდენობას ჩვეულებრივად საზღვრავენ შარდით გამოყოფილი აზოტის რაოდენობით.

ჯანმრთელი სრულფასოვანი ადამიანის ორგანიზმში ადგილი აქვს აზოტურ წონასწორობას, ე. ი. ორგანიზმის მიერ მიღებული აზოტის რაოდენობა უდრის გამოყოფილი აზოტის რაოდენობას.

ორგანიზმში ცილის შეჩერებას (გარდა ბავშვებისა) ადგილი აქვს აგრეთვე სრულფასოვან ადამიანებშიც, დამაუძლურებელ დაავადებისა და ხანგრძლივი შიმშილის შემდეგ, როდესაც ცილა აუცილებელია გამოფიტული ქსოვილებისა და ორგანოების აღსადგენად. ამ შემთხვევაში ორგანიზმში შეყვანილი აზოტის რაოდენობა სჭარბობს გამოყოფილი აზოტის რაოდენობას, ე. ი. ადგილი აქვს დადებით აზოტურ ბალანსს.

შიმშილისა და მძიმე დაავადების დროს ადგილი აქვს საკუთარი

ქსოვილების დაშლას, რომლის დროსაც გამოყოფილი აზოტის რაოდენობა სჭარბობს მიღებული აზოტის რაოდენობას, ე. ი. ადგილი აქვს უარყოფით აზოტურ ბალანსს.

სრულასაკოვანი ადამიანი, სრული მოსვენების დროს, დღე-ღამის განმავლობაში გამოყოფს 2—4,5 გ აზოტს, რაც 12,5—28 გ ცილის დაშლას შეესაბამება.

ცილების ცვლის რეგულაცია წარმოებს შუამდებარე ტვინის ჰიპოთალამურ არეში მოთავსებულ სპეციალურ ცენტრების საშუალებით. აღნიშნული ცენტრების ექსპერიმენტული დაზიანებისას ცილების დაშლა ძლიერდება, რის გამოც შარდში აზოტის გამოყოფა მატულობს.

ცილოვან ცვლაზე ნერვულ გავლენას შემდეგნაირად ხსნიან: ნერვული სისტემა გავლენას ახდენს შინაგანი სეკრეციის ჭირკვლების მიერ ჰორმონების გამოყოფაზე; კერძოდ იგი აძლიერებს ფარისებრი ჭირკვლის ჰორმონების — თირკჭინის, ტრიოდთირონინისა და ჰიპოფაზის წინა ნაწილის სომატოტროპული ჰორმონის სეკრეციას, რომლებიც თავის მხრივ ცილოვან ცვლაზე მოქმედებენ.

ცხიმების ცვლა

ცხიმები უმთავრესად ენერგეტიკული მასალაა, მაგრამ იგი აუცილებელია ორგანიზმისათვის როგორც პლასტიკური მასალა, რომლებიც სხვადასხვა ქსოვილის უჯრედების სტრუქტურების შედგენილობაში შედიან. ცხიმი უჯრედის პროტოპლაზმაში შესაძლებელია წვეთების სახით იყო ჩართული, რომლებსაც სამარაგო ცხიმის მნიშვნელობა აქვს.

კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში ცხიმები იშლება გლიცერინად და ცხიმოვან მჟავებად. გლიცერინი ადვილად შეიწოვება, ხოლო ცხიმოვანი მჟავები გასაბუნის შემდეგ შეიწოვება. წვრილ ნაწლავებში გლიცერინისა და ცხიმოვანი მჟავების შეწოვის დროს, ხელახლა წარმოიქმნება ცხიმი, მაგრამ უკვე ადამიანისათვის სპეციფიკური; შემდეგ ცხიმი გადადის ლიმფაში (უმნიშვნელო რაოდენობა უშუალოდ სისხლში), ლიმფიდან კი სისხლში. სისხლი ცხიმს მთელ ორგანიზმში მიიტანს. ცხიმი ორგანიზმის მიერ მოიხმარება, ხოლო ნაწილი გროვდება მარაგის სახით. ცხიმი უმთავრესად გროვდება კანქვეშა ქსოვილში, ბადექონში, თირკმლების ირგვლივ, შინაგან ორგანოებში და სხვ. სამარაგო ცხიმების დიდ რაოდენობას შეიცავს ღვიძლი და კუნთები. სამარაგო ცხიმები საჭიროების შემთხვევაში იშლება. ცხიმის რაოდენობა ორგანიზმში საშუალოდ სხეულის წონის 10—20% შეადგენს. სიმსუქნის შემთხვევაში, როდესაც ნივთიერებათა ცვლის

პროცესები დარღვეულია, ცხიმის რაოდენობამ შესაძლებელია 50% მიაღწიოს.

სამარაგო ცხიმების რაოდენობა დამოკიდებულია სქესზე, ასაკზე, მუშაობის პირობებზე, ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე და სხვ. ადამიანის ორგანიზმში ცხიმების სინთეზს მხოლოდ საკვები ცხიმებიდან კი არ აწარმოებს, არამედ ცილებისა და განსაკუთრებით ნახშირწყლებიდანაც.

ოლეინის, პალმიტინისა და სტეარინის ცხიმოვანი მჟავების შემცველი საკვებით კვებისას ორგანიზმში წარმოებს სპეციფიკური ცილების სინთეზი: მაგრამ თუ ადამიანის საკვები შეიცავს მხოლოდ რომელიმე ერთ ცხიმოვან მჟავას, მაგალითად, ოლეინისას, მაშინ განსხვავებული ცხიმი წარმოიქმნება — ის უფრო თხიერი იქნება. ცხიმი სხვადასხვა თვისებისაა, არა მარტო სხვადასხვა ცხოველში, არამედ ერთიდაიმავე ცხოველის სხვადასხვა ორგანოშიც.

გარდა ე. წ. ნაჭერი ცხიმოვანი მჟავებისა, როგორცაა პალმიტინი და სტეარინი, არსებობს უჯერი ცხიმოვანი მჟავებიც: ოლეინი, ლინოლი, ლინოლენი და არაქიდონი. საკვებში უჯერი ცხიმოვანი მჟავების ნაკლებობისას ქვეითდება სისხლძარღვთა ელასტიკურობა, მატულობს მათი კედლის განვლადობა, ირღვევა სქესობრივი ფუნქცია, ხელს უწყობს მიოკარდიუმის ინფარქტისა და თრომბოზის განვითარებას. უჯერ ცხიმოვან მჟავებს შეიცავს მცენარეული ზეთი. არაქიდონის მჟავას — ქათმის, ბატისა და ღორის ქონი.

ცხიმების ცვლაზე მარეგულირებელ გავლენას ახდენს ჰიპოთალამუსის მიდამოში განლაგებული სპეციალური ცენტრები. ცხიმოვან ცვლაზე ნერვული სისტემის გავლენა შესაძლებელია განხორციელდეს შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების — ჰიპოფაზის, ფარისებრის, პანკრეასის და სასქესო-სეკრეციის შეცვლით. ჰიპოფაზის, ფარისებრი ჯირკვლის და სასქესო ჯირკვლების სეკრეციის უკმარისობის შემთხვევაში ვითარდება სიმსუქნე. პანკრეასის ჰორმონი—ინსულინი აძლიერებს ცხიმების წარმოშობას ნახშირწყლებიდან.

ორგანიზმისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, ლიპოიდების ანუ ცხიმისმაგვარი ნივთიერებების — ფოსფატიდებისა და სტერინების — ცვლას.

ფოსფატიდები და სტერინები ცხიმით მდიდარ საკვებ პროდუქტებშია. ისინი შედიან უჯრედის მემბრანის, ბირთვისა და პროტოპლაზმის შედგენილობაში, განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა ნერვულ ქსოვილში. ფოსფატიდები სინთეზირდება ნაწლავების კედელსა და ღვიძლში — ღვიძლი ლეციტინის დეპოა. ფოსფატიდების სინთეზი წარმოებს ნეიტრალური ცხიმებისაგან; ფოსფორმჟავასა და აზოტოვანი ფუძის — ქოლინისაგან. -

დიდი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს სტერინებს, განსაკუთრებით ქოლესტერინს. როგორც ჩანს, სტერინები მონაწილეობას ლებულობს სასქესო ჰორმონების, თირკმელზედა ჯირკვლის ქერქის ჰორმონისა და D ვიტამინის წარმოქმნაში.

ნახშირწყლების ცვლა

ნახშირწყლები ორგანიზმისათვის ენერჯის მთავარი წყაროა. ნახშირწყლებს ორგანიზმი ლებულობს უმთავრესად პოლისაქარიდების (სახამებელი), აგრეთვე დისაქარიდებისა და მონოსაქარიდების სახით. საკმლის მომწებებელ მილში რთული ნახშირწყლები მარტივ ნახშირწყლებად, უმთავრესად გლუკოზად იშლება. გლუკოზა წვრილ ნაწლავებში ადვილად შეიწოვება და სისხლით ორგანოებსა და ქსოვილებში მიიტანება. ორგანოებში განსაკუთრებით ღვიძლსა და კუნთებში გლუკოზისაგან გლიკოგენი, ანუ ცხოველური სახამებელი სინთეზირდება. გლუკოზის რაოდენობა სისხლში ყოველთვის გარკვეულ დონეზეა და იგი 0,1% უდრის.

გლიკოგენი კუნთებისა და სხვა ორგანოების ცხოველმყოფელობითი პროცესების დროს იშლება და სითბო გამოიყოფა. ამიტომ, კუნთებში გლიკოგენის დაშლა ერთ-ერთი მთავარი პროცესია, რომელიც უზრუნველყოფს კუნთების მუშაობას.

ფერმენტ ფოსფორილაზის გავლენით, რომელიც აქტიურდება კუნთების შეკუმშვისას, გლიკოგენს ფოსფორმეჯავის მოლეკულები უკავშირდება და იგი გლუკოზო-ფოსფატამდე იშლება. ე. ი. ადგილი აქვს ფოსფორილების პროცესს, რომელიც გლიკოგენის დაშლაში მნიშვნელოვან ეტაპს წარმოადგენს.

ცხოველების ორგანიზმში ნახშირწყლების დაშლა მიმდინარეობს როგორც უქანგბადოთ (ანაერობული გლიკოლიზი), ისე დაქანგვის გზით (აერობული გლიკოლიზი). ნახშირწყლების დაშლის საბოლოო პროდუქტებია: ნახშირორჟანგი და წყალი.

ღვიძლში არსებული გლიკოგენი საკვების მარაგს წარმოადგენს და საჭიროების შემთხვევაში იგი გლუკოზად გარდაიქმნება. გლიკოგენის დაშლას გლუკოზად და მისგან კვლავ გლიკოგენის წარმოქმნას ჰორმონები არეგულირებენ. პანკრეასის ჰორმონის — ინსულინის მოქმედების შედეგად გლუკოზიდან გლუკოგენის სინთეზი ხდება, ხოლო თირკმელზედა ჯირკვლის ჰორმონის — ადრენალინის მოქმედებით გლიკოგენი გლუკოზად იშლება.

შაქრის დიდი რაოდენობით (150—200 გ) მიღების შემთხვევაში შაქრის შემცველობა სისხლში მატულობს და მას ალიმენტური ჰიპერგლიკემია ეწოდება. შაქრის ჰარბი რაოდენობა თირკმლებით

გამოიყოფა, ე. ი. შარდში ჩნდება გლუკოზა, რომელსაც გლუკოზურია ეწოდება. შარდში გლუკოზა მაშინ გამოიყოფა, როდესაც სისხლში შაქარი 0,15—0,18 %-ია. ალიმენტური გლუკოზურია დროებითი მოვლენაა და იგი სწრაფად გაივლის.

პანკრეასის ინსულინის გამოყოფი ჩირკვლების ფუნქციის დაქვეითების შემთხვევაში ვითარდება დაავადება, რომელიც დიაბეტის ანუ შაქრის ავადმყოფობის სახელითაა ცნობილი. ამ დაავადების დროს შაქრის რაოდენობა სისხლში მკვეთრად მატულობს, რადგან ღვიძლი კარგავს შაქრის შეკავების უნარს. ღვიძლში აღარ წარმოებს გლიკოგენის სინთეზი და სისხლში არსებული კარბი შაქარი შარდით გარეთ გამოიყოფა.

გლუკოზა არა მარტო ენერგიის წყაროა ორგანიზმისათვის, არამედ იგი პლასტიკური მასალაცაა. იგი შედის პროტოპლაზმის შედგენილობაში და მამასადამე, აუცილებელი მასალაა უჯრედების შენებისათვის.

ნახშირწყლები აუცილებელია, აგრეთვე, ნერვული სისტემის ცხოველმყოფელობისათვის. სისხლში შაქრის კონცენტრაციის დაქვეითების შემთხვევაში 0,04 %-მდე ადგილი აქვს ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციის მკვეთრ მოშლას, რის შედეგად ვითარდება კრუნჩხვები, ბოდვები, ცნობიერების დაკარგვა და სხვ. ამ დროს საკმარისია კანქვეშ ან სისხლში გლუკოზის შეყვანა ან შაქრის მიღება, რომ აღნიშნული მოვლენები ლიკვიდირებული იქნეს.

ნახშირწყლები ორგანიზმში შეიძლება წარმოიქმნას ცილებიდან და ცხიმებიდან მაშინ, როდესაც მიღებული საკვები ნახშირწყლებს სრულიად არ შეიცავს.

ნერვული სისტემის გავლენა ნახშირწყლების ცვლაზე პირველად კლოდ ბერნარმა აღმოაჩინა. იგი მეოთხე პარკუჭის ფსკერის ჩხვლეთისას ლებულობდა ჰიპერგლიკემიას გლუკოზურით. ნახშირწყლების ცვლის უმალესი ცენტრები მოთავსებულია ჰიპოთალამუსში, რომელთა მოქმედება სიმპათიკური ნერვული სისტემით ხორციელდება. სიმპათიკური ნერვის აგზნების დროს გამოიყოფა ადრენალინი, რომელიც ღვიძლსა და კუნთებში არსებულ გლიკოგენის დაშლას იწვევს.

ნახშირწყლების ცვლაზე გავლენას ახდენს, აგრეთვე, თავის ტვინის ქერქიც. მაგალითად, სტუდენტებში, რომლებიც ღელავენ გამოცდების დროს, ადგილი აქვს შაქრის რაოდენობის მომატებას სისხლში და ზოგჯერ მისი შარდით გამოყოფასაც.

ნახშირწყლების ცვლის ჰუმორალური რეგულაცია ხორციელდება: ადრენალინის, ინსულინის და აგრეთვე, თირკმელზედა ჯირკვლის ჰერქისა და ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონებით.

მინერალური მარილებისა და წყლის ცვლა

მარილებისა და წყლის მინიშნალობა

ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები წყლისა და მარილების მონაწილეობით წარმოებს. მაგალითად, წყალში გახსნილი მარილებითაა განპირობებული წყლისა და ქსოვილური სითხის ოსმოსური წნევა. მარილებს მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, სისხლის აქტიური რეაქციის მუდმივობის შენარჩუნებაში. შემდეგ, წყალი და მინერალური მარილები მონაწილეობს დიფუზიისა და ოსმოსის მოვლენებში, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა აქვთ შეწოვის პროცესებში. ისინი ხელს უწყობენ პროტოპლაზმის კოლოიდური მდგომარეობის შენარჩუნებას.

ორგანიზმის მიერ წყლისა და მინერალური მარილების მიუღებლობა მძიმე დარღვევებსა და სიკვდილს იწვევს. მათი გამოყოფა ორგანიზმიდან შარდთან, განავალთან და ოფლთან ერთად წარმოებს.

მინერალური მარილების ცვლა

მინერალური მარილების ჰარბი რაოდენობით მიღების შემთხვევაში, შესაძლებელია სხვადასხვა ორგანოში მათი მარაგის სახით დაგროვება. ორგანიზმში ნატრიუმი და ქლორი ლაგდება კანქვეშა ქსოვილში, რკინა — ლეიძლში, კალციუმი და ფოსფორი — ძვლებში, კალიუმი — კუნთებში. მარილების ნაკლებობისას ორგანიზმი მარილებს ამ მარაგიდან ღებულობს.

ჩვეულებრივი შერეული კვების დროს ორგანიზმი მინერალურ მარილებს საკმარის რაოდენობით ღებულობს, გარდა ნატრიუმქლორისა (სუფრის მარილი); რომელიც საკვებს ემატება.

ნატრიუმის ცვლა. ნატრიუმს ორგანიზმი ღებულობს უმთავრესად სუფრის მარილის სახით. დღე-ღამის განმავლობაში ორგანიზმისათვის საჭიროა 4—5 გ ნატრიუმი, რაც 10—12,5 გ სუფრის მარილს შეესაბამება. ნატრიუმის მარილების ჰარბი რაოდენობით მიღებას თან სდევს ტოქსიკური მოვლენები. ბავშვებში შესაძლებელია ტემპერატურის მომატება, რასაც მარილის ცხელება ეწოდება.

ნატრიუმი ორგანიზმიდან უმთავრესად შარდთან ერთად გამოიყოფა. გარემოს ტემპერატურის მომატებისას ნატრიუმის გამყოფა ოფლის საშუალებით ძლიერდება.

ნატრიუმი მოქმედებს ორგანიზმის ზრდაზე. ნატრიუმის მიუღებლობა იწვევს ორგანიზმის ზრდის დარღვევას.

კალიუმის ცვლა. ადამიანის სადღეღამისო მოთხოვნილება კალიუმის მიმართ 2—3 გ-ია. სისხლში კალიუმის შემცველობის შემცირებისას, რომელიც ზოგიერთი წამლეულის მიღებისას ხდება, ირღვევა გულის კუნთის შეკუმშვის ფუნქცია.

კალციუმის ცვლა. კალციუმის იონები მონაწილეობს რიგ ფერმენტულ პროცესებში. მას დიდი მნიშვნელობა აქვს სისხლის შედგენაში, აგრეთვე ნერვული და კუნთოვანი სისტემის მოქმედებაში. კალციუმის სადღეღამისო მოთხოვნილება 0,6—0,8 გ-ია. ბავშვებს კალციუმი ორჯერ უფრო მეტი რაოდენობით ესაჭიროებათ ძვლოვანი სისტემის განვითარებისათვის. ასევე იზრდება მოთხოვნილება კალციუმის მარილების მიმართ ორსულ ქალებში, ნაყოფის ჩონჩხის განვითარების გამო. რადგან კალციუმი ნაწილობრივ შეიწოვება ორგანიზმში, ამიტომ საკვებში მისი რაოდენობა გაცილებით მეტი უნდა იყოს, ვიდრე ეს ორგანიზმისთვისაა საჭირო.

კალციუმი ძვლებში ფოსფორმკვავა და ნახშირმკვავა მარილების სახით გროვდება, რისთვისაც საჭიროა ფოსფორის საკმარისი რაოდენობით მიღება. ძვლები წარმოადგენს კალციუმის დეპოს მარაგს, სადაც კალციუმის განუწყვეტელი განახლება ხდება. ძვლის ერთი ჯგუფი უჭრადებისა — ოსტეოკლასტები ძვლოვან ნივთიერებას შლის და კალციუმი სისხლში გადადის, ხოლო მეორე ჯგუფი უჭრადებისა — ოსტეობლასტები ახალ ძვლოვან ქსოვილს წარმოქმნის სისხლით მოტანილ კალციუმის ხარჯზე. ამრიგად, ორგანიზმში განუწყვეტლივ წარმოებს კალციუმის ცვლა ძვალსა და სისხლს შორის. D ვიტამინის არარსებობისას, აგრეთვე ფარისებრ ახლო ჯირკვლების ჰორმონის უსაკმარისობისას აღვილი აქვს კალციუმის ცვლის დარღვევას.

ქლორის ცვლა. ქლორი ორგანიზმში უმთავრესად ნატრიუმ-ქლორის სახით ლაგდება. ქლორის უხვი მიღების შემთხვევაში მისი საერთო რაოდენობის მესამედი კანში გროვდება, რის გამოც კანი ქლორის დეპოს წარმოადგენს.

ქლორი ორგანიზმიდან გამოიყოფა შარდითა და განავლით, უმნიშვნელო ნაწილი კი ოფლით. გარემოს მაღალი ტემპერატურის პირობებში ქლორის გამოყოფა ოფლის ჯირკვლებით მატულობს.

ფოსფორის ცვლა. ფოსფორი მონაწილეობს მრავალ ორგანულ ნივთიერებათა ინტერმედურ ცვლაში. დიდია ფოსფორილების როლი

ნახშირწყლების ცვლისა და კუნთის შეკუმშვის დროს მიმდინარე ქიმიურ პროცესებში. ფოსფორი შედის ენერგიით მდიდარ ნაერთების შედგენილობაში, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა აქვთ ნერვულ ქსოვილის მოქმედებასა და ნივთიერებათა ცვლაში. ფოსფორის შეთვისება ხდება ნატრიუმისა და კალიუმის მარილებისა და ფოსფორის შემცველ ესთერების სახით. ფოსფორი ორგანიზმიდან გამოიყოფა შარდითა და განავლით. დღე-ღამეში ორგანიზმს ესაჭიროება 1—2 გ ფოსფორი. ორგანიზმში ფოსფორის დიდი რაოდენობა გროვდება ძვლებსა და კუნთებში.

ორგანიზმისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, იოდს, რკინას, თუთიას, სპილენძს, კობალტს და სხვ. რომლებიც ადამიანის ორგანიზმში ძლიერ მცირე რაოდენობითაა და მათ მიკროელემენტები ეწოდება.

იოდი. მისი საერთო რაოდენობა ორგანიზმში 0,03 გ-ია. იგი აუცილებელია ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონების — თიროქაინისა და ტრიიოდთირონინის სინთეზისათვის.

რკინა. მისი რაოდენობა ორგანიზმში 3—5 გ-ია. რკინა შედის ჰემოგლობინის, მიოგლობინისა და ფერმენტების — კატალაზას, პეროქსიდაზას, ციტოქრომის შედგენილობაში, რომლებიც მონაწილეობენ ჟანგბადის გადატანასა და ჟანგვით პროცესებში. რკინის ცილოვან ნაერთებიდან აღსანიშნავია აგრეთვე ტრანსფერინი — რომელსაც გადააქვს რკინა და ფერიტინი — რომელიც ღვიძლსა და ელენთაშია და მისგან ჰემი სინთეზირდება. რკინის სადღეღამისო მოთხოვნილება 10—30 მგ-ია.

სპილენძი აუცილებელია ნორმალური ერთროპოეზისათვის.

თუთია შედის სისხლის სუნთქვითი ფერმენტის — კარბო — ანჰიდრაზისა და იმ ქსოვილების შედგენილობაში, რომლებიც მიდრეკილი არიან ენერგიული ზრდისადმი.

კობალტი B_{12} ვიტამინის შედგენილობაში შედის. იგი აუცილებელია სისხლის წარმოშობის პროცესების ნორმალური მიმდინარეობისათვის.

წყლის ცვლა

წყალი ორგანიზმისათვის სასიცოცხლო მნიშვნელობისაა. ყველასათვის ცნობილია, რომ წყურველი უფრო ძნელი ასატანია, ვიდრე შიმშილი. უწყლოდ ადამიანი რამდენიმე დღეში იღუბება, ხოლო საკვების გარეშე მას შეუძლია 40—45 დღე იარსებოს.

ორგანიზმში ქიმიურად სუფთა წყალი არ მოიპოვება. მასში გახსნილია ორგანული და არაორგანული ნაერთები (თავისუფალი

წყალი), წყალი შედის აგრეთვე, კლოიდებისა (შებმული წყალი) და ცილების, ცხიმების და ნახშირწყლების მოლეკულების შედგენილობაში (შიდამოლეკულური წყალი). საყუათო ნივთიერებების დაშლის შედეგად თავისუფლდება წყალი.

სრულასაკოვანი მამაკაცის სხეული შეიცავს 61% წყალს, დედაკაცისა კი — 51%, ახალშობილებში წყლის რაოდენობა უფრო მეტია — 80%. სხვადასხვა ორგანოსა და ქსოვილში წყლის შემცველობა არათანაბარია. მოზრდილ ადამიანში წყლის ცვლა სტაბილურია, რაც სხეულის წონისა და სისხლში წყლის რაოდენობის მუდმივობაში გამოიხატება.

ადამიანი დღე-ღამეში საჭიროებს 2000—2500 მლ წყალს. აქედან 900—1000 მლ მოდის სასმელ წყალზე, 900—1000 მლ საკვებში შემავალ წყალზე, ხოლო 300—350 მლ იმ წყალზე, რომელიც საკვები ნივთიერებების ქიმიური გარდაქმნების შედეგად წარმოიქმნება.

წყალი ორგანიზმიდან გამოიყოფა საოფლე ჯირკვლების, ფილტვებისა და ნაწლავების გზით. თირკმლები დღე-ღამეში გამოყოფს 1000—1500 მლ. წყალს შარდის სახით, საოფლე ჯირკვლები—500—1000 მლ ოფლის სახით. ფილტვები — 350 მლ წყლის ორთქლის სახით, ნაწლავები 100—150 მლ განაევალთან ერთად.

მიღებული წყლის რაოდენობის შეფარდებას გამოყოფილ წყლის რაოდენობასთან, წყლის ბალანსი ეწოდება. მიღებულ და გამოყოფილ წყლის რაოდენობას შორის წონასწორობა უნდა არსებობდეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში ადგილი ექნება ორგანიზმის ცხოველმყოფელობის მკვეთრ დარღვევას.

ორგანიზმში წყლის დეპოზებია — კანი კანქვეშა ქსოვილით, კუნთები და ღვიძლი. დეპოზებიდან წყალი ორგანიზმის მიერ თანდათანობით მოიხმარება. ღვიძლი არა მარტო აკავებს წყალს, არამედ გადაჰყავს იგი ლიმფურ ძარღვებში. ღვიძლი არეგულირებს წყლის დონეს სისხლში.

წყლისა და მარილების ცვლის რეგულაციაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰიპოფიზის უკანა წილის ჰორმონს ვ ა ზ ო პ რ ე ს ი ნ ს და თირკმელზედა ჯირკვლების ჰორმონებს—მ ი ნ ე რ ა ლ ო კ ო რ ტ ი - კ ო ი დ ე ბ ს. ვაზოპრესინი აქვეითებს თირკმლების მიერ წყლის გამოყოფას. მინერალკორტიკოიდების გავლენით ქსოვილური სითხის წარმოქმნა ძლიერდება, რის გამოც შესაძლებელია. შეშუპება განვითარდეს. ისინი იწვევენ, აგრეთვე, ორგანიზმში ნატრიუმის შეკავებას და ორგანიზმიდან კალიუმის გამოყოფის გაძლიერებას.

წყლისა და მინერალური მარილების მარეგულირებელი ცენტრები მოთავსებულია ჰიპოთალამუსში.

ვიტამინები

ვიტამინები ორგანული ნივთიერებია, რომლებიც აუცილებელია ორგანიზმისათვის. ვიტამინები გარკვეულ გავლენას ახდენს ზრდაზე, ნივთიერებათა ცვლაზე და ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე. ვიტამინები ასრულებენ, აგრეთვე, კატალიზურ ფუნქციასაც.

ვიტამინების წყარო მცენარეებია, სადაც სინთეზირდება ვიტამინები ან პროვიტამინები. პროვიტამინები ცხოველურ ორგანიზმში ვიტამინებად გარდაიქმნება. ადამიანი ვიტამინებს ლეზულობს მცენარეულ და ცხოველურ საკვებთან ერთად. ადამიანისათვის 16—18 ვიტამინია საჭირო, რომელთა უმრავლესობას საკვებთან ერთად ლეზულობს, ხოლო მცირე ნაწილი ნაწლავებში სინთეზირდება. ზოგიერთი ვიტამინი ორგანიზმში ფერმენტების წარმოქმნაში მონაწილეობს.

საკვებში ვიტამინების არარსებობა სიკვდილს იწვევს, ხოლო მათი ნაკლებობა სხვადასხვა დაავადებას.

ვიტამინები აღმოაჩინა ნ. ლუნიმა 1880 წელს. მან ცდებით დასაბუთა ორგანიზმის მიერ ვიტამინების (ჯერ კიდევ უცნობი ნივთიერებების) მიღების აუცილებლობა.

ტერმინი „ვიტამინი“ შემოიღო კ. ფუნკმა 1912 წელს, რომელიც სიცოცხლის ამინს ნიშნავს. რადგან ვიტამინები სასიცოცხლო მნიშვნელობის ნივთიერებებია, ამიტომ მისი სახელწოდებაც აქედან წარმოიშვა. შემდეგში გამოირკვა, რომ ამინის ჯგუფი არაა დამახასიათებელი ვიტამინებისათვის, მაგრამ ტერმინი „ვიტამინი“ დამკვიდრდა მეცნიერებაში.

საკვებში ზოგიერთი ვიტამინის არარსებობით გამოწვეულ პათოლოგიურ მდგომარეობას — ა ვ ი ტ ა მ ი ნ ო ზ ი ე წ ო დ ე ბ ა, ხოლო ნაკლებობით — ჰ ი პ ო ვ ი ტ ა მ ი ნ ო ზ ი.

ორგანიზმის მიერ ვიტამინების სადღეღამისო მოთხოვნილება მცირეა და იგი მილიგრამებში, ზოგჯერ მილიგრამის მეასედ და მეათასედ წილებშიც კი იანგარიშება.

ვიტამინებს აღნიშნავენ ლათინური ანბანის ასოებით. უკანასკნელ წლებში მათ ქიმიურ და ფიზიოლოგიურ სახელწოდებებსაც აძლევენ:

ვიტამინები ორ დიდ ჯგუფად იყოფა: წყალში და ცხიმში ხსნად ვიტამინებად. წყალში ხსნად ვიტამინებს ეკუთვნის: B ჯგუფის ვიტამინები, ვიტამინი C და ვიტამინი P. B ჯგუფის ვიტამინებს ეკუთვნის: ვიტამინი B₁, B₂, B₆, B₁₂, PP, პანტოთენის მჟავა, ბიოტინი, ფოლიუმის მჟავა, ქოლინი და სხვ.

ცხიმში ხსნადი ვიტამინებია: ვიტამინი A, D, E და K.

B₁ ვიტამინი (თიამინი)

საკვებში B₁ ვიტამინის არარსებობისას ვითარდება დაავადება, რომელიც ბერ-ი-ბერის ან პოლინევრიტიის სახელითაა ცნობილი, („ბერი“ ინდური სიტყვაა და ბორკილს ნიშნავს). ამ დაავადების დროს ადგილი აქვს ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას, პერიფერიული ნერვული სისტემის დაზიანებას მოძრაობათა მოშლით. ავადმყოფი ფეხებს ძლივს მიათრევს, თითქოს ფეხებზე ბორკილი ადევს. ავადმყოფი ძლიერ ხდება. უვითარდება კიდურების დამბლა და ბოლოს კვდება სასუნთქი კუნთების დამბლის გამო. ეს დაავადება აღმოსავლეთის ქვეყნებში გვხვდება, სადაც მოსახლეობა ძირითადად ბრინჯით იკვებება. დაავადება ვითარდება ქერქგაცლილი ბრინჯით კვებისას.

ნივთიერებათა ცვლის მოშლა B₁ ავიტამინოზის დროს ფერმენტების — კარბოქსილაზისა და ლეჰიდრაზის წარმოქმნის შეფერხებითაა გამოწვეული.

ღლე-ღამეში ადამიანს ესაჭიროება 2 მგ B₁ ვიტამინი. იგი ორგანიზმში არ გროვდება, ამიტომ საჭიროა მისი მუდმივი მიღება.

ვიტამინით განსაკუთრებით მდიდარია ლუდის საფუარი, ბრინჯის ქათო, პურის, ქერის, ჭვავის მარცვლების ჩანასახები, მუხუდო, ლობიო, ცერცვი, აგრეთვე, ცხოველური პროდუქტები — ღვიძლი, თირკმლები, რძე, კვერცხის გული.

B₁ ვიტამინი მიღებულია სინთეზურად და მზადდება წარმოებაში. B₁ ვიტამინის პრეპარატის წარმოება კვების პროდუქტების ხელოვნური გამდიდრების საშუალებას იძლევა.

B₁ ვიტამინის ნაკლებობისას ადგილი აქვს: საერთო სისუსტეს, დაღლილობას, გულის რიტმის გახშირებას, ტკივილებს გულის არეში, კანის მგრძნობელობის მომატებას, მიდრეკილებას ფეხების კრუნჩხვებისადმი. აღნიშნული მოვლენები ქრება B₁ ვიტამინის მიცემის შემდეგ.

B₂ ვიტამინი (რიბოფლავინი)

საკვებში B₂ ვიტამინის არარსებობისას ადგილი აქვს ზრდის შეჩერებას, კანისა და თვალის დაზიანებას. რიბოფლავინი სინთეზირებული იქნა. იგი ადვილად იუანგება და აღდგება. რიბოფლავინი შედის ზოგიერთი ფერმენტის შედგენილობაში, რომლებიც მონაწილეობენ ქანგვა-აღდგენით პროცესებში. რიბოფლავინის სინთეზი ორგანიზმში არ ხდება, ამიტომ საჭიროა მისი მიღება საკვებთან ერთად. მისი სადღეღამისო მოთხოვნილება 2 მგ-ია.

B₂ ვიტამინი დიდი რაოდენობითაა საფუარში, პამიდორში, ისპანახში, კომბოსტოში, მარცვლეულში, თირკმლებში, ღვიძლში, ტვინში, კვერცხში და რძეში.

B₂ ავიტამინოზის შემთხვევაში ადგილი აქვს ტუჩების ლორწოვანის ანთებას, ნასკდომების გაჩენას, რომელიც შემდგომ ქერქით იფარება. ვითარდება პირისახის, ნესტოების, ქუთუთოების, ყურების კანის საფარველის ანთებითი პროცესები (დერმატიტი), თმები კარგავს ფერს და სცივია. ადგილი აქვს, აგრეთვე, თვალის რქოვანას დაზიანებას, რომლის დროსაც შესაძლებელია მისი შემღვრევა განვითარდეს. რიბოფლავინური ავიტამინოზი იშვიათი დაავადებაა, რადგან ეს ვიტამინი მცენარეულ და ცხოველურ საკვებში ფართოდაა გავრცელებული.

B₆ ვიტამინი (პირიდოქსინი)

პირიდოქსინი მონაწილეობს ამინომჟავათა ცვლასა და სინთეზში, აგრეთვე ცხიმების ცვლაში, კერძოდ არანაჭერ ცხიმოვან მჟავათა ცვლაში.

საკვებში პირიდოქსინის არარსებობისას აღინიშნება კანის ანთება, ანემია, ლიმფოციტების დაკლება და კრუნჩხვები.

პირიდოქსინის სინთეზი წარმოებს ნაწლავებში ბაქტერიებით, ამიტომ ადამიანი საკვებში პირიდოქსინის უქონლობის შემთხვევაშიც მის ნაკლებობას არ განიცდის. B₆ ავიტამინოზი ვითარდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაწლავის ბაქტერიების ცხოველმყოფელობა შესუსტებულია მძლავრი ანტიბიოტიკებით.

B₆ ვიტამინით მდიდარია საფუარი, ღვიძლი, თირკმლები, კუნთები. ამ ვიტამინის სადღეღამისო მოთხოვნილება 2—4 მგ შეადგენს.

B₁₂ ვიტამინი (ციანკობალამინი)

B₁₂ ანტიანემიური ფაქტორია. მას დიდი მნიშვნელობა აქვს სისხლის წარმოქმნაში. B₁₂ ავიტამინოზის შემთხვევაში ვითარდება ავთვისებიანი ანემია, რომლის დროსაც დარღვეულია ერითროპოეზი. B₁₂ ვიტამინი მონაწილეობს, აგრეთვე, ნივთიერებათა ცვლაში, კერძოდ ნუკლეინის მჟავების ცვლაში.

B₁₂ ვიტამინის შეთვისებისათვის საჭიროა კუჭის ჯირკვლების მიერ მუკოპროტეიდების — კესტლის შინაგანი ფაქტორის გამოყოფა. ავთვისებიანი ანემიის შემთხვევაში კი ამ ფაქტორის გამოყოფა დარღვეულია და B₁₂ ვიტამინის შეთვისება არ ხდება. ამ შემთხვე-

ვაში სამკურნალო ეფექტის მისაღებად საჭიროა B₁₂ ვიტამინის პრეპარატების შეყვანა კანქვეშ ან სისხლში.

B₁₂ ვიტამინით მდიდარია ღვიძლი და თირკმლები. ამ ვიტამინის სადღეღამისო მოთხოვნილება 0,005 მგ-ია.

B₁₅ ვიტამინი (პანგამის მჟავა)

პანგამის მჟავა აღმოჩენილია მრავალი მცენარის თესლში და სახელწოდებაც აქედან მიიღო (პან — ყველგან, გამი — თესლი). პანგამის მჟავა აძლიერებს უჯრედების მიერ ქანგბადის გამოყენებას. B₁₅ იყენებენ გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ზოგიერთი დაავადების სამკურნალოდ.

PP ვიტამინი (ნიკოტინამიდი, ანთიპლაგრული ფაქტორი)

PP ვიტამინის მიუღებლობის შემთხვევაში ვითარდება დაავადება, რომელიც პელაგრის სახელითაა ცნობილი. ამ დაავადების დროს ადგილი აქვს კანის საფარველის ანთებით პროცესებს: კანი ჭერ წითლდება, შემდეგ ბუშტუკებით იფარება, ბუშტუკები სკდება და წყლულდება. წყლულების შეხორცების შემდეგ კანი მუქდება. კანის გამუქება ტანსაცმლით დაუფარავ ნაწილებში აღინიშნება.

პელაგრის დროს აღინიშნება აგრეთვე საჭმლის მომწელებელი ტრაქტის ფუნქციის მოშლა: ფაღარათი, ზოგჯერ ტკივილი. კუჭის არეში; პირისა და ენის ღორწოვანი გარსის შეშუპება, ზოგჯერ კი მასზე წყლულების გაჩენა. ამ დაავადების დროს ცვლილებები ეხება ნერვულ სისტემასაც: იწყება პალუცინაციები, ზოგჯერ ფსიქოზიც.

ამრიგად, პელაგრის დროს ადგილი აქვს დერმატიტს — კანის დაავადებას, დიარეას — ფაღარათს და დემენციას — ჰუასუსტობას.

პელაგრა ხშირად ისეთ რაიონებში გვხვდება, სადაც ძირითადად სიმინდით იკვებებიან. ეს ვიტამინი კი სიმინდში სრულებით არ მოიპოვება.

პელაგრა შეიძლება განიკურნოს ნიკოტინის მჟავისა და მისი ამილის მცირე დოზებით მიღებისას.

ნიკოტინმჟავა და ნიკოტინამიდი სინთეზირდება ადამიანისა და ცხოველთა ორგანიზმში, რომლებიც მარაგის სახით გროვდებიან.

PP ვიტამინით მდიდარია საფუარი, ბრინჯის, ქერის, პურის მარცვლები, ღვიძლი, თირკმლები, რძე. ამ ვიტამინის სადღეღამისო მოთხოვნილება 15 მგ-ია.

პანტოთენის მკვავა ფართოდაა გავრცელებული და მისი სახელწოდებაც აქედან წარმოდგება („პანტოთენი“ ბერძნულია, რაც ყველგან არსებულს ნიშნავს). მას დიდი მნიშვნელობა აქვს უჯრედის ზრდისათვის.

პანტოთენის მკვავის ნაკლებობისას ექსპერიმენტულ ცხოველებში აღინიშნება: ზრდის შეჩერება, სხეულის წონის დაკლება, კანის დაზიანება, ბალნის გაჭაღარავეება, ანემია, თირკმელზედა ჯირკვლების დაზიანება, კრუნჩხვები და ცხოველი კვდება.

პანტოთენის მკვავის სადღელამისო მოთხოვნილება 5—10 მგ-ია. ნორმალური კვებისას ადამიანი მას საკმარისი რაოდენობით ღებულობს და მის უკმარობას არ განიცდის.

ბიოტინი (ვიტამინი H)

ადამიანში ბიოტინის ნაკლებობა იწვევს კანის დაზიანებას, უმადობას, სისუსტეს და ძილს. იგი სინთეზირდება ნაწლავებში ბაქტერიების მიერ, ამიტომ, ექსპერიმენტულად ცხოველებში ბიოტინური ავიტამინოზის გამოწვევა არ ხერხდება. შესაძლებელია ადამიანმა ნაწლავებში წარმოქმნილი ბიოტინის ხარჯზე, შარდთან ერთად გამოჰყოს ბიოტინის ისეთი რაოდენობა, რომელიც აღემატება საკვებით მიღებულს.

ადამიანში ბიოტინური ავიტამინოზი შეიძლება განვითარდეს იმ შემთხვევაში, თუ საკვებში შერეული იქნება უმი კვერცხის ცილა. ცილაში შემავალი ნივთიერება — ავიდინი უერთდება ბიოტინს და ქმნის უხსნად ნერთს, რომელზედაც საკმლის მომწელებელი ფერმენტები ვერ მოქმედებს და ბიოტინის შეწოვა არ ხდება.

ფოლიუმის მკვავა

ფოლიუმის მკვავის ნაკლებობისას ადგილი აქვს სისხლის წარმოქმნის მოშლას, რის შედეგად ვითარდება ანემია და ლეიკოპენია. ავიტამინოზი ექსპერიმენტულად იქნა გამოწვეული ცხოველებში. ადამიანი ფოლიუმის მკვავას ღებულობს საკვებთან ერთად; ასევე მისი სინთეზირება ხდება ნაწლავებში ბაქტერიებით. ჰიპოვიტამინოზის მოვლენები შეიძლება განვითარდეს საკვებში ფოლიუმის მკვავის ნაკლებობისას და ზოგიერთი მედიკამენტების დიდი დოზით გამოწვეული მიკრობთა ცხოველმყოფელობის შესუსტებისას.

ქოლინი ორგანიზმისათვის მეტად საჭირო ნივთიერებაა. იგი მონაწილეობს ცხიმების ცვლასა და ფოსფოლიპიდების სინთეზში. ფოსფოლიპიდების სინთეზი ღვიძლში წარმოებს და შემდეგ სწრაფად სხვა ორგანოებში გადაიტანება. საკვებში ქოლინის ან მისი შემცველი ფოსფოლიპიდების არარსებობისას ადგილი აქვს ღვიძლში ცხიმის დაგროვებას, რადგან ამ დროს ფოსფოლიპიდების სინთეზი არ ხდება. ქოლინი ორგანიზმში სინთეზირდება ამინომჟავა-მეთიონინიდან, ამიტომ მეთიონინის დიდი დოზებით მიღებისას, ქოლინის ავიტამინოზის შემთხვევაში, ღვიძლის ცხიმოვანი, გადაფარება აღარ ვითარდება.

С ვიტამინი (ასკორბინის მჟავა)

С ვიტამინის ავიტამინოზის შედეგად ვითარდება დაავადება, რომელსაც სურავანდჰ (სკორბუტი, ცინგა) ეწოდება. ამ დაავადებისათვის დამახასიათებელია: ღრძილებიდან სისხლის დენა, კბილების მორყევა და ჩამოცვენა, სისხლჩაქცევები კუნთებში, კანში და სახსრებში, ძვლების მოტეხილობა ძვლოვანი ქსოვილის ცვლილებების გამო, ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარის დაქვეითება ინფექციებისადმი და ბოლოს დაუძლურებული ადამიანი კვდება.

სურავანდი შესაძლებელია ფართოდ გავრცელდეს იმ შემთხვევაში, როდესაც მოსახლეობა ვერ ღებულობს საკვებად ახალ ბოსტნეულსა და ხილს. მაგალითად, მოუსავლიანობის, ომების დროს და სხვ.

უფრო ხშირად ადგილი აქვს С ვიტამინის ავიტამინოზს, რომელსაც ახასიათებს: საერთო სისუსტე, ადვილად დაღლა, თავბრუსხვევა, ღრძილებიდან სისხლის დენა.

С ვიტამინი მიღებულია სინთეზურად, რომელსაც ასკორბინის მჟავა ეწოდება. С ვიტამინი მრავალი ცხოველის ორგანიზმში სინთეზირდება, ადამიანის ორგანიზმში კი მისი სინთეზირება არ ხდება.

С ვიტამინი არამდგრადია, ადვილად იშლება, ივანგება ჰაერის ზეგავლენით, განსაკუთრებით გაცხელებისას, იგი მონაწილეობს უჯრედების ქანგვა-აღდგენით პროცესებში, აქტივებს ცილების დამშლელ ფერმენტებს.

С ვიტამინით მდიდარია კომბოსტო, პამიდორი, ლიმონი, ფორთოხალი, შავი მოცხარი, წიწაკა, კამა, სტაფილო, ჰარხალი, ლობიო, კარტოფილი და სხვ. განსაკუთრებით მდიდარია ასკილი, ფიჭვისა და სოჭის წიწვი და ნელდი თხილი.

С ვიტამინის სადღეღამისო მოთხოვნილება 50 მგ-ია.

P ვიტამინი (პანვლადოზის ვიტამინი)

P ვიტამინის არარსებობისას ორგანიზმში ადგილი აქვს კაპილარების განვლადობის მომატებას და მათი კედლის დარღვევას. რის შედეგადაც ვითარდება სისხლჩაქცევები კანსა და ორგანოებში.

P ვიტამინი გამოყოფილია ლიმონის ქერქის (პისპერიდინი), წიწიბურასა (რუტინი) და ჩაის მწვანე ფოთლებიდან. აღნიშნული ნივთიერებები გამოყენებულია სამკურნალოდ. მათი მიღების შემთხვევაში კაპილარების განვლადობა ქვეითდება.

P ვიტამინით მდიდარია: ლიმონი, ფორთოხალი, შავი მოცხარი, ასკილი, წითელი წიწაკა, ალუბალი, ჩაის ფოთოლი, წიწიბურა.

A ვიტამინი (რეტინოლი)

A ვიტამინი აძლიერებს ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარს ინფექციისადმი და ხელს უწყობს ორგანიზმის ნორმალურ ზრდას. იგი აუცილებელია ეპითელური ქსოვილის ნორმალური შენების შენარჩუნებისათვის.

A ვიტამინოზის შემთხვევაში ადგილი აქვს ზრდის შეჩერებას, ორგანიზმის წინააღმდეგობის დაქვეითებას ინფექციისადმი, სასუნთქი გზების, საკმლის მომწვანებელი ტრაქტის, თვალის რქოვანა გარსის ეპითელიუმის ცვლილებებს (სიმშრალეს). თვალის რქოვანა გარსის სიმშრალე და შემღვრევა, რომელიც ამ დროს ვითარდება, ქსოვილის სახელითაა ცნობილი. A ვიტამინოზის დროს ვითარდება, აგრეთვე, ქათმის სიბრმავე, ანუ ჰემერალოპია, რომლის დროსაც ადამიანი შებინდებისას და ღამით ვერ ხედავს. ეს დაავადება იმითაა გამოწვეული, რომ A ვიტამინის არარსებობის გამო აღარ ხდება მხედველობის პურპურის წარმოქმნა თვალის ბადურა გარსში, რომელიც აუცილებელია მხედველობისათვის ღამით და შებინდებისას.

A ვიტამინი დიდი რაოდენობითაა თევზის ქონში, ღვიძლში, კარაქში, კვერცხის გულში, რძეში; გარდა ამისა სხვადასხვა ბოსტნეული და ხილი: კომბოსტო, ისპანახი, სალათა, სტაფილო, პამიდორი, ჭერამი, გარგარი, ასკილი, გოგრა და სხვ. შეიცავს პიგმენტ კაროტინს, რომელიც თავისი შედგენილობით ახლოა A ვიტამინთან—მისი პროვიტამინია. ღვიძლში კაროტინიდან A ვიტამინი წარმოიქმნება ფერმენტ კაროტინაზის გავლენით. გარდა ამისა, A ვიტამინი ნაწლავებშიც წარმოიქმნება.

A ვიტამინი მდგრადია, იტანს დუღილს, მკვრივ ჰაერის ჟანგბადის ზეგავლენით ადვილად იჟანგება, ამიტომ საკვების ხარშვის დროს ქვაბი დახურული უნდა იყოს ვიტამინის სადღეღამისო მოთხოვნილებაა 1—2 მგ ან 2—5 მგ კაროტინი.

D ვიტამინი (ერგოკალციფეროლი, ანტირაქიტული ვიტამინი)

D ვიტამინი ანტირაქიტული ვიტამინია. ის მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კალციუმისა და ფოსფორის ცვლაში. ბავშვებში D ვიტამინის არარსებობის ან მისი ნაკლოვანების დროს ვითარდება დაავადება, რომელიც რაქიტის სახელითაა ცნობილი.

რაქიტის დროს ადგილი აქვს ძვლების ზრდისა და განვითარების შეჩერებას, დარბილებას და დეფორმაციებს. ყველაზე დამახასიათებელია ქვემო კიდურის ძვლების გამრუდება. ძვლებში მცირდება ფოსფორის, განსაკუთრებით კი კალციუმის შემცველობა.

ასაკოვან ადამიანებში D ვიტამინის ნაკლებობა იწვევს ძვლების დარბილებას, კალციუმის შემცირების გამო.

ადამიანის კანში არის ნივთიერება — ერგოსტერინი, რომელიც ულტრაიისფერი სხივების დასხივებით D ვიტამინად გარდაიქმნება. ამრიგად, ერგოსტერინი D ვიტამინის პროვიტამინია. ამიტომ რაქიტით დაავადებულ ბავშვებისათვის D ვიტამინის მიღებასთან ერთად აუცილებელია მზის აბაზანების მიღებაც.

D ვიტამინი დიდი რაოდენობითაა ღვიძლში, კარაქში, კვერცხის გულში, რძეში და განსაკუთრებით თევზის ქონში.

D ვიტამინის სადღეღამისო მოთხოვნილება 0,25 მგ-ია.

E ვიტამინი (ტოკოფეროლი, ვამრავლავის ვიტამინი)

E ვიტამინი გამრავლების ვიტამინია. საკვებში E ვიტამინის არარსებობისას შეუძლებელია სპერმატოზოიდების ნორმალური განვითარება, ორსულობის ნორმალური მიმდინარეობა და ზოგჯერ შთამომავლობისათვის სიცოცხლის უნარიანობის შენარჩუნება. E ვიტამინის პრეპარატებით მკურნალობის შედეგად სასქესო სისტემის ფუნქციის აღდგენა ხდება.

E ავიტამინოზის დროს განივზოლიან კუნთებში და ზურგის ტვინში გადაგვარების პროცესები აღინიშნება.

ადამიანში E ავიტამინოზი იშვიათად გვხვდება, რადგან E ვიტამინი მრავალი საკვები პროდუქტის შედგენილობაში შედის. E ვიტამინი დიდი რაოდენობითაა სალათაში, ხორბლისა და სიმინდის ჩანასახში, მცენარეულ ზეთებში, ხორცში, კვერცხის გულში, ღვიძლში.

K ვიტამინი (ფილოკინონი, ანტიჰემორაგიული ფაქტორი)

K ვიტამინი ანტიჰემორაგიული ვიტამინია, მისი ნაკლებობისას სისხლში პროთრომბინის რაოდენობა მცირდება, რაც სისხლის შე-

დედების უნარის დაქვეითებას იწვევს. ამიტომაც, რომ ამ ვიტამინის უკმარისობისას ადგილი აქვს სისხლდენას.

K ვიტამინი აუცილებელია პროთრომბინის წარმოქმნისათვის. აღნიშნული პროცესი ღვიძლში მიმდინარეობს.

გარდა იმისა, რომ ადამიანი K ვიტამინს საკვებთან ერთად ღებულობს, იგი მსხვილ ნაწლავებში სინთეზირდება ბაქტერიების მიერ. ამიტომ K ვიტამინობს ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როდესაც ამ ვიტამინის შეწოვა ნაწლავში არ ხდება. K ვიტამინის შეწოვის პროცესი კი მაშინ ირღვევა, როდესაც ნაწლავებში ნალვლის მკვავები არაა (მაგალითად, ნალვლის გზების დაავადებისას).

K ვიტამინი დიდი რაოდენობითაა ისპანახში, სალათაში, კომბოსტოში, სტაფილოში, გამოყოფილია ვიტამინის თვისებების მქონე ნაერთი — ფილოქინონი.

ენერგიის ცვლა

ენერგიის გამოყოფა და ხარჯვა

ენერგიის ცვლა ნივთიერებათა ცვლასთან ერთად ერთიან პროცესია. ენერგიის ცვლა გულისხმობს საკვებ ნივთიერებათა პოტენციური ენერგიის გარდაქმნას კინეტიკურ ენერგიად.

დისიმილაციის პროცესების შედეგად ადგილი აქვს ენერგიის გამოყოფას, ე. ი. პოტენციური ქიმიური ენერგიის კინეტიკურში გადასვლას. ამ გარდაქმნის პროცესში დიდი რაოდენობით გამოიყოფა სითბური ენერგია, 20—25% შოდის მექანიკურ ენერგიაზე, ხოლო ელექტრული და სხივური ენერგია უმნიშვნელო რაოდენობით გამოიყოფა. ორგანიზმში ენერგიის ყველა სახე საბოლოოდ სითბურ ენერგიად გარდაიქმნება და სითბოს სახით გადადის გარემოში.

განთავისუფლებული ენერგია იხარჯება ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებზე — საკვების მონელებასა და ათვისებაზე, კუნთების მუშაობაზე და სხვ. ბავშვებში. ენერგიის დიდი ნაწილი იხარჯება ზრდის პროცესებზე.

ორგანიზმის მიერ დახარჯული ენერგიის შესახებ მსჯელობენ სითბოს იმ რაოდენობის მიხედვით, რომელიც გარემოში გადადის. სითბური ენერგია კალორიებით იზომება.

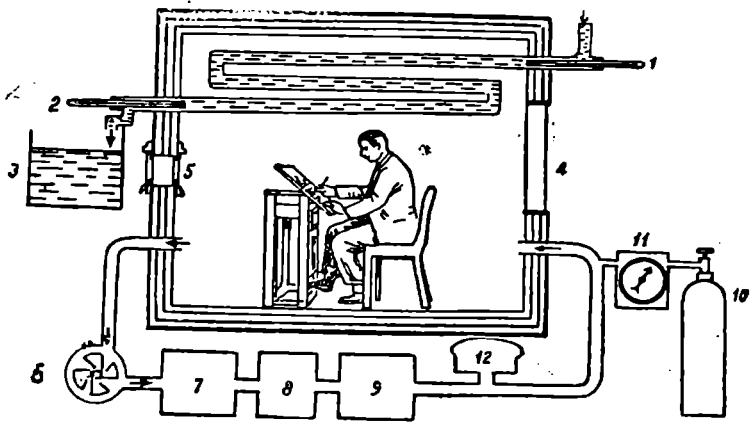
ენერგიის დანახარჯის განსაზღვრა

ორგანიზმის მიერ დახარჯული ენერგიის გასაზომად იყენებენ პირდაპირ და არაპირდაპირ კალორიმეტრიულ მეთოდს.

პირდაპირი კალორიმეტრიის დროს გამოსაკვლევ

პირს (ან ცხოველს). ათავსებენ სპეციალურ კამერაში, რომლის კედლები სითბო გაუმტარია (სურ. 31). კამერის ჰერზე მოთავსებულია მილუბის სისტემა, რომელშიც წყალი მიედინება. ზომავენ შესული და გამოსული წყლის ტემპერატურას, — მათ სხვაობას, გავლილი წყლის ოდენობას და შემდეგ საზღვრავენ სითბოს იმ რაოდენობას, რომელიც ორგანიზმმა გამოყო და დაიხარჯა წყლის გათბობაზე.

ზოგჯერ კალორიმეტრიულ კამერებში, თუ ის დიდი ზომისაა, შესაძლებელია ენერგიის დანახარჯის განსაზღვრა სხვადასხვა სამუშაოს შესრულების დროს. აღნიშნული კამერები დიდი ზომისაა და რთულია. ამიტომ, ენერგიის დანახარჯის გასაზომად არაპირდაპირ კალორიმეტრიულ მეთოდს მიმართავენ.



სურ. 31. ეტუოტერ-ბენედიქტის კალორიმეტრის სქემა.

ადამიანის ორგანიზმის მიერ პროდუცირებული სითბო იზომება თერმომეტრებით (1 და 2) კამერის მილუბში მიმდინარე წყლის გათბობის მიხედვით. გამდინარე წყლის რაოდენობას ზომავენ ჰურკულში (3). ფანჯრის (5) საშუალებით გამოსაკვლევ პირს მიაწვდიან საკვებს და გამოაქვთ განავალი. ტუმბოს (6) საშუალებით პერს გამოიყვანენ კამერიდან და გაატარებენ მას გოგირდისმჟავიან ჰურკულში (7 და 9), წყლის და ნატრიუმის კირიან ჰურკულში (8) ნახშირორქანის შთანთქმისათვის. კამერაში ენებალს აწვდიან ბალონიდან (10) გაზის საათის (11) გზით. პერს წნევა კამერაში მუდმივ ღონეზეა რეზინის მემბრანის მქონე ჰურკულის საშუალებით (13).

არაპირდაპირი კალორიმეტრია დახარჯული ენერგიის განსაზღვრის ყველაზე მარტივი მეთოდია. ეს მეთოდი ემ-

ყარება გაზთა ცვლას, ე. ი. შთანთქმული ჟანგბადისა და გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობის განსაზღვრას.

ამ მიზნით გამოსაკვლევ პირს სახეზე უკეთებენ გაზთა ცვლის ნილაბს (ღუგლას — ჰოლდენის მეთოდი), რომელიც შეერთებულია ზურგზე გადაკიდებულ ჰაერგაუმტარ ტომარასთან. ნილაბზე არსებული სარქველებით ადამიანი თავისუფლად შეისუნთქავს ატმოსფერულ ჰაერს და მას ტომარაში ამოისუნთქავს. ამოსუნთქულ ჰაერს 10—15 წუთის განმავლობაში აგროვებენ და გაზის საათის საშუალებით საზღვრავენ მის მოცულობას. შემდეგ ტომრიდან იღებენ ჰაერის სინჯს და გაზის ანალიზატორის საშუალებით საზღვრავენ ამოსუნთქულ ჰაერში ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის პროცენტულ შედგენილობას (სურ. 32).



ორგანიზმი შთანთქმულ ჟანგბადს იყენებს საყუათო ნივთიერებების დასაქანგად. 1 გ ნახშირწყლის და ჟანგვისათვის საჭიროა 0,830 ლ ჟანგბადი, რომლის დროსაც ორგანიზმი გამოყოფს 4,1 კკალ სითბოს. მაშასადამე, 1 ლ ჟანგბადის შთანთქმისას, ნახშირწყლების ჟანგვის დროს, 5,05 კკალ სითბო გამოიყოფა.

1 გ ცილის დასაქანგად საჭიროა 0,970 ლ ჟანგბადი, რომლის დროსაც 4,1 კკალ სითბო გამოიყოფა. ამრიგად 1 ლ ჟანგბადის შთანთქმისას ცილების ჟანგვის დროს 4,46 კკალორია სითბო გამოიყოფა.

1 გ ცხიმის დასაქანგად საჭიროა 2,030 ლ ჟანგბადი, რომლის დროსაც 9,3 კკალ სითბო გამოიყოფა. 1 ლ ჟანგბადის შთანთქმისას ცხიმები ჟანგვის დროს 4,74 კკალ სითბოს გამოყოფენ (ცხრილი 4).

სურ. 32. ფილტვების ვენტილაციის განსაზღვრა ღუგლასის ტომრის მეშვეობით.

სატუჩესთან შეერთებულ ჰორიზონტალურ მილში სარქველებია, რომელთა საშუალებით შეისუნთქება ატმოსფერული ჰაერი და ამოისუნთქება ღუგლასის ტომარაში. ცხვირზე — საჭერია, რომელიც ხელს უშლის ცხვირით სუნთქვას.

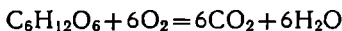
სითბოს რაოდენობას, რომელიც გამოიყოფა ორგანიზმის მიერ 1 ლ ჟანგბადის შთანთქმისას, ჟანგბადის კ ა ლ ო რ ი უ ლ ი ე კ ვ ი ვ ა ლ ე ნ ტ ი ეწოდება და რომელიც ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლებისათვის სხვადასხვაა.

ნივთიერება, რომელიც იქანგება ორგანიზმში	1 გ საკვები ნივთიერების დაქანგვისას		1 ლ ქანგბადის მოხმარებისას გამოყოფა კ კალ
	გამოყოფა კ კალ	მოიხმარება O_2 ლ-ში	
ცილები	4,1	0,970	4,46
ცხიმები	9,3	2,030	4,74
ნახშირწყლები	4,1	0,830	5,05

ამრიგად, როგორც ცხრილიდან ჩანს, თუ ვიცით ორგანიზმის მიერ მოხმარებული ქანგბადის რაოდენობა, შეიძლება განვსაზღვროთ ენერჯიის დანახარჯი; მაგრამ ამისათვის საჭიროა ვიცოდეთ, აგრეთვე, რა ნივთიერება (ცილა, ცხიმი თუ ნახშირწყალი) იქანგება. ამის მაჩვენებელი სუნთქვის კოეფიციენტია.

სუნთქვის კოეფიციენტი ეწოდება ამოსუნთქული ნახშირორქანგის მოცულობის შეფარდებას შთანთქმული ქანგბადის მოცულობასთან, ე. ი. $\frac{CO_2}{O_2}$. სუნთქვის კოეფიციენტი სხვადასხვა

ნივთიერების ქანგვისას სხვადასხვაა. მაგალითად, სუნთქვის კოეფიციენტი ნახშირწყლებისათვის უდრის 1,0, ცილებისათვის — 0,8, ცხიმებისათვის — 0,7. განვიხილოთ როგორ ხდება სუნთქვის კოეფიციენტის გაანგარიშება ნახშირწყლების ქანგვის დროს, რომლის საბოლოო შედეგი შეიძლება შემდეგი ფორმულით გამოისახოს:



როგორც განტოლებიდან ჩანს წარმოქმნილი ნახშირორქანგისა და დახარჯული ქანგბადის მოლეკულათა რაოდენობა ტოლია; რის გამოც ისინი თანაბარ მოცულობას იკავებენ და მათი შეფარდებაც ე. ი. სუნთქვის კოეფიციენტი ერთის ტოლი იქნება. ანალოგიური გაანგარიშებანი ხდება ცილებისა და ცხიმების შემთხვევაშიც.

შერეული საკვების დროს სუნთქვის კოეფიციენტი უდრის 0,85—0,9.

რადგან, 1 ლ ქანგბადის მოხმარებისას გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა დამოკიდებულია იმაზე თუ რომელი ნივთიერება იქანგება ორგანიზმში, ამიტომ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა დამოკიდებული უნდა იყოს, აგრეთვე, სუნთქვის კოეფიციენტზე. ეს ბუნებრივია, რადგან სუნთქვის კოეფიციენტი მაჩვენებელია იმისა, თუ რომელი ნივთიერება დაიქანგა ორგანიზმში. ეს დამოკიდებულება,

სუნთქვის კოეფიციენტსა და სითბოს იმ რაოდენობას შორის, რომელიც გამოიყოფა 1 ლ ჟანგბადის შთანთქმისას, ასახულია ცხრილში (ცხრილი 5).

ცხრილი 5

სუნთქვის კოეფიციენტი	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0
კ კალ., რომლებიც წარმოიქმნება 1 ლ ჟანგბადის შთანთქმისას	4,686	4,739	4,801	4,863	4,924	4,985	5,047

ამრიგად, ენერგიის დანახარჯის განსაზღვრისათვის აღგენენ რა მოხმარებული ჟანგბადისა და ამოსუნთქული ნახშირორჟანგის მოცულობას, საზღვრავენ სუნთქვის კოეფიციენტს. შემდეგ კი ცხრილში პოულობენ თუ რამდენ სითბოს გამოყოფს ორგანიზმი 1 ლ ჟანგბადის შთანთქმისას მიღებული სუნთქვის კოეფიციენტის დროს. ნაპოვნ რიცხვს ამრავლებენ განსაზღვრული დროის განმავლობაში მოხმარებული ჟანგბადის რაოდენობაზე. მიღებული რიცხვი გვიჩვენებს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობას მოცემული სუნთქვის კოეფიციენტის დროს განსაზღვრული დროის განმავლობაში.

აღნიშნული გაანგარიშება განვიხილოთ კონკრეტულ მაგალითზე: ვთქვათ, გამოსაკვლევ პირმა 10 წუთის განმავლობაში ჩაისუნთქა 3000 მლ ჟანგბადი, ხოლო ამოსუნთქა 2550 მლ ნახშირორჟანგი. სუნთქვის კოეფიციენტი იქნება $\frac{2550}{3000}=0,85$. ასეთი სუნთქვის კოეფიციენტის დროს 1 ლ ჟანგბადის მოხმარებისას ორგანიზმი გამოყოფს 4,863 კკალ. როგორც ცნობილია გამოსაკვლევ პირმა კი 10 წუთის განმავლობაში ჩაისუნთქა (მოიხმარა) 3000 მლ (3 ლ) ჟანგბადი, ამიტომ 10 წუთის განმავლობაში გამოიყოფა $4,863 \times 3 = 14,58$ კკალ, 1 საათში $14,58 \times 6 = 87,48$ კკალ, ხოლო 24 საათში $87,48 \times 24 = 2099,52$ კკალ.

ძირითადი ცვლა

ენერგიის ოდენობას, რომელსაც ორგანიზმი ხარჯავს უზმოზე, სრული მოსვენების დროს, 18—20° ტემპერატურის პირობებში, ძირითადი ცვლა ეწოდება. ადამიანის სრული მოსვენების დროს ენერგიის ხარჯვა გამოწვეულია ორგანიზმში განუწყვეტილ მიმდინარე ცხოველმოქმედებითი პროცესებით. ძირითადი ცვლის განსაზღვრა არაპირდაპირი კალორიმეტრიული მეთოდით წარმოებს.

ასაკოვანი ადამიანის ძირითადი ცვლა 1 საათის განმავლობაში საშუალოდ უდრის 1 ლიდ კალორიას (კ კალ) 1 კგ წონაზე. 70 კგ

წონის ადამიანის ძირითადი ცვლა უდრის $70 \times 24 = 1680$ კკალ. (საშუალოდ 1700 კკალ). ძირითადი ცვლა დამოკიდებულია სქესზე, ასაკზე, სიმაღლესა და წონაზე. მამაკაცებში ძირითადი ცვლა მეტია, ვიდრე ქალებში. ბავშვებში ძირითადი ცვლის ოდენობა სხეულის 1 კგ წონაზე უფრო მეტია ვიდრე ასაკოვან ადამიანებში. 20-დან 40 წლამდე ძირითადი ცვლის ოდენობა მუდმივობით ხასიათდება. ხანში შესულებში კი ქვეითდება. აღმოჩნდა, რომ დახარჯული ენერჯის რაოდენობა გაანგარიშებული სხეულის ზედაპირის 1მ^2 -ზე დაახლოებით ერთნაირია ან მცირე ფარგლებში მერყეობს. ამ კანონზომიერებას ზედაპირის კანონი ეწოდება, რომლის მიხედვით თბილისისხლიან ცხოველების მიერ ენერჯის დანახარჯი სხეულის ზედაპირის პროპორციულია. ეს კანონი არაა აბსოლუტური, რომლითაც შეიძლება ვიმსჯელოთ ორგანიზმში მიმდინარე ცვლის პროცესების ინტენსივობაზე; რადგან ორ სხვადასხვა ორგანიზმში, რომელთა სხეულის ზედაპირის ფართობი ერთნაირი აქვთ, ცვლის ინტენსივობა ერთმანეთისაგან შეიძლება მკვეთრად განსხვავდებოდეს. ამ კანონს მნიშვნელობა აქვს გაცემული სითბოს რაოდენობის განსაზღვრისათვის, რომელიც მოდის სხეულის ზედაპირის ერთეულზე.

ძირითადი ცვლის დაქვეითებას ადგილი აქვს ფარისებრი ჯირკვლის ჰიპოფუნქციის დროს, აგრეთვე, ჰიპოფაზის, სასქესო ჯირკვლების ფუნქციის დაქვეითებისას.

ძირითადი ცვლა 8—10% ქვეითდება ძილის დროს. სხეულის ტემპერატურის 1° -ით მომატებისას ძირითადი ცვლა 10—11%-ით მატულობს. იგი იცვლება, აგრეთვე, კლიმატური პირობების მიხედვით: ძირითადი ცვლის დონე მატულობს ტემპერატურის დაქვეითებით, ტემპერატურის მომატებისას კი, პირიქით — კლებულობს. მაგალითად, ტროპიკულ სარტყელში, საშუალო განედთან შედარებით, ძირითადი ცვლა 10—20%-ით კლებულობს.

ენერჯის ხარჯვა მუშაობის დროს

ენერჯის იმ რაოდენობას, რომელიც იხარჯება ადამიანის მუშაობის პროცესში, საერთო ცვლის სახელითაა ცნობილი. მუშაობის ხასიათის მიხედვით იგი შეიძლება სულ სხვადასხვა იყოს.

კუნთოვანი (ფიზიკური) მუშაობის დროს ენერჯის ხარჯვა მნიშვნელოვნად მატულობს და ეს ნაშატი მით უფრო დიდია, რაც უფრო ინტენსიურია კუნთების მუშაობა.

კუნთების მუშაობისას თავისუფლდება სითბური და მექანიკური ენერჯია. მექანიკური ენერჯის შეფარდებას კუნთოვან მუშაობაზე დახარჯულ მთელ ენერჯიასთან მარგი ქმედების.

კოეფიციენტი ეწოდება. მარგი ქმედების კოეფიციენტი ცვალებადობს 16%-დან 25%-მდე. საშუალოდ იგი 20% უდრის.

გონებრივი მუშაობის დროს ენერჯის მცირე რაოდენობა იხარჯება, ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც გონებრივ მუშაობას ერთვის მოძრაობა, ენერჯის ხარჯვა მატულობს.

მსუბუქი მუშაობის შესრულებისას ენერჯის დანახარჯი დღე-ღამის განმავლობაში შეადგენს 2200—2400 კკალ, ხოლო მძიმე ფიზიკური მუშაობისას 5000 კკალ და მეტსაც.

კ ვ ე ბ ა

ენერჯის დანახარჯი შეესებულებული უნდა იქნეს საკვებით. მიღებული საკვები უნდა ფარავდეს ორგანიზმის მაქსიმალურ მოთხოვნილებას. მხოლოდ ასეთ პირობებში შესაძლებელია ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმყოფელობა.

მოზრდილ ადამიანს, რომელსაც ზრდის პროცესი დასრულებული აქვს, საკვები ძირითადად ესაჭიროება როგორც ენერჯის წყარო, დახარჯულ ენერჯის შესავსებად. მზარდ ორგანიზმს კი საკვები სჭირდება არა მარტო როგორც ენერგეტიკული მასალა სასიცოცხლო პროცესებისათვის, არამედ როგორც პლასტიკური მასალა ზრდა-განვითარებაში მყოფი ორგანოებისა და ქსოვილების შენებისათვის.

ორგანიზმისათვის აუცილებელია რაციონალური საკვების მიღება, ე. ი. ისეთი საკვებისა, რომელიც შეიცავს: ცილებს, ცხიმებს, ნახშირწყლებს, მინერალურ მარილებს, ვიტამინებს და წყალს. აღნიშნული ნივთიერებებიდან ენერჯიას მხოლოდ ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები იძლევა. რაც შეეხება მარილებს, ვიტამინებს და წყალს, ისინი მართალია ენერჯიას არ იძლევიან, მაგრამ მათ გარეშე ორგანიზმის ცხოველმყოფელობა შეუძლებელია.

საკვების ათვისება და კალორიულობა

ადამიანის ორგანიზმი ყველა საკვებს ერთნაირად როდი ითვისებს. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ცხოველურ საკვებს ორგანიზმი უკეთ ითვისებს, ვიდრე მცენარეულს. ცხოველური წარმოშობის საკვები აითვისება 95%-ით, მცენარეული — 80%-ით, შერეული საკვები (მცენარეული და ცხოველური) — 82—90%-ით.

საკვებ ნივთიერებათა დაქანგვის შედეგად გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის მიხედვით მსჯელობენ საკვებ ნივთიერებათა ენერგეტიკული ღირებულების შესახებ. საყუათო ნივთიერებების სითბური ანუ კალორიული კოეფიციენტები ცნობილია.

სითბურ კოეფიციენტს უწოდებენ სითბოს იმ რაოდენობას, რომელიც თავისუფლდება 1 გ ნივთიერების დაწვისას. 1 გ ცილები წვის დროს გამოყოფს 4,1 კკალ სითბოს, 1 გ ცხიმები 9,3 კკალ, ხოლო 1 გ ნახშირწყლები 4,1 კკალ.

ამრიგად, თუ ვიცით საკვებში საყუათო ნივთიერებების რაოდენობა, მათ კალორიული კოეფიციენტის საფუძველზე, შესაძლებელია საკვების ენერგეტიკული ღირებულების გამოანგარიშება.

საკვები პროდუქტების კალორიულობის გამოანგარიშება ბრუტო და ნეტო კალორიებით წარმოებს.

ბრუტო კალორია ეწოდება კალორიების იმ რაოდენობას, რომელსაც ორგანიზმი ღებულობს საკვების სახით.

ნეტო კალორია ეწოდება კალორიების იმ რაოდენობას, რომელსაც ორგანიზმი ღებულობს საკვების ათვისების შედეგად.

ორგანიზმში დახარჯული ენერჯის ასანაზღაურებლად საჭირო კვების პროდუქტების პოტენციური ენერჯის განსაზღვრა ნეტო კალორიებით წარმოებს.

არსებობს სპეციალური ცხრილები, სადაც ნაჩვენებია საკვები პროდუქტების ქიმიური შედგენილობა და ყოველი პროდუქტის (100 გ) კვებითი ღირებულება ნეტო კალორიებში.

დღიური საკვები ულუფის ენერგეტიკული ღირებულების ცოდნას დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმის სწორი, მეცნიერულ საფუძველზე დამყარებული კვებისათვის; იმის დადგენისათვის აკმაყოფილებს თუ არა მიღებული საკვები თავისი კალორიულობით ენერჯის იმ დანახარჯს, რომელიც ორგანიზმს ესაჭიროება თავისი ნორმალური ცხოველმყოფელობისათვის.

კვების ნორმები

ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმყოფელობისათვის აუცილებელია საკვებში შემავალ საყუათო ნივთიერებების ნორმების დაცვა. ორგანიზმის მოთხოვნილება საკვებისადმი დამოკიდებულია ფიზიკურ დატვირთვაზე, წონაზე, ასაკზე, კლიმატურ პირობებზე და სხვ.

განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს საკვებში ცილების რაოდენობის საკითხს. გასული საუკუნის 60-იან წლებში კვების ფიზიოლოგიის ერთ-ერთი ფუძემდებელი კ. ფოიტი თავისი გამოკვლევების საფუძველზე მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ საშუალო სიმძიმის ფიზიკური შრომისას, მოზრდილ ადამიანს დღე-ღამეში ესაჭიროება 118 გ ცილა.

საკვების რაციონის შედგენისას საჭიროა ცილის ის რაოდენობა

საკვებში. რომელიც უზრუნველყოფს ორგანიზმის მოთხოვნილებას მასზე, კარგ თვითშეგრძნებას, მაღალ შრომისუნარიანობას, ინფექციისადმი ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარს. ამ ფიზიოლოგიური მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად ასაკოვან ადამიანმა, მსუბუქი სამუშაოს შესრულებისას, ყოველდღიურად საკვებთან ერთად უნდა მიიღოს 80—100 გ ცილა. საშუალო სიმძიმის სამუშაოს შესრულებისას დაახლოებით 120 გ, ხოლო მძიმე ფიზიკური შრომისას 150—160 გ-მდე ცილა. აქედან 30% ცხოველური წარმოშობისა უნდა იყოს.

საკვების რაციონში ცხიმი არანაკლებ 60 გ რაოდენობით უნდა შედიოდეს, რადგან ორგანიზმი ცხიმთან ერთად ლებულობს ცხიმში ხსნად ვიტამინებს და ლიპოიდებს. ორგანიზმი, რომელიც დღე-ღამეში 3000 კ კალორიას ხარჯავს, რეკომენდირებულია 100 გ ცხიმის მიღება. აქედან 30—50% ცხოველურ ცხიმებზე უნდა მოდიოდეს.

რაც შეეხება ნახშირწყლებს, მისი სადღეღამისო მოთხოვნილება 400—500 გ უნდა შეადგენდეს. ორგანიზმი საკმაო რაოდენობით უნდა ლებულობდეს, აგრეთვე, მინერალურ მარილებსა და ვიტამინებს.

ფოიტის მიხედვით, შუახნის, საშუალო წონის მამაკაცის დღიური ულუფა, რომელიც ზომიერ შრომას ეწევა, უნდა შეიცავდეს ცილას 118 გ, ცხიმს — 56 გ და ნახშირწყლებს 500 გ. ქალებისათვის ეს ნორმები შედარებით მცირეა: ცილა — 94 გ, ცხიმი — 40 გ, ნახშირწყლები — 400 გ.

ადამიანის ორგანიზმისათვის მნიშვნელობა აქვს არა მარტო საკვები ნივთიერებების აბსოლუტურ რაოდენობას, არამედ ამ ნივთიერებათა ურთიერთშეფარდებასაც. ეს შეფარდება გამოიხატება როგორც 1:1:4, ე. ი. ცხიმებისა და ცილების რაოდენობა საკვებში დაახლოებით ერთნაირი უნდა იყოს, ხოლო ნახშირწყლებისა — ოთხჯერ მეტი. შედგენილია სპეციალური ცხრილები, სადაც მოცემულია ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების სადღეღამისო მოთხოვნილება ასაკის შესაბამისად. ამისდა მიხედვით შეგვიძლია გამოვიანგარიშოთ დღიური ულუფის კალორიულობა, რომელიც მოცემულ ასაკისთვისაა განკუთვნილი.

მეცნიერულად დასაბუთებული საკვები ულუფის შედგენას და მის კალორიულობის განსაზღვრას დიდი მნიშვნელობა აქვს სწორი კვებისათვის განსაკუთრებით სავადმყოფოებში, სანატორიუმებში, ბავშვთა სახლებში და სხვ. ჩვეულებრივ, ცხოვრებაში ადამიანები კმაყოფილდებიან მაძრობის გრძნობით, რომელიც გამოწვეულია კუჭში ჩასული საკვები მასით.

თერმორეგულაცია

იზოთერმია

ნივთიერებათა ცვლის პროცესებს თან სდევს სითბოს წარმოქმნა და მისი გარემოში გაცემა. ორგანიზმი კარგავს იმდენ სითბოს, რამდენიც მასში წარმოიქმნება. ამრიგად, ორგანიზმში წარმოქმნილ და ორგანიზმიდან გარემოში გაცემულ სითბოს შორის ერთგვარი წონასწორობა მყარდება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ორგანიზმი გადახურდება ქარბი სითბოსაგან და ადამიანი იღუპება. იმ რთულ პროცესებს, რომლებიც აწესრიგებენ ორგანიზმში სითბოს წარმოქმნასა და გაცემას, თერმორეგულაცია ეწოდება. ყველა უხერხემლო ცხოველებს, ხერხემლიანებიდან — რეპტილიებს, ამფიბიებს, თევზებს თერმორეგულაცია სუსტად აქვთ განვითარებული, ამიტომ მათი სხეულის ტემპერატურა თითქმის შეესატყვისება გარემო ტემპერატურას ან ოდნავ მაღალია მასზე. ასეთ ცხოველებს ცივისის სლიანებს უწოდებენ (პოიკილოთერმული ცხოველები). ძუძუმწოვრებში, ფრინველებში და ადამიანში ევოლუციური განვითარების პროცესში, თერმორეგულაციის მექანიზმების სრულყოფასთან ერთად, გამომუშავდა სხეულის შედარებით მუდმივი ტემპერატურა გარემოს ტემპერატურისაგან დამოუკიდებლად, რომელიც იზოთერმიის სახელითაა ცნობილი, ხოლო თვით ცხოველებს — თბილსის სლიანებს უწოდებენ (ჰომოთერმული ცხოველები).

იზოთერმია ონტოგენეზის პროცესში თანდათან ვითარდება. ახალშობილებში სხეულის ტემპერატურის მუდმივობის შენარჩუნების უნარი სუსტადაა განვითარებული. ამიტომ, მათი ორგანიზმი შეიძლება ადვილად გაცივდეს, ან პირიქით — გადახურდეს.

სითბოს წარმოქმნა ორგანიზმში განუწყვეტლივ წარმოებს იმ ეკოთერმული რეაქციების შედეგად, რომლებსაც ადგილი აქვს ორგანოებსა და ქსოვილებში. სითბოს წარმოქმნა ერთნაირი ინტენსივობით არ ხდება. იმ ორგანოებსა და ქსოვილებში, რომლებიც აქტიურ მუშაობას ასრულებენ, მაგალითად, კუნთებში, ღვიძლში, თირკმლებში სითბოს პროდუქცია უფრო მაღალია, ვიდრე შემაერთებულ ქსოვილში.

სხვადასხვაა, აგრეთვე, ორგანოებისა და ქსოვილების მიერ სითბოს გაცემა; რაც ძირითადად მათ ადგილმდებარეობაზეა დამოკიდებული. მაგალითად, კანი, ჩონჩხის კუნთები, რომლებიც უფრო ზედაპირულად მდებარეობენ, მეტ სითბოს გასცემენ, ვიდრე ღრმად მდებარე ორგანოები, ამიტომ, სხვადასხვა ორგანოს ტემპერატურაც სხვადასხვაა. ღვიძლის ტემპერატურა უდრის 37,8—38°, კანისა (ტანსაცმლით დაფარულ ადგილებში) 29,5—33,9°.

ამრიგად, ცნება „სხეულის ტემპერატურა“ პირობითია, რადგან იგი მკვეთრად ცვალებადობს. სხეულის საშუალო ტემპერატურას ყველაზე უკეთესად ასახავს მსხვილ სისხლის ძარღვებში მყოფი სისხლის ტემპერატურა. ადამიანის სხეულის ტემპერატურის გაზომვა ჩვეულებრივ მიღებულია ილიის ფოსოში, სადაც ჭანმრთელი ადამიანის ტემპერატურა უდრის 36,5—36,9°. ჩვილ ბავშვებში ტემპერატურის გაზომვა მიღებულია აგრეთვე, სწორ ნაწლავში, სადაც ტემპერატურა უფრო მაღალია და უდრის 37,2—37,5°, ტემპერატურა მერყეობს დღე-ღამის განმავლობაში და ეს მერყეობა 0,5—0,7° უდრის. მაქსიმალური ტემპერატურა დღის 4—6 საათზე აღინიშნება, ხოლო მინიმალური ღამის 3—4 საათზე. სხეულის ტემპერატურის მუდმივობის შენარჩუნება თერმორეგულაციის ფიზიოლოგიური მექანიზმებით წარმოებს, რომელშიაც არჩევენ ფიზიკურ და ქიმიურ თერმორეგულაციას.

ქიმიური თერმორეგულაცია

ქიმიური თერმორეგულაცია წარმოებს ორგანიზმის მიერ სითბოს წარმოქმნის გაძლიერების ან შესუსტების გზით, ე. ი. ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობის გაძლიერებით ან შესუსტებით, რომლის განმსაზღვრელ ფაქტორს გარემოს ტემპერატურა წარმოადგენს.

გარემოს ტემპერატურის ცვალებადობა აღიზიანებს კანის რეცეპტორებს და ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობას, ე. ი. სითბოს წარმოქმნის რეფლექსურ შეცვლას იწვევს. გარკვეული ურთიერთობა არსებობს ჰაერის ტემპერატურასა და ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლას შორის. როდესაც ჰაერის ტემპერატურა ეცემა, ორგანიზმში სითბოს წარმოქმნა ძლიერდება, ხოლო ტემპერატურისმატებისას, პირიქით — სითბოს წარმოქმნა ორგანიზმში კლებულობს.

სიცხეში ადამიანსა და ცხოველს კანკალი ეწყება. კანკალი ეს რეფლექსური აქტია, რომელიც კანის რეცეპტორების გაღიზიანებით წარმოებს. კანის რეცეპტორებში წარმოქმნილი აგზნება ცენტრალურ ნერვულ სისტემას აღწევს, ხოლო აქედან აგზნება კუნთებისაკენ მიიმართება და მის პერიოდულ შეკუმშვას იწვევს. ამგვარად, კანკალი ხელს უწყობს ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებას, ე. ი. სითბოს პროდუქციის გადიდებას.

სიცხის ზეგავლენით ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობის გაძლიერება მაშინაც წარმოებს, როდესაც კუნთები უმოძრაოდაა, იმის მიუხედავად, ექნება თუ არა ადგილი კანკალს.

გარდა კუნთებისა თერმორეგულაციაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ღვიძლი და თირკმლები. ღვიძლის ვენაში სისხლის ტემ-

პერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე ლვიძლის არტერიაში, რომელსაც სისხლი ლვიძლში შეაქვს. გარემოს ტემპერატურის დაქვეითებისას ლვიძლში სითბოს გამოყოფა მატულობს.

ფიზიკური თერმორეგულაცია

ფიზიკური თერმორეგულაცია ორგანიზმის მიერ სითბოს გაცემის ინტენსივობის შეცვლით ხორციელდება. მას განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს გარემოს ტემპერატურის მომატებისას. თუ გარემოს ტემპერატურა უახლოვდება ან ტოლია სხეულის ტემპერატურისა, ამ შემთხვევაში იზოთერმიის შენარჩუნებისათვის ძირითადი მნიშვნელობა ფიზიკურ თერმორეგულაციას აქვს.

ორგანიზმში წარმოქმნილი სითბო ძირითადად გამოიყოფა სითბოს დასხივებისა და სითბოს გატარების გზით. ამ დროს კანიდან სითბო უშუალოდ ჰაერსა და იმ საგნებს გადაეცემა, რომელიც უშუალოდ მასთან შეხებაშია. ასაკოვანი ადამიანი, მოსვენების დროს დასხივებისა და გატარების გზით დაახლოებით 70% სითბოს გაცემს. აქედან სითბოს დასხივებაზე 55% მოდის, ხოლო სითბოს გატარებაზე 15%.

სითბოს გაცემა წარმოებს, აგრეთვე, წყლის აორთქლების გზით კანის ზედაპირიდან (ოფლის სახით) და ფილტვებიდან, რომელზედაც გაცემული სითბოს 27% მოდის. დანარჩენი, სხეულის მიერ გამოყოფილი სითბოს 3% იხარჯება ჩასუნთქული ჰაერის, განაელებისა და შარდის გასათბობად.

ტანსაცმლით დაფარულ ადგილებში სითბოს გაცემა გაძნელებულია. განსაკუთრებით სითბოს გაცემას ხელს უშლის ჰაერის ის ფენა, რომელიც ტანსაცმელსა და კანს შორისაა მოთავსებული, ჰაერი კი სითბოს ცუდი გამტარია. სითბოს გაცემას ხელს უშლის, აგრეთვე, კანქვეშა ცხიმოვანი ქსოვილი, რადგან ცხიმი სითბოს ცუდად ატარებს.

სითბოს დასხივება და გატარება დამოკიდებულია არა მარტო გარემოს ტემპერატურაზე, არანედ სისხლძარღვებში სისხლის განაწილებასა და ცირკულაციაში მყოფი სისხლის რაოდენობაზე.

დაბალი ტემპერატურის პირობებში კანის სისხლძარღვები ვიწროვდება და სისხლის დიდი რაოდენობა გადადის შინაგან ორგანოების სისხლძარღვებში. ამიტომ, კანის ზედაპირიდან სითბოს გაცემაც მცირდება.

გარემოს მაღალი ტემპერატურის დროს პირიქით — კანის სისხლძარღვები ფართოვდება, თბილი სისხლი დიდი რაოდენობით მიდის კანში და სითბოს გაცემაც მატულობს.

გარემოს მაღალი ტემპერატურის დროს ცირკულაციაში მყო-

ფი სისხლის რაოდენობის მომატება წარმოებს ერთის მხრივ ქსოვილებიდან სისხლში წყლის გადასვლით, ხოლო მეორეს მხრივ სისხლის დეპოებიდან სისხლის საერთო ცირკულაციაში გადასვლით. ცირკულაციაში სისხლის რაოდენობის მომატებისას კანის სისხლძარღვებში მიმდინარე სისხლის რაოდენობაც მატულობს, და მაშასადამე, გარემოში გაცემული სითბოს რაოდენობაც იზრდება. გარემოს დაბალი ტემპერატურის პირობებში კი საწინააღმდეგო ცვლილებებს აქვს ადგილი.

გარემოს მაღალი ტემპერატურის პირობებში იზოთერმიისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს კანის ზედაპირიდან ოფლის აორთქლებას. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მაშინ, როდესაც ჰაერის ტემპერატურა 37°-ია, ე. ი. როდესაც იგი სხეულის ტემპერატურას გაუტოლდება. ამ შემთხვევაში ორგანიზმს არ ძალუძს გასცეს სითბო დასხივებისა და გატარების გზით. ამ დროს სითბოს გაცემის ერთადერთი საშუალებაა ოფლის აორთქლება კანის ზედაპირიდან. ოფლის გამოყოფა ძლიერ მატულობს მაღალი ტემპერატურისა და მძიმე ფიზიკური მუშაობის დროს.

ოფლის აორთქლება დამოკიდებულია ჰაერის ტენიანობაზე. ტენიანობა ხელს უშლის აორთქლებას. ამიტომ, მაღალი ტემპერატურა ატმოსფეროს მაღალი ტენიანობისას ძნელი ანათანი ხდება.

აორთქლებაზე უარყოფით გავლენას ახდენს ჰაერგაუმტარი ტანსაცმელი, როგორცაა ტყავის, რეზინის და სხვ. ასეთი ტანსაცმლის ხმარებისას კანსა და ტანსაცმელს შორის არსებული ჰაერის ფენა სწრაფად იელინდება ორთქლით და ოფლის აორთქლება ფერხდება.

წყლის გარკვეული რაოდენობა ორთქლდება, აგრეთვე, სუნთქვის დროს ფილტვებიდან. ამოსუნთქული ჰაერი წყლის ორთქლს შეიცავს. ამრიგად, სუნთქვის პროცესი მონაწილეობას ღებულობს სხეულის ტემპერატურის მუდმივობის შენარჩუნებაში. სიცოცხლეში ადგილი აქვს სუნთქვის ცენტრის რეფლექსურ შეკავებას, რის გამოც, სუნთქვა იშვიათდება. გარემოს მაღალი ტემპერატურისას, პირიქით, სუნთქვის ცენტრი აიგზნება და სუნთქვა ხშირდება.

თერმორეგულაციის ნერვული და ჰუმორალური მექანიზმი

ცენტრალურ ნერვულ სისტემას გარკვეული როლი ენიჭება თერმორეგულაციაში, რაც ექსპერიმენტულად დასაბუთდეს. გრძელი წვრილი ნემსით შუამდებარე ტვინის დაზიანება შინაური კურდღელში იწვევს სხეულის ტემპერატურის მომატებას. აღნიშნული ექსპერიმენტი სითბური ჩხვლეთის სახელითაა ცნობილი.

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ თერმორეგულაციის ცენტრი მოთავსებულია შუამდებარე ტვინში, ჰიპოთალამურ მიდამოში — რუხ ბორცვში. აქ ცალ-ცალკეა გამოყოფილი სითბოს წარმოქმნისა და სითბოს გაცემის ცენტრი. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ თავის ტვინის ქერქი გარკვეულ გავლენას ახდენს სითბურ ცვლაზე. თერმორეგულაციის პირობით-რეფლექსური ცვლილებები თავის ტვინის ქერქის მონაწილეობით ხორციელდება.

თერმორეგულაციის ცენტრის გამღიზიანებელია ის ნერვული იმპულსები, რომლებიც ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში მიემართებიან კანისა და ლორწოვან გარსებში მოთავსებულ სითბოსა და სიცივის მიმღებ რეცეპტორებიდან. თერმორეგულაციის ცენტრზე გამღიზიანებლად მოქმედებს, აგრეთვე, სისხლის ტემპერატურა. აღნიშნული გამღიზიანებლები მოქმედებენ თერმორეგულაციის ცენტრზე, ეს უკანასკნელი სათანადო რეაქციებს იწვევს ორგანიზმში. მაგალითად, თუ შუამდებარე ტვინის მკვებავი სისხლის ტემპერატურა აწეულია, თერმორეგულაციის ცენტრი აიგზნება და ორგანიზმში ისეთ ცვლილებებს იწვევს, რომლებიც ხელს უწყობენ ტემპერატურის დაქვეითებას. როდესაც სისხლის ტემპერატურა ეცემა, პირიქით ძლიერდება ნეოთერებათა ცვლის ინტენსივობა, რომელიც ხელს უწყობს სითბოს პროდუქციას. ასევე კანისა და ლორწოვან გარსებში არსებულ რეცეპტორებიდან ტემპერატურის ცვლილებების დროს აღმოცენებული აგზნება სითბურ ცენტრს გადაეცემა, აქედან კი იმპულსები სათანადო ორგანოებთან მიდის, რომლებიც სითბოს ცვლას არეგულირებენ. თერმორეგულაციის ცენტრებიდან აგზნება სიმპათიკური ნერვული სისტემით გადაეცემა სითბოს წარმოქმნელ და სითბოს გამცემ ორგანოებს.

თერმორეგულაციაში მონაწილეობს, აგრეთვე, შინაგანი სეკრეციის ჭირკვლები, განსაკუთრებით კი ფარისებრი და თირკმელზედა ჭირკვლები.

გარემოს დაბალი ტემპერატურის პირობებში ძლიერდება ფარისებრი ჭირკვლის ჰორმონის გამოყოფა, რომელიც ძლიერებს ნეოთერებათა ცვლის პროცესებს. მაგალითად, თუ ერთი ცხოველის სისხლში, მეორე ისეთი ცხოველის სისხლის შრატს შევიყვანთ, რომელიც ხანგრძლივად სიცივეში იმყოფებოდა, პირველ ცხოველში ნეოთერებათა ცვლის მომატებას იწვევს.

ასევე სიცივეში, თირკმელზედა ჭირკვლების მიერ ადრენალინის გამოყოფა მატულობს, რის შედეგადაც კუნთებში ჟანგვითი პროცესები ძლიერდება და მაშასადამე სითბოს პროდუქცია იზრდება. ამავე დროს, კანის სისხლძარღვების შევიწროების გამო სითბოს გაცემა ქვეითდება.

სხეულის გაცივებას ჰიპოთერმია ეწოდება, ხოლო გადახურებას — ჰიპერთერმია. თუ ადამიანი დიდი ხნის განმავლობაში იმყოფება მეტად მაღალი ან დაბალი ტემპერატურის პირობებში და თერმორეგულაციის მექანიზმებს უკვე აღარ ძალუძს სითბოს ცვლის მოწესრიგება, ამ შემთხვევაში ადამიანის სხეული ტემპერატურის შესაბამისად შეიძლება გადახურდეს ან გაცივდეს.

ჰიპოთერმიის მდგომარეობა ვითარდება იმ შემთხვევაში, როდესაც სხეულს ტემპერატურა 35° ქვემოთ ეცემა. ჰიპოთერმია ყველაზე სწრაფად ვითარდება ცივ წყალში ყოფნისას. თუმცა დასაწყისში ადგილი აქვს სითბოს პროდუქციის რეფლექსურ გაძლიერებას. ჰიპოთერმიის დროს ნარკოზის მსგავსი მოვლენები ვითარდება: ადგილი აქვს მგრძნობელობის დაკარგვას, აგზნებადობის დაქვეითებას, რეფლექსური რეაქციების შესუსტებას, ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობის შემცირებას, სუნთქვის შენელებას, გულის ცემის გაიშვიათებას, სისხლის წნევის დაცემას და სხვ.

აღსანიშნავია, რომ ხელოვნურ ჰიპოთერმიას, რომლის დროსაც სხეულს $25-28^{\circ}$ -მდე აცივებენ, ქირურგიულ პრაქტიკაში იყენებენ, გულზე და ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე ოპერაციების დროს. ჰიპოთერმიის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ამ დროს, ცენტრალური ნერვული სისტემის მიერ უანგბადზე მოთხოვნილება, ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობის მკვეთრი დაქვეითების გამო შემცირებულია. ჩვეულებრივ ცენტრალური ნერვული სისტემა უანგბადობას 3—5 წუთის განმავლობაში იტანს, ხოლო ჰიპოთერმიის პირობებში ეს დრო 15—20 წუთამდე გრძელდება. ე. ი. ამ ხნის განმავლობაში, ოპერაციის მსვლელობის დროს შესაძლებელი ხდება გულის მუშაობის დროებით გამოთიშვა და სისხლის მიმოქცევისა და სუნთქვის გაჩერება. ჰიპოთერმიის მდგომარეობიდან გამოსვლა სხეულის გათბობით ხდება.

ჰიპერთერმული მდგომარეობა ვითარდება იმ შემთხვევაში, როდესაც სხეულის ტემპერატურა 37° -ზე მაღალია. ჰიპერთერმია ვითარდება გარემოს მაღალი ტემპერატურის პირობებში, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ჰაერი ნოტიოა და ოფლის აორთქლება გაძნელებულია. თუ სხეულის ტემპერატურა $40-41^{\circ}$ აღწევს, ვითარდება ორგანიზმის მძიმე მდგომარეობა, რომელიც სითბური დარტყმის სახელითაა ცნობილი.

აღსანიშნავია, რომ ცოცხალი ორგანიზმების სიცოცხლის ტემპერატურული საზღვრები დიდ ფარგლებში ცვალებადობს. მრავალი ბაქტერიის სპორები 150° -მდე გათბობას უძლებენ. ზოგიერთი

შათგახი კი სიცოცხლის უნარიანობას ინარჩუნებს 0° ტემპერატურამდე. ზოგიერთ ცხელ წყლებში, რომლის ტემპერატურა 85°-მდე აღწევს, ცოცხლობენ ინფუზორიები.

თევზები, მწერები და ძუძუმწოვრებიც შესაძლებელია გაყინვით, შემდეგ თანდათანობით გავალხოთ და სიცოცხლე დაეუბრუნოთ. გაყინვა 15°-ზე ქვემოთ ცხოველისთვის უკვე სასიკვდილოა.

ნივთიერებათა და ენერჯიის ცვლის ასაკობრივი თავისებურებანი

ნივთიერებათა და ენერჯიის ცვლა ბავშვთა ასაკში მთელი რიგი ასაკობრივი ფიზიოლოგიური თავისებურებებით ხასიათდება. ეს თავისებურებანი მით უფრო მკვეთრადაა გამოხატული, რაც უფრო მცირეა ბავშვის ასაკი.

ბუნებრივია, რაც უფრო ენერჯიულად მიმდინარეობს ორგანიზმის ზრდის პროცესები და მისი ფუნქციური სრულყოფა, მით უფრო მეტია ენერჯიის დანახარჯი და მით უფრო მეტი საყუათო ნივთიერებების მიღებაა საჭირო. ბავშვის ორგანიზმის შედარებით დიდი მოთხოვნილება საკვები ნივთიერებებისადმი გამოწვეულია იმით, რომ საკვები მათთვის წარმოადგენს არა მარტო ენერჯიის, არამედ პლასტიკური მასალის წყაროსაც.

ბავშვის ორგანიზმში აღდგენით პროცესებთან ერთად მიმდინარეობს ახალი უჯრედებისა და ქსოვილების ფორმირება. ეს პროცესი, მოზრდილებთან შედარებით, ცილების დიდ რაოდენობას მოითხოვს. რაც უფრო პატარაა ბავშვი, მით უფრო მეტი ცილა ესაჭიროება მას. ცილის სადღეღამისო მოთხოვნილება 1 კგ წონაზე 1—4 წლამდე შეადგენს 3—3,5 გ, 4—7 წლამდე 2,5 გ, 7 წლისათვის 2 გ. სქესობრივი მომწიფების პერიოდში მოთხოვნილება ცილებზე იზრდება. ამრიგად, ასაკისა და წონის მიხედვით ბავშვები 1—4 წლამდე დღე-ღამის განმავლობაში უნდა ღებულობდნენ ცილებს 30—50 გ რაოდენობით, 4—7 წლამდე 70 გ, 7 წლიდან 75—80 გ.

აღსანიშნავია, რომ ცილების ჰარბი მილების შემთხვევაში ცილების სინთეზის ზრდა წყდება და აღგილი აქვს არასასურველ შედეგებს: მადის დაქვეითებას, კუჭის აშლილობას, მკავე-ტუტთანობის წონასწორობის გადახრას აციდოზისაკენ, ძლიერდება აზოტის გამოყოფა შარდითა და განავლით, რაც ორგანიზმში აზოტის შეკავების შემცირებას იწვევს.

ორგანიზმისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს, არა მარტო მიღებული ცილების რაოდენობას, არამედ აგრეთვე მათ ხარისხსაც, ცი-

ლების ამინომჟავურ შედგენილობას, რომელიც უზრუნველყოფს პლასტიკურ პროცესებს.

ცილების ცვლის საბოლოო პროდუქტების ურთიერთშეფარდება ასაკობრივი კანონზომიერებით ხასიათდება. ორგანიზმიდან აზოტის დიდი რაოდენობა გამოიყოფა შარდოვანას სახით. ახალშობილისათვის დამახასიათებელია შარდში აზოტის დიდი რაოდენობა. აზოტის რაოდენობა სხეულის 1 კგ წონაზე მაქსიმალურ სიდიდეს აღწევს 6 წლისათვის. 4—6 წლისათვის შარდში აზოტის საერთო რაოდენობა აღწევს 98—162 მგ. უფრო მოზრდილებში კი აზოტის რაოდენობა შარდში თანდათანობით კლებულობს.

ცხიმები ბავშვებისათვის არა მარტო ენერჯის წყაროა, არამედ იგი შეიცავს ცხიმში ხსნად ვიტამინებს, რომლებიც აუცილებელია ბავშვის ორგანიზმის ზრდისა და განვითარებისათვის. ცხიმები და ლიპოიდები ბავშვთა კვების რაციონის აუცილებელ კომპონენტებს წარმოადგენს. ცხიმების უკეთ გამოყენებისათვის აუცილებელია ნახშირწყლების საკმარისი რაოდენობით მიღება. ნახშირწყლების არასაკმარისი რაოდენობით მიღების შემთხვევაში ცხიმების ენერჯითი პროცესები არასრულად მიმდინარეობს და ნივთიერებათა ცვლის მკაფივ პროდუქტების დაგროვების გამო ვითარდება აციდოზი.

ორგანიზმის მოთხოვნილება ცხიმებისადმი ასაკთან ერთად იცვლება. ყველაზე მაღალი შედარებითი მოთხოვნილება ცხიმებზე ახალშობილებში აღინიშნება.

ცხიმებზე მოთხოვნილება სხეულის 1 კგ წონაზე შემდეგია: ძუძუთა ბავშვებში, რომლებიც ბუნებრივ კვებაზე იმყოფებიან — 5,5—6 გ, ხელოვნურ კვებაზე მყოფთათვის — 4—3,5 გ, 1—4 წლამდე — 4—3,5 გ, 4—7 წლამდე — 3—2,5 გ, 7 წლის ზემოთ — 2,5—2 გ, 10—11 წლამდე — 1,5 გ და 16—18 წლამდე — 1 გ.

ასაკის მომატებასთან ერთად ცხიმების საერთო რაოდენობის სადღეღამისო მოთხოვნილება მატულობს: 1-დან 3 წლამდე ბავშვი დღე-ღამეში უნდა ლეზულობდეს 32,7 გ ცხიმს, 4-დან 7 წლამდე — 39,2 გ, 8-დან 13 წლამდე — 38,4 გ, 14-დან 17 წლამდე — 47 გ.

საკვების რაციონის შედგენისას მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული არა მარტო ცხიმების რაოდენობა, არამედ საკვებში შემავალი ცხიმების ხარისხიც. მისი ხარისხი განისაზღვრება მასში ლიპოიდების არსებობით, რომელზედაც დამოკიდებულია ვიტამინების შემცველობა და იმუნიტეტის გამომუშავება. შეუცვლელი ცხიმოვანი მკაფიების — ლინოლის, ლინოლენისა და არახიდონის — არსებობა აუცილებელია კანის ნორმალური ზრდისა და ფუნქციონირებისათვის. მნიშვნელოვანია აგრეთვე ლეციტინებიც, რომელთა

დაშლის შედეგად თავისუფლდება ქოლინი, რომელიც აქვეითებს სისხლის წნევას და ააგზნებს ნაწლავთა პერისტალტიკას.

ნახშირწყლების ცვლა ბავშვებში რიგი ასაკობრივი თავისებურებით ხასიათდება. ნახშირწყლები ბავშვის ორგანიზმში ასრულებს არა მარტო ენერგეტიკულ ფუნქციას, არამედ პლასტიკურსაც, იგი ქმნის შემაერთებელი ქსოვილის ძირითად ნივთიერებას, უჯრედის გარსს და სხვ. ნახშირწყლები გავლენას ახდენს ორგანიზმის მიერ ცილებისა და ცხიმების სწორ გამოყენებაზე, არეგულირებს მჟავე-ტუტოვან წონასწორობასა და წყლის ცვლას, ისინი C და B ვიტამინების შემცველები არიან.

ბავშვებისათვის დამახასიათებელია ნახშირწყლების ცვლის დიდი ინტენსივობა. ბავშვებში მოთხოვნილება ნახშირწყლებზე შედარებით დიდია, ხოლო მათი შემცველობა ბავშვის საკვებში არასაკმარისია. ამის შედეგად ორგანიზმი იძყოფება ნაწილობრივ შიმშილის მდგომარეობაში, ბავშვის ორგანიზმში ზრდის პროცესების ინტენსიურად მიმდინარეობის გამო ცილებისა და ცხიმების დანახარჯი საკმაოდ დიდია, ამიტომ ნახშირწყლების წარმოქმნა ცილებისა და ცხიმებიდან შემცირებულია. ნახშირწყლები ბავშვის ორგანიზმში უმნიშვნელო რაოდენობით გროვდება კუნთებში, ღვიძლსა და სხვა ორგანოებში.

ახალშობილებში შაქრის რაოდენობა სისხლში 30—50 მგ%, ძუძუთა ბავშვებში 70—90%, უფრო მოზრდილებში 80—100 მგ%, ხოლო 12—14 წლის ბავშვებში 90—120 მგ%.

ორგანიზმის მიერ ნახშირწყლებზე მოთხოვნილება ასეთია: ძუძუთა ბავშვებში სხეულის 1 კგ წონაზე საჭიროა ნახშირწყლები 10—12 გ რაოდენობით. შემდგომ წლებში ნახშირწყლების რაოდენობა მერყეობს 8—9 გ-დან 12—15 გ-მდე. ნახშირწყლების სადღეღამისო რაოდენობა მნიშვნელოვნად მატულობს ასაკთან ერთად: 1—3 წლამდე საჭიროა ნახშირწყლები 193 გ რაოდენობით, 4—7 წლამდე — 287 გ, 8—13 წლამდე 370 გ, 14—17 წლამდე 470 გ, რაც უკვე მოზრდილის ნორმებს უახლოვდება.

ალსანიშნავია, რომ ბავშვებს, მოზრდილებთან შედარებით, ნახშირწყლების შეთვისების უნარი მაღალი აქვთ და ის უფრო მაღალია, რაც უფრო მცირეა ასაკი. მაგრამ შაქრის ჭარბი რაოდენობით მიღების შემთხვევაში, ბავშვებში შაქრის რაოდენობამ სისხლში შესაძლებელია ორჯერ მოიმატოს, თუმცა იგი სწრაფად უბრუნდება ნორმას. ბავშვის ორგანიზმს ნახშირწყლებისადმი გამძლეობა უფრო მაღალი აქვთ, ვიდრე მოზრდილებს. მაგალითად, გლუკოზურის გამოწვევა ძუძუთა ბავშვებში შესაძლებელია იმ შემთხვევაში თუ სხეულის 1 კგ წონაზე გლუკოზას 8—12 გ რაოდენობით მივ-

ცემთ. ქაშინ როდესაც მოზრდილებში გლუჯოზურიას იწვევს 1 კგ წონაზე 1 გ გალაკტიზის მიცემა. ეს გარემოება ალბათ იმითაა გამოწვეული, რომ ბავშვებში გლიკოგენის დაგროვება ღვიძლსა და სხვა ორგანოებში უფრო ადვილად წარმოებს ვიდრე მოზრდილებში.

დიდია წყლის, მინერალური მარილებისა და ვიტამინების როლი ბავშვის ორგანიზმის ზრდისა და განვითარებისათვის. რაც უფრო ახალგაზრდაა ორგანიზმი, მით უფრო მდიდარია იგი წყლით. ახალშობილის ქსოვილებში 70%-მდე წყალია, ხოლო მოზრდილებში 58—59%.

ბავშვის ორგანიზმი მოზრდილისაგან განსხვავდება ჰიდროლაბილობით, ე. ი. წყლის ადვილად დაკარგვითა და შევსებით; რადგან ბავშვის ორგანიზმში ქარბობს უჯრედგარეშე წყალი, რომელიც წყლის ცელაში მონაწილეობს.

რაც უფრო პატარაა ბავშვი, მით უფრო მეტია ორგანიზმის მოთხოვნილება წყლისადმი. მოთხოვნილება წყლისადმი სხეულის 1 კგ. წონაზე ასაკის მომატებასთან ერთად მცირდება, ხოლო წყლის აბსოლუტური რაოდენობა, რომელსაც ბავშვი დღე-ღამის განმავლობაში ღებულობს, მატულობს.

წყლის სადღე-ღამისო მოთხოვნილება ძუძუთა ბავშვებში შეადგენს 800 მლ, 2—4 წლის ასაკის ბავშვებისათვის — 950 მლ, 5—6 წლისათვის — 1200 მლ, 7—10 წლისათვის — 1350 მლ, ხოლო 11—14 წლის ბავშვებში — 1500 მლ. ვაჟებში მოთხოვნილება წყლისადმი რამდენადმე მეტია, ვიდრე გოგონებში.

მზარდი ორგანიზმისათვის საჭიროა, აგრეთვე, მინერალური მარილები საკმარისი რაოდენობით მიღება. მინერალური მარილები ორგანიზმის მიერ ძირითადად გამოიყენება როგორც პლასტიკური მასალა უჯრედების შენებისათვის. ბავშვის ზრდის პერიოდში ადგილი აქვს უმთავრესად ნატრიუმის, კალიუმის, კალციუმის, ფოსფორის, ქლორის და გოგირდის იონების შეკავებას. მზარდი ორგანიზმისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს კალციუმს, ფოსფორსა და რკინას.

ბავშვის ორგანიზმის ნორმალური განვითარებისათვის საჭიროა ვიტამინების მიღება, რომელიც არეგულირებს ბავშვის ორგანიზმში მიმდინარე ძირითად სასიცოცხლო პროცესებს. ბავშვის ორგანიზმის მოთხოვნილება ვიტამინებისადმი მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე მოზრდილებისა. ბავშვის ორგანიზმში ვიტამინების ნაკლებობისა ან არარსებობისას ვითარდება სხვადასხვა ფუნქციური მოშლოლობანი, რომელიც ნივთიერებათა ცვლის დარღვევასთანაა დაკავშირებული. ადგილი აქვს, აგრეთვე, მძიმე დაავადებას და იმუნიტეტის მკვეთრ დაქვეითებას.

ბავშვის კვება

ბავშვის საკვები საკმარისი რაოდენობით უნდა შეიცავდეს ცილებს, ცხიმებს, ნახშირწყლებს, ვიტამინებს, მინერალურ მარილებსა და წყალს. რაციონალური და სრულღირებულოვანი საკვების მიღებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ბავშვის ნორმალური ფიზიკური და გონებრივი განვითარებისათვის. მიღებული საკვები არა მარტო უნდა ფარავდეს ენერგეტიკულ დანახარჯს, არამედ უნდა უზრუნველყოთ ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, მინერალური მარილების, ვიტამინებისა და წყლის დანაკლისი.

ორგანიზმის მიერ საკვების ათვისება ძირითადად დამოკიდებულია საკვებ ნივთიერებათა, პირველ რიგში ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების შეფარდებაზე. ყველაზე უკეთესი შეფარდება ბავშვის ორგანიზმისათვის არის 1:1:4, ე. ი. ცილების რაოდენობა უნდა იყოს იმდენივე, რამდენიც ცხიმებისა, ხოლო ნახშირწყლების ოთხჯერ მეტი. ქვემოთ მოცემულია სხვადასხვა ასაკის ბავშვისათვის საჭირო ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების ფიზიოლოგიური ნორმები კალორიებით (ცხრილი 6).

ცხრილი 6

საკვები ულუფის ასაკობრივი ნორმები (გრამებში).

ა ს ა კ ი	ცილები	ცხიმები	ნახშირ- წყლები	კალორიუ- ლობა კკალ
6 თვიდან 1 წლამდე	25	25	109	782
1 წლიდან 3 წლამდე	48	51	157	1315
3-დან 7 წლამდე	65	65	241	1871
7-დან 11 წლამდე	78	81	297	2291
11-დან 15 წლამდე	98	86	424	2940
15-დან 18 წლამდე	119	99	471	3340

ბავშვის ორგანიზმისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების ასაკობრივი ნორმების დაცვას. გარდა ენერგეტიკული და ხარისხობრივი ღირებულებისა ბავშვის საკვები წონითა და მოცულობით საკმარისი უნდა იყოს. იგი უნდა იწვევდეს გაძღომისა და კმაყოფილების გრძნობას და ადვილი შესათვისებელი უნდა იყოს.

დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე კვების სწორი რეჟიმის დაცვას, რომელიც დღის განმავლობაში საკვები ულუფის სწორ განაწილებაში მდგომარეობს. ძლიერ ხშირი კვებისას საკვები ვერ ასწრებს გადამუშავებას. ამის გამო ბავშვებს უვითარდებათ უმადობა და დარღვევები საჭმლის მონელებაში, ხოლო ხანგრძლივი ინტერვა-

ლები კვებათა შორის ბავშვებისათვის ცუდი ასატანია. ბავშვებისათვის სიცოცხლის პირველი ორი თვის განმავლობაში დასაშვებია შვიდჯერ კვება. 5 თვიდან — ექვსჯერ, 5 თვიდან 1 წლამდე — ხუთჯერ, სკოლამდელი და სკოლის ასაკის ბავშვებისათვის — ოთხჯერ კვება.

ოთხჯერ კვების დროს საკვები ულუფა დღის განმავლობაში შემდეგნაირად უნდა განაწილდეს: პირველი საუზმე უნდა შეადგენდეს დღის რაციონის 25%, მეორე საუზმე — 10—15%, სადილი — 45—50%, ხოლო ვახშამი 15—20%. ვახშამი უნდა იყოს მსუბუქი და ადვილად შესათვისებელი. ბავშვები ვახშამს უნდა ლებულობდნენ ძილის წინ, 1,5—2 საათით ადრე.

საკვების მიღება უნდა წარმოებდეს ზუსტად განსაზღვრულ საათებში. ამ წესის დაცვისას ბავშვებში მუშავდება კვების პირობითი რეფლექსები დროზე, რომლის დროსაც საკვების მიღების წინ ადგილი აქვს საკმლის მომწელებელი წველების გამოყოფას. ყოველივე ეს დადებით გავლენას ახდენს საკმლის მომწელებელი ორგანოების მოქმედებაზე და ბავშვის საერთო ჯანმრთელობაზე. უწესრიგო კვება კი საკმლის მომწელებელი ტრაქტის ნორმალური მუშაობის დარღვევას იწვევს.

თ ა ვ ი მ ე მ ჯ ვ ს ე

შ ი ნ ა გ ა ნ ი ს ე კ რ ე ც ი ა

შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ზოგადი დახასიათება

ორგანიზმის ცხოველმყოფელობის რეგულაციისათვის ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვთ ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს, რომლებიც სისხლში, ლიმფაში და ქსოვილურ სითხეში სპეციალური ორგანოების მიერ გამოიყოფა. სისხლში მათი უმცირესი კონცენტრაციის მიუხედავად, ისინი ორგანიზმის მდგომარეობის, კერძოდ ნივთიერებათა ცვლის მნიშვნელოვან დარღვევებს იწვევენ. ამ ნივთიერებებს ეწოდება ჰორმონები, ხოლო მათ გამოყოფე ორგანოებს ენდოკრინული (ბერძნულად endon შინაგანი, krino — გამოყოფა), ან შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლები ეწოდება.

ენდოკრინულ ჯირკვლებს (გარეგანი სეკრეციის, მაგალითად, საკმლის მომწელებელი ტრაქტის ჯირკვლებისაგან განსხვავებით)

სადინარები არ გააჩნია. მათ მიერ გამოყოფილი ჰორმონები უშუალოდ ჭირკვალში გამავალ სისხლში შეიწოვებიან.

ჰორმონებს დისტანციური მოქმედების უნარი აქვთ, ე. ი. სისხლის მიმოქცევის წრეში მოხვედრის შემდეგ გავლენას ახდენენ ჭირკვლიდან მოცილებულ ორგანოებსა და ქსოვილებზე.

ჰორმონებისათვის დამახასიათებელია სპეციფიკური მოქმედება ზოგი ჰორმონი მოქმედებს მხოლოდ ზოგიერთ ორგანოსა და ქსოვილზე, ზოგი კი ნივთიერებათა ცვლის პროცესებში განსაზღვრულ ცვლილებებს იწვევს.

ჰორმონები სწრაფად იშლება. ორგანიზმში ჰორმონის საკმარისი რაოდენობის შენარჩუნებისათვის აუცილებელია შეაბამისი ჭირკვლის მიერ მისი განუწყვეტელი გამოყოფა სისხლში. თუ პათოლოგიური პროცესებს შედეგად რომელიმე ენდოკრინული ჭირკვალი ჰორმონის არასაკმარის, ან ჰარბ პროდუქციას გამოიმუშავებს, მაშინ ორგანიზმში აღმოჩნდება მძიმე ფუნქციური დარღვევები, რაც ზოგიერთ შემთხვევაში სიკვდილით მთავრდება. ენდოკრინული ჭირკვლების მოქმედების თითქმის ყველა სახის დარღვევა (ჰარბი ან არასაკმარისი პროდუქცია) საერთო შრომისუნარიანობის დაქვეითებას იწვევს.

ჰორმონების წარმოქმნისა და სეკრეციის ინტენსივობა დამოკიდებულია იმ პროცესების ხასიათზე, რომელსაც მოცემული ჰორმონი განაგებს. როგორც კი რომელიმე ჰორმონის მიერ გამოწვეული ცვლილებები განსაზღვრულ ოდენობას აღწევენ, ჰორმონის წარმოქმნა და გამოყოფა მცირდება. რიგ შემთხვევებში ძლიერდება იმ ჰორმონის პროდუქცია, რომელიც საწინააღმდეგოდ მოქმედებს მომ-



სურ. 33. ენდოკრინული ჭირკვლების საშუალებით შემსრულებელ ორგანოებთან ნერვული სისტემის გაკლენათა გადაცემის სქემა: 1 — თავის ტვინი; 2 — ნეიროსეკრეცია; 3 — პიჰიფიზი; 4 — ადენოჰიპოფიზის ტროპული ჰორმონები; 5 — ნერვული დერო; 6 — შინაგანი სეკრეციის ჭირკვლები; 7 — ნერვული ბოჭკოები, რომლებსაც ნერვული იმპულსები შინაგანი სეკრეციის ჭირკვლებში მიჰქვს; 8 — ჰორმონები; 9 — შემსრულებელი ორგანოები; 10 — სისხლის ძარღვი.

ხდარ ცვლილებებზე. ამრიგად, რომელიმე ჰორმონის გავლენით წარმოქმნილი ცვლის პროდუქტების სიჭარბე სისხლში ხშირად შესაბამისი ჭირკვლის აქტივობის დაქვეითებას იწვევს, ხოლო ამ პროდუქტების სიმცირე მოცემული ჭირკვლის მოქმედების სტიმულიაციას.

ენდოკრინული ჭირკვლების ფუნქცია რეგულირდება ცენტრალური ნერვული სისტემის საშუალებით. ნერვული სისტემა აკონტროლებს ყველა ჰორმონის გამოყოფას (სურ. 33).

ამრიგად, სხვადასხვა ორგანოებსა და ქსოვილებზე ნერვული და ჰუმორალური ზემოქმედებანი ორგანიზმის ფუნქციათა ნეირო-ჰუმორალური რეგულაციის ერთიანი სისტემის გამოვლინებაა.

ენდოკრინული ჭირკვლების ფუნქციის შესწავლის კლასიკური მეთოდებია:

1. შინაგანი სეკრეციის ჭირკვლის მთლიანი ან ნაწილობრივი ამოკვეთის შედეგებზე დაკვირვება.

2. ნორმალური ცხოველის ორგანიზმში ამა თუ იმ შინაგანი სეკრეციის ჭირკვლის ექსტრაქტის ან ქიმიურად სუფთა ჰორმონების შეყვანა, ან ჭირკვლის ქსოვილის გადანერგვა.

3. ჭირკვალში შესული და მისგან გამოსული სისხლის ფიზიოლოგიური აქტივობის შედარება.

4. იმ ავადმყოფთა გამოკვლევა, რომელთაც აქვთ ამა თუ იმ შინაგანი სეკრეციის ჭირკვლის ფუნქციის დაქვეითება ან გაძლიერება.

ასეთი ცდების შედეგად ორგანიზმის მოქმედებაში შემჩნეული ცვლილებები მეტყველებენ შესაბამისი შინაგანი სეკრეციის ჭირკვლის როლის შესახებ.

ჰორმონალური რეგულაციის ევოლუცია

ფილოგენეზში ნერვული სისტემის შემდეგ ვითარდება ჭირკვლები, რომლებიც გამოყოფენ ფიზიოლოგიურად აქტიურ ქიმიურ ნივთიერებებს. ქიმიური ნივთიერებების გადაცემა უჭრედიდან უჭრედეზე ძალიან ნელა მიმდინარეობს და ფილოგენეზურად გადაცემის უძველეს ფორმას წარმოადგენს. ზოგიერთ ცხოველში ქიმიური ნივთიერებანი, რომლებიც ნერვულ სისტემაში წარმოიქმნებიან, ამ გზით ვრცელდებიან.

განვითარების შემდგომ სტადიაში წარმოიქმნება ე. წ. დისტანციური აქტივატორები, რომლებიც მათი წარმოშობის ადგილიდან დიდ მანძილზე მოქმედებენ და სისხლისა და ლიმფის საშუალებით ვრცელდებიან. აღნიშნული ნივთიერებანი შინაგანი სეკრეციის ჭირკვლებში წარმოიქმნება.

ფარისებრი ჯირკვალნი

ძუბუმწოვრებისა და ადამიანის ფარისებრი ჯირკვალნი შედგება ორი გვერდითი წილისა და მათი შემაერთებელი ყელისაგან, რომლისგანაც აღიმართება პირამიდული მორჩი. მოზრდილი ადამიანის ფარისებრი ჯირკვალნი 25—40 გრამს იწონის.

ჯირკვლის ქსოვილი დაქსელილია მრავალრიცხოვანი სისხლისა და ლიმფის ძარღვებით. ორგანიზმის მთელი სისხლი ჯირკვალს ერთი საათის განმავლობაში გაივლის.

ფარისებრი ჯირკვლის ცილა — თირეოგლობულინი — დან ორი ჰორმონი წარმოიქმნება: თიროქსინი და ტრიიოდთირონი.

ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონი თიროქსინი კრიტალური ნივთიერებაა და 65% იოდს შეიცავს. სინთეზის გზით მიღებულ თიროქსინთან შედარებით ნატურალური თიროქსინი 3-ჯერ უფრო აქტიური ნივთიერებაა. ფარისებრი ჯირკვლის შუალედ პროდუქტს — დიოდთიროზინს თიროქსინის მოქმედების საწინააღმდეგო მოქმედება აქვს. ორგანიზმში თიროქსინი წარმოიქმნება იოდისა და თიროზინისაგან. ადამიანის ფარისებრი ჯირკვალნი ყოველდღიურად გამოყოფს თიროქსინის ისეთ რაოდენობას, რომელიც 0,3 მგ იოდს შეესაბამება. მაშასადამე, ნორმალური რაოდენობის ჰორმონის წარმოსაქმნელად იოდის ეს რაოდენობა ორგანიზმში განუწყვეტლივ უნდა შედიოდეს საკვებისა და სასმელ წყალთან ერთად. ფარისებრი ჯირკვალში იოდის კონცენტრაცია 20—50% მგ-ს შეადგენს, ე. ი. რამდენიმე ასეულით უფრო მეტს, ვიდრე სხვა ორგანოებში. მოზრდილი ადამიანის ორგანიზმში 25 მგ იოდია, აქედან 15 მგ ფარისებრი ჯირკვალზე მოდის. სისხლში თიროქსინზე უფრო მცირე კონცენტრაციით გვაქვს ფარისებრი ჯირკვალში წარმოქმნილი ჰორმონი ტრიიოდთირონი.

ცხოველებში ტრიიოდთირონის ფიზიოლოგიური აქტივობა 5-ჯერ აღემატება თიროქსინის აქტივობას, ხოლო ადამიანებში 10-ჯერ. ტრიიოდთირონი ორგანიზმიდან თიროქსინზე სწრაფად გამოიყოფა. ქსოვილებში თიროქსინიდან წარმოიქმნება ტრიიოდთირონი, მაგრამ გაცილებით მცირე რაოდენობით (5—7-ჯერ).

თიროზინის შემცველ ცილებზე იოდის ზემოქმედებით თიროქსინის სინთეზი ფარისებრი ჯირკვლის გარეშეც ხდება. სხვა ჰორმონებისაგან განსხვავებით თიროქსინის მოქმედება ნელა იწყება და დიდხანს გრძელდება.

თიროქსინი აჩქარებს სისხლის გლეუკოზის ინტენსიურ მოხმარებას ქსოვილებში. თიროქსინი აძლიერებს ორგანიზმის მიერ ყვე-

ლა სახის საყუათო ნივთიერებების ხარჯვას, ჟანგბადის მოხმარებასა და ნახშირმჟავას გამოყოფას. მოზრდილი ადამიანის ორგანიზმში 2 მგ თიროქსინის შეყვანა იწვევს ძირითადი ცვლის გაზრდას 20%-ით და წონაში დაქვეითებას.

ფარისებრი ჯირკვლის ამოკვეთის შემდეგ სრულიად წყდება თიროქსინის გადასვლა სისხლში და ძირითადი ცვლა 25—40%-ით ქვეითდება. ძირითადი ცვლის დაქვეითება ან მომატება ნახშირწყლების, ცხიმებისა და ცილების ცვლის დარღვევის შედეგია. თიროქსინი აძლიერებს პროტეოლიტური ფერმენტების აქტივობას. ფარისებრი ჯირკვლიდან მომზადებული პრეპარატი — თ ი რ ე ო ი დ ი ნ ი თიროქსინისა და ტრიიოდთირონინის მცირე რაოდენობას შეიცავს. მოზრდილ ცხოველებში ფარისებრი ჯირკვლის პრეპარატების დიდი რაოდენობით შეყვანა იწვევს 70% ცხიმის მარაგის დაკარგვას.

თიროქსინის გავლენით ჩქარდება ცხოველის ზრდა, იცვლება ცხოველების გარეგნობა და აღნაგობა, ცხოველები აღწევენ სქესობრივ მომწიფებას, ანუ მეტამორფოზს. თიროქსინი აუცილებელია აგრეთვე ძუძუმწოვრების ნაყოფის ნორმალური განვითარებისათვის. ახალშობილ ვირთხებში ფარისებრი ჯირკვლის გადანერგვა იწვევს აჩქარებულ ზრდასა და წონაში მატებას, ამრიგად, თიროქსინის ან ფარისებრი ჯირკვლის პრეპარატების გავლენით მოზრდილი ორგანიზმი წონაში კლებულობს, ზოლო ბავშვები და ახალგაზრდა ცხოველები სწრაფად იზრდებიან და წონაშიც მატულობენ.

ცხოველებში ფარისებრი ჯირკვლის ამოკვეთა იწვევს ზურგისა და თავის ტვინის რუხი ნივთიერების დეგენერაციას.

თიროქსინი ძლიერ ააგზნებს სიმპათიკურ ნერვულ სისტემას. ცხოველებში სიმპათიკური ნერვული სისტემის ქრონიკული გაღიზიანება იწვევს გუგების გაფართოებას, თვალების გადმოკარკვლას და ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებას, რაც დამახასიათებელია ფარისებრი ჯირკვლის ჰიპერფუნქციისათვის. თიროქსინი გავლენას ახდენს უმაღლეს ნერვულ მოქმედებაზე — ძალღებს, რომელთაც ამოკვეთილი აქვთ ფარისებრი ჯირკვალი, განწლებული აქვთ პირობითი რეფლექსების გამომუშავება. წინა დლით გამომუშავებული პირობითი რეფლექსი მეორე დღეს ქრება და საჭირო ხდება მისი ხელახლა გამომუშავება. ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონები რეტიკულური ფორმაციის სტრუქტურებში უფრო დიდი რაოდენობით გროვდება, ვიდრე ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვა უბნებში. ისინი აძლიერებენ რეტიკულური ფორმაციის ტონუსს და გამააქტივებელ გავლენას ახდენენ ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქზე.

ორგანიზმის ცვლილებები ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციის დარღვევის დროს. ზოგიერთ მთიან ადგილებში მოსახლეობის დიდი ნაწილი დაავადებულია ენდემური ჩიყვით. ამ დაავადების დროს ფარისებრი ჯირკვალი გადაჭარბებით იზრდება, თუმცა ჰორმონის საერთო პროდუქცია დაქვეითებულია. გადიდებული ფარისებრი ჯირკვალი ზოგჯერ 5—6 კილოგრამს იწონის. ფიქრობენ, რომ ენდემური ჩიყვის მიზეზია მცენარეულ საკვებში და უმთავრესად სასმელ წყალში იოდის მარილების ნაკლებობა. ენდემური ჩიყვით დაავადების აცილების მიზნით ასეთ რაიონებში აუცილებელია 0,08 მგ იოდის მიღება დღე-ღამეში. უბრალო ჩიყვის დროს ფარისებრი ჯირკვალი იზრდება მასში ფოლიკულების რაოდენობის მომატების გამო. მაგრამ ფოლიკულების მომატების მიუხედავად, ჯირკვალი მცირე რაოდენობით გამოყოფს ჰორმონს. ფოლიკულების რაოდენობისა და ოდენობის მომატება გარკვეულ დონემდე ანაზღაურებს სისხლში იოდის ნაკლებობას. იოდის მარილების საკმარისი რაოდენობის შემცველი წყლის მიღების შემდეგაც ორგანიზმი განიცდის იოდის ნაკლებობას სქესობრივი მომწიფებისა და ორსულობის პერიოდში. ამ დროს ორგანიზმის მოთხოვნილება ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონის მიმართ იზრდება. ამიტომ ჯირკვალი დროებით უმნიშვნელოდ დიდდება. ჩიყვის დროს აღინიშნება ნივთიერებათა ცვლის უმნიშვნელო შემცირება ჯირკვლის ჰიპოფუნქციის გამო.

მოზრდილ ადამიანებში ფარისებრი ჯირკვლის ჰიპოფუნქცია (ჰიპოთირეოზი) მიქსედემის განვითარებას იწვევს. ეს ავადმყოფობა გვხვდება იმ ქვეყნებში, სადაც მოსახლეობა დაავადებულია ჩიყვით. მიქსედემა შემჩნეულია ბაზედოვური ჩიყვის ოპერაციის შემდეგ ჯირკვლის ქსოვილის დიდი რაოდენობით ამოკვეთისას, მოხუცებულობის ასაკში სასქესო აპარატის განლევის შედეგად ფარისებრი ჯირკვლის ქსოვილის ცვლილებების გამო და თიროზინის ნაკლებობის დროს. ამ დაავადებისათვის დამახასიათებელია: სახის, კისრის, კიდურების, კანის გასქელება, გამკვრივება, შეშუპება, თმებისა და კბილების დაცვენა, სასქესო ჯირკვლების ცვლილება, მენსტრუაციის შეწყვეტა, გულის გაგანიერება, ერთროციტების რაოდენობის 40—50%-ით შემცირება, ძირითადი ცვლის 40—50%-ით დაქვეითება, სხეულის ტემპერატურის დაცემა, სმენის, მხედველობის, იშვიათად ყნოსვის, გემოვნების დაზიანება, აზროვნებისა და შეტყვევების სიზნანტე. ფიქრობენ, რომ ეს დარღვევები ჰორმონის უკმარისობის გამო ცენტრალური ნერვული სისტემის აგზნებადობის დაქვეითების შედეგია.

ენდემური ჩიყვით დაავადების დროს კრეტინიზმი ხშირად გვხვდება. მაგრამ კრეტინიზმისათვის ყოველთვის აუცილებელი არაა ჩიყვი. უფრო მეტიც, მძიმე შემთხვევებში დაავადება უჩიყვოდ მიმდინარეობს. კრეტინიზმი ვითარდება ბავშვობის ასაკში ან ნაყოფის განვითარების პერიოდში სასმელ წყალში ან საკვებში იოდის ნაკლებობის გამო (ჯირკვლის ჰაპოფუნქცია). კრეტინიზმისათვის დამახასიათებელია ზრდისა და სქესობრივი განვითარების შეჩერება. ფსიქიკის ჩამორჩენა და სხეულის პროპორციების დარღვევა. ეს ნიშნები გამოხატულია განსაკუთრებით მაშინ, როცა დაავადება უჩიყვოდ მიმდინარეობს. ახალშობილებში მათი სიმძლავრე ნორმალურია. კრეტინიზმის მძიმე შემთხვევებში მეტყველება დარღვეულია და აგრეთვე შეიმჩნევა სრული იდიოტიზმი.

ფარისებრი ჯირკვლის გადიდება ყოველთვის არ იწვევს მისი ფუნქციის მომატებას (ჰიპერთირეოზი). პირიქით, თუ ჯირკვალში შემადგენელი ქსოვილის ხარჯზე იზრდება, მაშინ მისი ფუნქცია მცირდება. მაგრამ ბ ა ზ ე დ ო ვ ი ს დაავადება ანუ ბაზედოვური ჩიყვი — ჯირკვლის ჰიპერფუნქციის შედეგია. დაავადებისათვის დამახასიათებელია ნივთიერებათა ცვლის მნიშვნელოვანი მომატება, ძლიერი გამხდრობა, სხეულის ტემპერატურის აწევა, განსაკუთრებით ფიზიკური მუშაობის დროს, ადვილად დაღლა და ოფლიანობა, თვალბგადმოკარკლულობა, გულის რიტმის გახშირება (ტაქიკარდია) და გადაჭარბებული გალიზიანებადობა.

ბაზედოვის დაავადების დროს ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონების შემცველობა სისხლში იზრდება ტოქსიკურ ეფექტამდე. ამიტომ ამ დაავადებას კიდევ თ ი რ ე ო ტ ო ქ ს ი კ ო ზ ი ეწოდება.

ფარისებრი ჯირკვალში თიროქსინის ბიოსინთეზი ფერხდება თიოციანატების გავლენით. ორგანიზმში თიურაცილის შეყვანის შემდეგ ნერვული სისტემის მოქმედება თანდათანობით ითრგუნება, ფერხდება ახალგაზრდა ცხოველების ზრდა-განვითარება, ადენოჰიპოფიზში მიმდინარე ცვლილებების გამო ვითარდება ბრადიკარდია (გულის რიტმის გაიშვიათება). თიურაცილის გავლენით ირღვევა იოდის გადასვლა ფარისებრი ჯირკვალში და თიროქსინი ბიოსინთეზი, ფერხდება ცილის იოდირებისა და დიოდთიროზინის თიროქსინად გარდაქმნის პროცესებში მონაწილე ფერმენტების მოქმედება. ორგანიზმის ფუნქციათა მსგავსი დარღვევები შეიმჩნევა ფარისებრი ჯირკვლის ქირურგიული ამოკვეთის შემდეგაც. ორგანიზმში თიროქსინის დიდი დოზების შეყვანის შემდეგ აღინიშნება მოწამვლის მოვლენები — თირეოტოქსიკოზი, დიურეზის გაძლიერება, ლიპიდების, ნახშირწყლებისა და მინერალური ცვლის მომატება, ტაქიკარდია, გალიზიანებადობა, უძილობა, თავის ტკივილი, სხეულის

ტემპერატურის მომატება, წონის დაქვეითება, ფალარათი და ოფლიანობა.

ფარისებრი ჭირკვლის ფუნქციების რეგულაცია. ფარისებრი ჭირკვალი უზვადაა მომარაგებული აფერენტული და ეფერენტული ნეირონებით. სიმპათიკური ნერვული სისტემა ააქტივებს ჭირკვლის მოქმედებას.

ცხოველის ტვინის ღეროს რეტაკულური ფორმაციის ელექტროდებით გალიზიანება ცვლის ფარისებრი ჭირკვლის მიერ სისხლიდან იოდის შთანთქმისა და სისხლში ფარისებრი ჭირკვლის ჰორმონების გამოყოფის ინტენსივობას.

სიცოცხლეში ფარისებრი ჭირკვლის მოქმედება ძლიერდება, რაც რეფლექსურად აღიღებს ნივთიერებათა ცვლას. ეს კი ხელს უწყობს აკლიმატიზაციას.

ფსიქიკური ზემოქმედებანი აძლიერებენ ჰორმონის გამოყოფას სისხლში. ცხოველებს ორგანიზმში თიროქსინის შეყვანაზე პირობითი რეფლექსი უმუშავდებათ. თავის ტვინის დიდი ნახევარსფეროები ჭირკვლის მუშაობას არეგულირებენ ნივთიერებათა ცვლისა და სისხლის ქიმიური შედგენილობის ცვლილებებით.

გამომუშავებული ჰორმონის რაოდენობა გარკვეული ხარისხით დამოკიდებულია ორგანიზმში მოხვედრილი იოდის რაოდენობაზე. ფარისებრი ჭირკვლის ჰორმონის სისხლში გადასვლას არეგულირებს ადენოჰიპოფიზის წინა წილის მიერ გამოყოფილი თირეოტროპული ჰორმონი. ჰიპოფიზის თირეოტროპულ აქტივობას აძლიერებენ ბრომის მარილები. მათი გავლენით ფარისებრი ჭირკვალი წონაში მატულობს, იქსელდება სისხლის ძარღვებით, იზრდება სეკრეციული უჯრედების რიცხვი და განვლადობა.

ფარისებრი ჭირკვლის ამოკვეთა ხშირად იწვევს ადენოჰიპოფიზის წინა წილის გადიდებას.

ჰიპოფიზის თირეოტროპული ჰორმონის გამოყოფა რეგულირდება ჰიპოთალამუსის ბირთვებით. სისხლში თიროქსინის შეყვანა თრგუნავს თირეოტროპული ჰორმონის გამოყოფას. ჰიპოთალამუსის დაზიანებისას ეს რეაქცია აღარ აღინიშნება. ამრიგად, ფარისებრი ჭირკვლის მოქმედების ჰორმონალური რეგულაციაც ნერვული სისტემის მოქმედებას ექვემდებარება. ნერვული სისტემა ფარისებრი ჭირკვლის მოქმედებას არეგულირებს სიმპათიკური ნერვული იმპულსების საშუალებით და ჰიპოფიზის თირეოტროპული ჰორმონის გამოყოფის გაძლიერებით. ფიქრობენ, რომ ჰიპოფიზის წინა წილის თირეოტროპული ჰორმონის ქარბი გამოყოფა ფარისებრი ჭირკვლის ჰიპერფუნქციას იწვევს. ქრონიკული ჰიპერთიროზის მიზეზი საკმარისად არ არის შესწავლილი. მაგრამ კლინიკური დაკვირვებები

გვიჩვენებს, რომ ხშირად ჰიპერთირეოზის წარმოქმნას ხელს უწყობს მძიმე ფსიქიკური განცდები.

ფარისებრი ჭირკვალი პანკრეასის შიდასეკრეციულ ფუნქციას აკავებს, თირკმელზედა ჭირკვლებზე ამგზნებად მოქმედებს და სასქესო ჭირკვლებთან ურთიერთქმედებაშია.

ფარისებრახლო (პარათირეოიდული) ჯირკვლები

ფარისებრახლო ჭირკვლები განლაგებულია ფარისებრი ჭირკვლის უკანა ზედაპირზე, ან ზოგჯერ მის ქსოვილში. ადამიანს აქვს ოთხი ოვალური ფორმის პარათირეოიდული ჭირკვალი. ხერხემლიანებს ფრიად განსხვავებული განლაგების, რაოდენობისა და ფორმის პარათირეოიდული ჭირკვლები აქვთ. მათ გააჩნიათ ორი ტიპის: მთავარი და ოქსიფილური უჯრედები. ორივე ტიპის უჯრედები შეიცავენ სეკრეციულ გრანულებს (მარცვლებს).

ფარისებრახლო ჭირკვლები შინაგანი სეკრეციის დამოუკიდებელი ორგანოებია. მათი ამოკვეთის შემდეგ ცხოველი კრუნჩხვებისაგან კვდება.

ფარისებრახლო ჭირკვლების ჰორმონს პარათირეოინი ანუ პარათირეოიდინი უწოდეს. იგი აზოტის, რკინისა და გოგირდის შემცველი ცილოვანი ნაერთია (ალბუმოზა), რომელიც მოქმედებს მხოლოდ კანქვეშ შეყვანისას, რადგან ის საჭმლის მომნელებელ არხში პროტეოლიტური ფერმენტებით იშლება. გათბობას 100°-მდე უძლებს.

პარათირეოიდინი ინარჩუნებს სისხლში კალციუმის ნორმალურ დონეს, არეგულირებს ძვლოვან ქსოვილში კალციუმის განლაგებას და ხელს უწყობს ცილებისა და ფოსფატების მიერ კალციუმის მიერთებას. ჰორმონის ნაკლებობის დროს სისხლში კალციუმის შემცველობა მცირდება.

სხეულის კალციუმის საერთო რაოდენობის 99%-ს ძვლები შეიცავს. ძვლების ყველა არაორგანული ნაერთის 85%-ს შეადგენს ფოსფორმჟავა კალციუმი. ჰორმონი პარათირეოიდინი ინარჩუნებს ფერმენტ ფოსფატაზის განსაზღვრულ დონეს. ფოსფატაზა ხელს უწყობს ფოსფორმჟავა კალციუმის დაგროვებას ძვლოვან ქსოვილში.

პარათირეოიდინი ამცირებს ფოსფატების შემცველობას სისხლში და აძლიერებს შარდთან ერთად მათ გამოყოფას. ეს იწვევს ძვლოვანი ქსოვილიდან კალციუმისა და ფოსფორის მობილიზაციას. ამიტომ ჭირკვლების ამოკვეთის შემდეგ მკვეთრად ეცემა ძვლებიდან ფოსფორმჟავა კალციუმის გამოტანა.

პარათირეოიდინი კალციუმის ცვლაზე მოქმედებს ლეიქლის სა-

შუალეებით. ღვიძლის ფუნქციის დაქვეითების პირობებში პარათირეოიდიინის ორგანიზმში შეყვანა არ იწვევს სისხლში კალციუმის კონცენტრაციის მომატებას. პარათირეოიდული ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ ღვიძლი კარგავს დეჰამინირებას და ამონიაკის შარდოვანად გარდაქმნის უნარს. ამიტომ პარათირეოიდული ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ ცხოველები ვერ იტანენ ცილებით მდიდარ საკვებს.

სისხლში კალციუმის კონცენტრაციის მომატება 15 მგ%-ზე ზემოთ (ნორმალური 10—11 მგ%) იწვევს მოწამვლის მოვლენებს — აპათიასა და ძილად მივარდნას. სისხლში კალციუმის მუდმივი დონის შენარჩუნებაში პარათირეოიდიინს D ვიტამინიც ეხმარება. D ავიტამინოზი ხშირად იწვევს პარათირეოიდული ჯირკვლების ჰიპერტროფიას და მათ ჰიპერფუნქციას (ჰიპერპარათირეოზი). ამ შემთხვევაში პარათირეოიდიინის ქარბი პროდუქტია D ვიტამინის ნაკლებობას აესებს.

ჯირკვლები წარმოქმნიან აგრეთვე ჰორმონ კალციტონინს, რომელიც სისხლში კალციუმის კონცენტრაციას აქვეითებს. ეს ჰორმონი გამოიყოფა მხოლოდ სისხლში კალციუმის კონცენტრაციის მომატების შემთხვევაში.

ფარისებრახლო ჯირკვლებში შედიან სიმპათიკური ნერვები, შებრუნებული და ხორხის ნერვების ტოტები.

ფარისებრახლო ჯირკვლების კავშირი სხვა ენდოკრინულ ჯირკვლებთან და მათი მოქმედების ნერვული რეგულაცია საკმარისად არაა შესწავლილი. ჯირკვლებში მიმავალი ნერვების გადაკვეთის შემდეგ მათი ფუნქცია თითქმის არ იცვლება. პარათირეოიდიინის გამოყოფის მთავარი რეგულატორია სისხლში კალციუმის დონე. სისხლში კალციუმის კონცენტრაციის მომატება აფერხებს პარათირეოიდიინის (პარათირეოიდიინის) გამოყოფას, კონცენტრაციის დაქვეითება კი საწინააღმდეგოდ მოქმედებს. კალციუმით ღარიბი საკვები ფარისებრახლო ჯირკვლების გადიდებას იწვევს.

ტინის ქვედა დანამატის (ჰიპოფიზის) ამოკვეთის შემდეგ ფარისებრახლო ჯირკვლები პატარავდებიან. მაშასადამე, ჰიპოფიზის ჰორმონი აძლიერებს მათ ფუნქციას.

ორგანიზმის ცვლილებები ფარისებრახლო ჯირკვლების ფუნქციის მოშლის დროს. ადამიანში ფარისებრახლო ჯირკვლების ჰიპოფუნქცია (ჰიპოპარათირეოზი) იწვევს კრუნჩხვით დაავადებას, ანუ ტეტანიას. ნერვული სისტემის აგზნებადობა მატულობს, აღინიშნება მთელი ჩონჩხის მუსკულატურის კრუნჩხვითი შეტევები და სასუნთქი მუსკულატურის კრუნჩხვით შეკუმშვებს შეიძლება სიკვდილი მოჰყვეს. პარათირეოიდული ჯირკვლების ფუნქციის სუსტად

გამოხატული ნაკლებობის დროს ვითარდება ლატენტური, ანუ ფარული ტეტანია. ფარული ტეტანიის დროს ირღვევა ძვლების, კბილებისა და თმების ზრდა, შემჩნეულია დეგენერაციული ცვლილებები და სისხლჩაქცევები ფარისებრახლო ჯირკვლებში. სისხლში განუწყვეტლივ დაქვეითებულია კალციუმის შემცველობა (10 მგ%-დან 3—6 მგ%-მდე). ორგანიზმის კალციუმით გაღარიბება იწვევს ცილების დაშლის შესამიანი პროდუქტების რაოდენობის მომატებას სისხლში და შარდში.

ჯირკვლების ქსოვილის გაძლიერებული ზრდისა და მათი ფუნქციის მომატების პირობებში (ჰიპერპარათირეოზი) ირღვევა გაძვალეების პროცესი და ერთდროულად მატულობს კალციუმის შემცველობა სისხლში (ჰიპერკალციემია), აღინიშნება პირღებინება, ფალარათი, გულის მოქმედების დარღვევა, ნერვული სისტემის ავზნებადობის დაქვეითება და აპათია. მძიმე შემთხვევები სიკვდილით მთავრდება.

ფარისებრახლო ჯირკვლების პარათჰორმონის დიდი რაოდენობის განუწყვეტელი მოქმედება ახალგაზრდა ცხოველებში ო ს ტ ე ო პ ო რ ე ზ ს, ე. ი. ძვლოვანი ქსოვილის დარღვევას იწვევს. ძვლებიდან კალციუმის სისხლში გადასვლის გამო ირღვევა ძვლოვანი ქსოვილის სტრუქტურა.

პანკრეასის (აუჰუჰანა ჯირკვლის) შინაგანი სეკრეცია

კუჭუჰანა ჯირკვლის შიგნით განლაგებულია ლანგერჰანისის კუნძულები, რომლებიც მორფოლოგიურად განსხვავდებიან პანკრეასის წვენის გამოყოფი ქსოვილისაგან. ლანგერჰანისის კუნძულების უჯრედები ცალკე ნერვული ბოჭკოებით მარაგდებიან და სისხლის კაპილარების უხვი ქსელით იფარგლებიან. ამ კუნძულებს არა აქვთ გამომტანი სადინარები და თავიანთ ინერტს უშუალოდ სისხლში გამოყოფენ.

ჯირკვლის გარეგანი სეკრეციის ელემენტები როგორც ფილოგენეზურად, ისე ონთოგენეზურად უფრო გვიან წარმოიქმნებიან, ვიდრე შიდასეკრეციული უჯრედები.

ლ. სობოლევმა (1901) დაამტკიცა, რომ კუნძულები შინაგანი სეკრეციის ორგანოებია.

ბანტინგმა და ბესტმა (1921) მიიღეს აქტიური ჰორმონი ინსულინი.

აქტიური ინსულინი მიღებულია სუფთა კრისტალების სახით: ინსულინის ქიმიური ბუნება დაადგინა სენდჟერმა (1945—1956). ინსულინი რთული ცილაა, იგი შეიცავს ადვილად მოსაცილებელ გოგირდს. ინსულინი როგორც ცილოვანი ნივთიერება საჭმლის მომწელებელ ტრაქტში ფერმენტ ტრიპსინით იშლება — ამიტომ მკურ-

ნალობის მიზნით მისი პერორალურად (პირის ღრუდან) მიღება შედეგს არ იძლევა. სხვადასხვა ცხოველში ინსულინის შენება სხვადასხვანაირია, ე. ი. მას გააჩნია სახეობრივი სპეციფიკურობა. მის წარმოქმნაში მონაწილეობს თუთია.

ინსულინის მოქმედების ფიზიოლოგიური მექანიზმი საკმარისად არაა შესწავლილი. ინსულინი აჩქარებს სისხლიდან და ქსოვილური სითხიდან გლუკოზის გადასვლას უჯრედის შიგნით. შესაბამისად ჩქარდება ქსოვილების მიერ გლუკოზის მოხმარება. — ინსულინი ფერმენტ გლუკოკინაზას გააქტივებით აჩქარებს შაქრების ასიმილაციასა და წვას. ორგანიზმში ინსულინის შეყვანა აძლიერებს ღვიძლსა და კუნთებში შაქრის დაგროვებას გლიკოგენის სახით და აკავებს გლიკოგენის შაქრად გარდაქმნას.

ჯანმრთელ ცხოველში ინსულინის შეყვანა იწვევს ძლიერ ჰიპოგლიკემიას. როცა სისხლში შაქრის შემცველობა ეცემა 45 — 50 მგ%-მდე, ხშირდება სუნთქვა და ვითარდება შოკის მოვლენები: ძლიერი, პერიოდული კრუნჩხვითი შეტევები, სხეულის ტემპერატურის დაქვეითება და გონების დაკარგვა. ინსულინური ჰიპოგლიკემიის მძიმე მოვლენები ქრება გლუკოზის ინტრავენური შეყვანის შემდეგ.

მაშასადამე, ნახშირწყლების ცვლაზე ინსულინს ადრენალინის საწინააღმდეგო მოქმედება აქვს. ამრიგად, ინსულინი და ადრენალინი არეგულირებენ სისხლში გლუკოზის შემცველობის მუდმივ სიდიდეს. ინსულინს იყენებენ დიაბეტის სამკურნალოდ.

ადრენალინის გავლენით ინსულინის სეკრეცია მატულობს, ხოლო სისხლში მოხვედრილი ინსულინი აძლიერებს ადრენალინის სეკრეციას. ორგანიზმში ინსულინის ხანგრძლივად შეყვანა ასუსტებს ლანგერჰანსის კუნძულების აქტივობას და აძლიერებს თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვანი შრის მოქმედებას.

ლანგერჰანსის კუნძულები შედგება სამი ტიპის უჯრედებისაგან: ალფა, ბეტა და გამა უჯრედებისაგან. ბეტა-უჯრედების პროტოპლაზმის მარცვლები სპირტში იხსნება, ხოლო ალფა-უჯრედების მარცვლები — არა. ბეტა-უჯრედები 3—4-ჯერ მეტია, ვიდრე ალფა-უჯრედები. ახალშობილებს ალფა და ბეტა-უჯრედების რაოდენობა ერთნაირი აქვთ. ინსულინი (ლათინური სიტყვაა, insula — კუნძული) ბეტა-უჯრედებში წარმოიქმნება. ადამიანი დღე-ღამეში 2 მგ ინსულინს გამოყოფს. კუნძულების ალფა-უჯრედები წარმოქმნიან ჰორმონ გლუკაგონს, რომელიც ინსულინის საწინააღმდეგოდ მოქმედებს.

ფერმენტ ფოსფორილაზის (რომელიც მონაწილეობს გლიკოგენის დაშლასა და გლუკოზის წარმოქმნაში) გააქტივების შედეგად

გლუკაგონი აძლიერებს გლიკოგენის დაშლას ღვიძლში და შესაბამისად ზრდის შაქრის შემცველობას სისხლში. იმ შემთხვევაში, როცა ინსულინის წარმოქმნა მატულობს, შაქრის დონე მნიშვნელოვნად ეცემა სისხლში. გლუკაგონი თავისი ჰიპერგლიკემიური მოქმედებით ეწინააღმდეგება შაქრის დონის დაქვეითებას სისხლში.

პანკრეასის ჯირკვლის გამომტანი სადინარების ეპითელიუმის უჯრედებში წარმოიქმნება ჰორმონი ლიპოკაინი. ამ ჰორმონს ვერ შლის საკმლის მომწელებელი წველების ფერმენტები და ამიტომ ორგანიზმზე მოქმედებს პერორალურად შეყვანის დროსაც. იგი ხელს უწყობს ცხიმების უტილიზაციას ღვიძლში და იცავს მას ცხიმოვანი გადაგვარებისაგან.

მოზრდილ ორგანიზმში ინსულინი განუწყვეტლივ გამოიყოფა. ორსულობის პირველ ნახევარში ნაყოფი ინსულინს დედის სისხლით ღებულობს, ორსულობის მეორე ნახევარში ნაყოფის ორგანიზმში თვითონ წარმოქმნის ინსულინს. ამ პერიოდისათვის ცხოველს რომ პანკრეასის ჯირკვალი ამოვკვეთოთ, მას დიაბეტი არ განუვითარდება. ხოლო მშობიარობის შემდეგ დაავადება მაშინვე იჩენს თავს.

ინსულინის სეკრეცია რეგულირდება ჰუმორალური და ნერვულ-ჰუმორალური მექანიზმებით. ლანგერჰანსის კუნძულები ნერვულ იმპულსებს ღებულობენ ცთომილი და სიმპათიკური ნერვების ბოქკოებით. ორივე ცთომილი ნერვის ტოტების გაღიზიანებისას ჯირკვალთან მიდის ეფერენტული იმპულსების ნაკადი, რაც ინსულინის სეკრეციას ააგზნებს. ამ დროს სისხლში გლუკოზის რაოდენობა მცირდება.

სიმპათიკური ნერვები ინსულინის სეკრეციას აკავენენ. სხვა ადგილას გადანერგილი ჯირკვალი, სრული დენერვაციის მუხედავად ინარჩუნებს ინსულინის სეკრეციის უნარს. მაშასადამე, ჯირკვლის შინაგანი სეკრეცია რეგულირდება სისხლში შაქრის დონით, ან შესაძლებელია, სისხლში ინსულინის შემცველობით.

საკმლის მონელების დროს ცთომილი ნერვების ბირთვებიდან ჯირკვალთან მოსული ეფერენტული იმპულსები რეფლექსურად ააგზნებენ ინსულინის სეკრეციას.

ინსულინის სისხლში შეყვანა იწვევს პირობითი რეფლექსის გამომუშავებას. სისხლის შედგენილობის ცვლილება ნერვული სისტემის საშუალებით არეგულირებს ინსულინის სეკრეციას.

სისხლში გლუკოზის დონის დაქვეითება აყავებს ინსულინის სეკრეციას. ხოლო ჰიპერგლიკემიის დროს ინსულინის სეკრეცია მატულობს. საკმლის მონელების დროს, ნაწშირწყლების სისხლში გადავლასას ინსულინის სეკრეცია მატულობს, უზმოზე კი მცირდება.

ჰორმონები, რომლებიც უშუალოდ პანკრეასზე არ მოქმედებენ და განაგებენ ნახშირწყლების ცვლას, ინსულინის სეკრეციასაც აძლიერებენ. მაგალითად, თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვანი შრის ჰორმონი ადრენალინი — გლიკოგენიდან გლუკოზის წარმოქმნის სტიმულატორი; თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქოვანი შრის ჰორმონები — გლუკოკორტიკოიდები — ამინომჟავებიდან გლუკოზის წარმოქმნის სტიმულატორი, ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონი — თიროქსინი, რომელიც აჩქარებს გლუკოზის წარმოქმნის პროცესს. გარდა ამისა, ინსულინის სეკრეციაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ადენოპიპოფიზის წინა წილის ჰორმონი, რომლის გავლენით სისხლში შაქრის დონე იწევს მაღლა.

ინსულინის მსგავსი მოქმედების ნივთიერება წარმოიქმნება აგრეთვე სანერწყვე ჯირკვლებში (ს. გალპერინი და ნ. კახანოვიჩი, 1940, 1947).

მცენარეული პროდუქტები შეიცავენ ინსულინის მსგავსი მოქმედების ნივთიერებებს, ამიტომ შაქრის ავადმყოფობა იოლად მიმდინარეობს მცენარეული პროდუქტებით კვებისას.

კუჭუკანა ჯირკვლის ექსტრაქტიდან მიღებულია აგრეთვე ჰორმონი კ ა ლ ი კ რ ე ი ნ ი, ანუ პ ა დ ე ტ ი ნ ი. ეს ჰორმონი ორგანიზმიდან შარდთან ერთად გამოიყოფა, ამიტომ შარდის ქიმიური დამუშავების გზით შესაძლებელია მისი მიღება. კალიკრეინი არ არის მყარი და ადვილად იშლება 60° ტემპერატურაზე და აგრეთვე მჟავების, ტუტეებისა და ალკოჰოლის ზემოქმედებით. კალიკრეინი აფართოებს არტერიოლებსა და კაპილარებს და სისხლის არტერიულ წნევას სცემს დაბლა.

კუჭუკანა ჯირკვალში წარმოიქმნება აგრეთვე პარასიმპათიკური სისტემის მოქმედების გამააქტივებელი ჰორმონი — ვ ა გ ო ტ ო ნ ი ნ ი და ჰორმონი ც ე ნ ტ რ ო პ ნ ე ი ნ ი. ვაგოტონინი აძლიერებს პარასიმპათიკური ნერვული სისტემის აქტივობას ცთომილი ნერვების ბირთვების ტონუსის აწევის გამო. გარდა ამისა, ეს ცილოვანი ნივთიერება იწვევს ერიტროციტების წარმოქმნის სტიმულაციას. ცენტროპნეინი ააგზნებს ლუნგების ცენტრს, აფართოებს ბრონქების სანათურს და აუმჯობესებს ბრონქიალური ასთმით დაავადებულების მდგომარეობას. გარდა ამისა, ცენტროპნეინი ხელს უწყობს ჰემოგლობინის მიერ ქანგბადის გადატანას.

პანკრეასის შიდასეკრეციული ფუნქციის მოშლის დროს მერინგმა და მინკოვსკიმ (1889) პირველებმა შეისწავლეს პანკრეასის ამოკვეთის შემდეგ ძალის ორგანიზმში განვითარებული ცვლილებები. კუჭუკანა ჯირკვლის სრული ამოკვეთის შემდეგ ძალი ცოტახანს ცოცხლობს. ჯირკვლის ჰიპოფუნქციის პირობებში ადამიანს

უჩნდება ძნელად მოქარჩენი ავადმყოფობა, რომელიც ცნობილია შაქრიანი დიაბეტის სახელწოდებით. შაქრიანი დიაბეტის დაავადებებს ლანგერჰანსის კუნთულების ქსოვილში ყოველთვის აღინიშნება ცელილებები.

ჯანბრთელი ადამიანის სისხლში გლუკოზის შემცველობა 100—120 მგ%-ს უდრის. შაქრიანი დიაბეტით დაავადებულების სისხლში გლუკოზის შემცველობამ შეიძლება მიაღწიოს 200 მგ% და მეტსაც კი (ჰიპერგლიკემია). დიაბეტის დროს სისხლში გადასული გლუკოზის უტილიზაცია ქსოვილების მიერ არასრულად მიმდინარეობს და გლუკოზა გლიკოგენად არ გარდაიქმნება.

სისხლსა და შესაბამისად თირკმლის გორგლების ფილტრატში გლუკოზის რაოდენობის მომატების გამო თირკმლების ეპითელიუმში ვერ ახერხებს ჰელიანად მის უკუშეწოვას, ამიტომ გლუკოზა შარდთან ერთად გამოიყოფა (გლუკოზურია).

საშარდე მილაკების შარდში გლუკოზის მაღალი კონცენტრაცია ქმნის შარდის მაღალ ოსმოსურ წნევას და ამიტომ წყალიც არასაკმარისად შეიწოვება მილაკებში, რის გამოც გამოყოფილი შარდის რაოდენობა მატულობს (პოლიურია). ორგანიზმის წყლისაგან გაღარიბება იწვევს წყურვილის გრძნობას, ამიტომ დიაბეტით დაავადებულები დიდი რაოდენობით სვამენ წყალს (პოლიდიფსია).

თირკმელზედა ჯირკვლევი

ადამიანის თირკმელზედა ჯირკვლები მდებარეობენ თირკმლების ზედა პოლუსებზე. ცხოველების თირკმელზედა ჯირკვლები სხვადასხვა ფორმისაა და თირკმლებიდან იზოლირებულად მდებარეობენ.

თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვანი და ქერქოვანი ნივთიერება განსხვავებული სტრუქტურისა და ფუნქციების დამოუკიდებელი შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლებს წარმოადგენენ. მათ მიერ გამოყოფილი ჰორმონები თავისი მოქმედებით მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ახალშობილებში ქერქოვანი ნივთიერება ჰარბობს, შემდეგ ტვინოვანი ნივთიერება მატულობს მოცულობაში, ხოლო მოზრდილებში ქერქოვანი და ტვინოვანი ნივთიერებები თანაბარი ხდება. მოხუცებულობის ასაკში ტვინოვანი ნივთიერება ორჯერ ჰარბობს ქერქოვანს.

თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვანი ნივთიერების ქრომაფინური უჯრედები ემბრიოგენეზურად სიმპატიკური ნერვული სისტემის უჯრედებს ენათესავენ. თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვანი ნივთიერების გარდა ქრომაფინური უჯრედები გვხვდება სხეულის სხვა მიდამოებშიც: სიმპატიკური ნერვული სისტემის გაყო-

ლებით, საკვერცხეებში, მუცლის აორტისა და საძილე არტერიის გაყოფის ადგილას.

ნაყოფის განვითარების პერიოდში თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქოვანი ნივთიერების წარმოქმნელი უჯრედები დამატებით ქერქოვან ნივთიერებას წარმოქმნიან თირკმლებში, ლვიძლში და სასქესო ორგანოებში.

თირკმელზედა ჯირკვლები უხვად მარაგდება სისხლით. 1 გრამ ნივთიერებას 1 წუთის განმავლობაში 7 მლ სისხლი გაივლის. თირკმელზედა ჯირკვლებში სიმპათიკური ნერვული სისტემის ბოჭკოები შედიან მზის წნულიდან გამოსული შიგნეულობის ნერვების საშუალებით.

თირკმელზედა ჯირკვლების გარეშე სიცოცხლე შეუძლებელია. მათი ამოკვეთის შემდეგ ცხოველები სწრაფად იღუპებიან, მაგალითად, ძაღლები 3 დღეს ცოცხლობენ.

თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქოვანი ნივთიერების ჰორმონები. თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქოვანი ნივთიერების ქსოვილის ექსტრაქტიდან გამოიყოფა 40-ზე მეტი სხვადასხვა ფიზიოლოგიური მოქმედების კორტიკოსტეროიდი. ქიმიური სტრუქტურით კორტიკოსტეროიდები სასქესო ჯირკვლების ჰორმონებს ენათესავენ.

მოქმედების თავისებურების მიხედვით მათ ყოფენ მინერალკორტიკოიდებად და გლუკოკორტიკოიდებად. მინერალკორტიკოიდები გავლენას ახდენენ წყლისა და მარილების ცვლაზე. გლუკოკორტიკოიდები არეგულირებენ ნახშირწყლების, ცილებისა და ცხიმების ცვლას. მინერალკორტიკოიდებს ეკუთვნის შემდეგი ჰორმონები:

1. დეზოქსიკორტიკოსტერონი თირკმელზედა ჯირკვლებისა და სხეულის სხვა ნაწილებიდან გამომდინარე სისხლში ჯერჯერობით არ არის აღმოჩენილი. შესამჩნევად მოქმედებს წყლისა და მარილების ცვლაზე და სუსტად მოქმედებს ნახშირწყლების ცვლაზე. მისი გავლენით მცირდება ნატრიუმისა და ქლორის გამოყოფა შარდში და ამრიგად მატულობს მათი შემცველობა სისხლსა და ქსოვილებში. პირიქით მოქმედებს კალიუმის მიმართ. თირკმლის მილაკებში წყლის რეაბსორბციის მომატებით ჰორმონი იწვევს სითხის დაგროვებას ქსოვილებში (შეშუპებებს), აღიდებს სისხლის არტერიულ წნევას. თირკმელზედა ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ ჰორმონის ორგანიზმში შეყვანა ცხოველებს სიცოცხლეს უნარჩუნებს. ნატრიუმისა და კალიუმის იონების ნორმალური თანაფარდობისა და უჯრედის ნორმალური განვლადობის რეგულირებით

აღადგენს კუნთის შრომისუნარიანობას. ამ ჰორმონის ორგანიზმში შეყვანის შემდეგ სწრაფად ქრება კუნთების დაღლა და სისუსტე.

2. ა ლ დ ო ს ტ ე რ ო ნ ი თირკმელზედა ჯირკვლებიდან გამომდინარე სისხლში აღმოჩენილია უმნიშვნელო რაოდენობით. მინერალოკორტიკოიდებს შორის ყველაზე აქტიურია. ის სისხლში, ლიმფასა და ქსოვილთა სითხეში სუფრის მარილის შემცველობის მომატებას იწვევს თირკმლის მილაკებში ნატრიუმისა და ქლორის რეაბსორბციის გაძლიერების გამო. თირკმელზედა ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ ცხოველის შარდში ნატრიუმისა და კალიუმის იონების თანაფარდობის რეგულაციის უნარის მიხედვით იგი დეზოქსიკორტიკოსტერონზე 100-ჯერ უფრო ეფექტურია.

თირკმელზედა ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ მშვიერი ვირთხების ორგანიზმში მისი შეყვანა იწვევს გლიკოგენის დაგროვებას ღვიძლში, ე. ი. ნაწილობრივ გლუკოკორტიკოიდებს თვისებაც გააჩნია.

უნდა აღინიშნოს, რომ სხვა კორტიკოსტეროიდების სეკრეცია ჰიპოფიზის ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონით რეგულირდება, ხოლო ალდოსტერონს თირკმელზედა ჯირკვლები ჰიპოფიზის ამოკვეთის შემდეგაც გამოყოფენ.

მინერალოკორტიკოიდების რაოდენობა ორგანიზმში ნატრიუმისა და კალიუმის იონების რაოდენობაზეა დამოკიდებული. ორგანიზმში ნატრიუმის მომატება აკავებს ალდოსტერონის სეკრეციას, ნატრიუმის ნაკლებობა, პირიქით — აძლიერებს.

ფიქრობენ, რომ ალდოსტერონის სეკრეციას ჰიპოთალამუსის მიდამო არეგულირებს ვეგეტატიური ნერვული სისტემის ბოქკოების საშუალებით და აგრეთვე ჰუმორალური გზით. ჰიპოთალამუსის მარეგულირებელი გავლენა მინერალოკორტიკოიდების სეკრეციაზე შენარჩუნებულია აგრეთვე ჰიპოფიზის ამოკვეთის შემდეგაც.

გ ლ უ კ ო კ ო რ ტ ი კ ო ი დ ე ბ ი (კორტიკოსტერონი, ჰადროკორტიზონი და კორტიზონი) გავლენას ახდენენ ნახშირწყლების, ცილებისა და ცხიმების ცვლაზე, სუსტად მოქმედებენ მარილების ცვლაზე. ადრენალინის მოქმედებისაგან განსხვავებით კ ო რ ტ ი კ ო ს ტ ე რ ო ნ ი ს გავლენით სისხლში შექრების მომატებასთან ერთად ღვიძლში გლიკოგენის შემცველობამ შეიძლება მოიმატოს კიდევ. ადრენალინის შეყვანის დროს სისხლში გლუკოზის რაოდენობა მატულობს, მაგრამ ღვიძლში გლიკოგენის მარაგი მცირდება.

ნახშირწყლების, ცხიმებისა და ცილების ცვლაზე უფრო მეტი აქტიურობით მოქმედებენ ჰ ი დ რ ო კ ო რ ტ ი ზ ო ნ ი და კ ო რ ტ ი ზ ო ნ ი. ეს გლუკოკორტიკოიდებიც ამცირებენ კუნთის დაღლას და აღიღებენ კუნთის შრომისუნარიანობას. კორტიზონი აჩქარებს კრი-

ლობის შეხორცებას, აძლიერებს ცილებისაგან გლიკოგენის წარმოქმნას და აზოტის შარდთან ერთად გამოყოფას. აკავებს ნახშირწყლების დაშლას და მათ ცხიძებად გარდაქმნას, აღიღებს შაქრის შეგველობას სისხლში. წყლისა და მარილების ცვლაზე დეზოქსიკორტიკოსტერონსა და ალდოსტერონთან შედარებით სუსტად მოქმედებს. ორგანიზმში აკავებს ნატრიუმისა და ქლორის იონებს და აძლიერებს კალიუმის იონების გამოყოფას.

ანთების, რევმატიზმისა და ზოგიერთი დაავადების დროს გლუკოკორტიკოიდები აქვეითებენ ორგანიზმის რეაქციებს, თრუნავენ ანტისხეულების წარმოქმნას. გლუკოკორტიკოიდებს კლინიკაში იყენებენ რევმატიზმის, ალერგიული და სხვა დაავადებათა დროს. გლუკოკორტიკოიდები თრგუნავენ ანთებადი პროცესების განვითარებას. ამიტომ მათ ანთების საწინააღმდეგო ჰორმონებს უწოდებენ. რადგან მინერალოკორტიკოიდები ხელს უწყობენ ორგანიზმში ნატრიუმისა და წყლის შეკავებას და აძლიერებენ ანთებისათვის დამახასიათებელ ქსოვილთა შეშუპებებს, ამიტომ მათ ანთების ხელშემწყობ ჰორმონებს უწოდებენ.

გლუკოკორტიკოიდების სეკრეციის ნაკლებობისაა ქვეთდება ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარი ინფექციური დაავადებების მიმართ, ამიტომ ინფექციები მიმდინარეობენ მძიმედ და ხშირად სიკვდილს იწვევენ.

ტივილის, სისხლის დაკარგვის, გადახურების, გადაცივების, ინფექციური დაავადებებისა და ფსიქიკური განცდების დროს რეფლექსურად ძლიერდება თირკმელზედა ჯირკვლების ტენოვანი შრის მიერ ადრენალინის სისხლში გამოყოფა. ადრენალინი ჰიპოთალამუსზე ზემოქმედებით აძლიერებს ადენოჰიპოფიზის ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონის სეკრეციას. ეს ჰორმონი კი, თავის მხრივ, აძლიერებს თირკმელზედა ჯირკვლებში გლუკოკორტიკოიდების წარმოქმნას. ორგანიზმის დაცვითი რეაქციების გაძლიერება სხვა ფაქტორებთან ერთად გლუკოკორტიკოიდების წარმოქმნაზეც არის დამოკიდებული.

ამრიგად, არაკეთილსასურველი ფაქტორების მოქმედებისას ძლიერდება ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონის შესაბამისად დაცვითი ჰორმონების — გლუკოკორტიკოიდების წარმოქმნა. სელიემ ეს მდგომარეობა აღნიშნა ტერმინით „დაძაბვა“ ანუ „სტრესი“ (stress).

თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქში აღმოჩენილია აგრეთვე სასქესო ჰორმონების მსგავსი მოქმედების ჰორმონები სტეროიდები. მათ ეკუთვნის ქალის ჰორმონები: ესტრონი, პროგრესტერონი და მამაკაცის ჰორმონები: ადრენოსტერონი, ან-

დროს ტანდიონი და სხვა. ბავშვთა ასაკის იმ ეტაპზე, როცა სასქესო ჭირკვლების შიდასეკრეციული ფუნქცია ჯერ კიდევ უმნიშვნელოა, თირკმელზედა ჭირკვლის ქერქის სასქესო ჰორმონები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მათი სასქესო ორგანოების განვითარებაში. კასტრაციის შემდეგ ყოველთვის აღინიშნება თირკმელზედა ჭირკვლის ქერქის ჰიპერტროფია (ჰარბი ზრდა). სქესობრივი მომწიფების შემდეგ მათი როლი მცირდება და ნოზუცებულობის ასაკში, სასქესო ჭირკვლების შიდასეკრეციული ფუნქციის შეწყვეტის შემდეგ, კვლავ იქცევა ანდროგენებისა და ესტროგენების წარმოქმნის ერთადერთ წყაროდ.

ცხოველის ორგანიზმში თირკმელზედა ჭირკვლების ქერქის ექსტრაქტის შეყვანა ნააღრევ სქესობრივ მომწიფებას იწვევს. თირკმელზედა ჭირკვლების ქერქში განვითარებული ყოველგვარი პათოლოგიური ცვლილებანი სქესობრივი განვითარების ცვლილებებს იწვევს, ზოგჯერ ორივე სქესის ნიშნების ცრუ განვითარებასაც კი.

სხვადასხვა სახის კორტიკოსტეროიდი თირკმელზედა ჭირკვლის ქერქოვანი შრის სხვადასხვა ზონაში წარმოიქმნება: მინერალოკორტიკოიდები — გორგლოვან ზონაში, გლუკოკორტიკოიდები — კონოვან ზონაში, ხოლო სასქესო ჰორმონები ბადისებრ ზონაში გამოიყოფა.

ორგანიზმის ცვლილებები თირკმელზედა ჭირკვლის ქერქის ფუნქციის მოშლის დროს. თირკმელზედა ჭირკვლების ქერქოვან ნივთიერებას ტვინოვან ნივთიერებასთან შედარებით მეტი ფიზიოლოგიური დანიშნულება აქვს. ცხოველებში თირკმელზედა ჭირკვლების ქერქის ამოკვეთა სწრაფად იწვევს სიკვდილს. ტვინოვანი ნივთიერების ამოკვეთა ქერქოვანი ნივთიერების შენარჩუნების პირობებში არ იწვევს სწრაფად განვითარებულ მძიმე დარღვევებსა და სიკვდილს. გემოირკვა, რომ ქერქოვანი ნივთიერების ამოკვეთის შემდეგ სიკვდილი ვითარდება შარდთან ერთად ნატრიუმის დიდი რაოდენობით დაკარგვის გამო. ასეთი ცხოველის ორგანიზმში ნატრიუმის დიდი რაოდენობით შეყვანა რამდენიმე ხნით ახანგრძლივებს სიცოცხლეს.

ორივე თირკმელზედა ჭირკვლის ერთდროული ამოკვეთა ცხოველის სწრაფ სიკვდილს იწვევს, ვიდრე მათი ორ მომენტად, ერთი თვის ინტერვალით ამოკვეთა. ინტერვალთა ამოკვეთის შემდეგ ცხოველის სხვადასხვა ორგანოში გაფანტული დამატებითი ჭირკვლები ასწრებენ ამოკვეთილი თირკმელზედა ჭირკვლების ფუნქციის შეცვლას (ვიკარული ფუნქცია) და ამიტომ ცხოველი უფრო დიდხანს ცოცხლობს.

ექსპერიმენტულ ცხოველებში თირკმელზედა ჭირკვლების ამო-

კვეთის შემდეგ შეიმჩნევა მადის დაკარგვა, კუნთების ძლიერი სისუსტე, სხეულის ტემპერატურის დაცემა, ჰიპოგლიკემია, ქოშინი, აპათია, სისხლის წნევის მკვეთრი დაცემა. მალე ვითარდება სხეულის წონის მკვეთრი დაკლება, სრული დამბლა და სიკვდილი.

1885 წელს ადისონის მიერ აღწერილი იყო მძიმე დაავადება, რომელმაც ბ რ ი ნ ჯ ა ო ს, ანუ ადისონის დაავადების სახელწოდება მიიღო. ამ დაავადების დროს თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქის ჰორმონების პროდუქციის მკვეთრი ნაკლებობა აღინიშნება. დაავადებისათვის დამახასიათებელია კანის, განსაკუთრებით ხელებზე, კისერზე, სახეზე, ბრინჯაოსფერად შეფერვა, მადის დაკარგვა, გულის რევა, პირღებინება, ფალარათი, კუჭის წვენი მჟავიანობის დაქვეითება, ინფექციური სნეულებებისადმი მიდრეკილება, სიცივისა და მტკივნეულ გაღიზიანებათა მიმართ აწეული მგრძობელობა. დაავადება ხშირად სიკვდილით მთავრდება.

თირკმელზედა ჯირკვლის ქერქის ჰიპერფუნქციისათვის დამახასიათებელია სასქესო ჰორმონების ნაადრევი წარმოქმნა, ე. ი. ნაადრევი სქესობრივი მომწიფება. აღწერილია ჰიპერფუნქციის შემთხვევები 3—4 წლის ბიჭებში, რომელნიც ნაადრევად მომწიფდნენ სქესობრივად და რომელთაც ამოუვიდათ წერი და თმები ბოქვენის მიდამოში. ჯირკვლის ჰიპერფუნქციის დროს მოზრდილ ქალებს უვითარდებათ მამაკაცის მეორადი სასქესო ნიშნები: ეზრდება წვერულვაში, უწყდება მენსტრუაცია და უჩნდება უხეში მამაკაცური ხმა, ხოლო მამაკაცებში განლევას განიცდიან მამაკაცის სასქესო ორგანოები და უვითარდებათ სარძევე ჯირკვლები.

თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვანი ნივთიერების ჰორმონები. ფილოგენეზურად ქრომაფინური ქსოვილი ინტერარენალურ ქსოვილზე ბევრად უფრო ადრე გაჩნდა. ეს სხვადასხვა წარმოშობის ქსოვილები ემბრიონალური განვითარების გარკვეულ საფეხურზე ერთდებიან და წარმოქმნიან ერთიან ორგანოს — თირკმელზედა ჯირკვლებს. ერთი და იგივე სახეობის ცხოველებში მათი რაოდენობა დამოკიდებულია ასაკზე, სქესობრივ მოქმედებასა და სეზონურ პირობებზე. ქრომაფინური ქსოვილი წარმოიქმნება იმავე ჩანასახოვანი ფურცლებიდან, რომლიდანაც ვითარდება სიმპათიკური ნერვული სისტემა.

თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვანი ქსოვილი სისხლში გამოყოფს ჰორმონ ადრენალინს და 5-ჯერ უფრო მცირე რაოდენობით ჰორმონ ნორადრენალინს. ონთოგენეზურად ჯერ ნორადრენალინი წარმოიქმნება, ხოლო შემდეგ ადრენალინი. ნორადრენალინი ადრენალინზე სწრაფად წარმოიქმნება და ადრენალინად გარდაიქმნება. ადრენალინის გამოყოფა განუწყვეტლივ მიმ-

დინარეობს. ჰორმონს თირკმელზედა ჯირკვლის ტვინოვანი ქსოვილიდან ლებულობენ ან ამზადებენ სინთეზის გზით. ეს პირველი ჰორმონია, რომელიც მიღებულია სუფთა სახით. ბუნებრივი ჰორმონის ფიზიოლოგიური მოქმედება 15-ჯერ უფრო ძლიერია ხელოვნურზე.

ადრენალინი ძალიან აქტიური ნივთიერებაა.

იგი მცირე დოზებით განუწყვეტლივ გადადის სისხლში. ადრენალინი ორგანოებში არ გროვდება, სწრაფად იშლება და ამიტომ მისი მოქმედება ხანმოკლეა. ადრენალინი უმთავრესად ღვიძლში იშლება. მისი რაოდენობა თირკმელზედა ჯირკვლებში მუდმივი არაა.

ადრენალინის დაჯანგვა ქსოვილებში ფერმენტების მონაწილეობით ხდება, ამ დროს იგი პიგმენტ მელანინად გარდაიქმნება.

ადრენალინის დაშლის დროს მისი ფიზიოლოგიური მოქმედება იცვლება. ადრენალინის დაშლის შუალედ პროდუქტებს ადრენალინის საწინააღმდეგო მოქმედება აქვს. ადრენალინის მოქმედება დამოკიდებულია აგრეთვე იმ ორგანოს საწყის ფუნქციურ მდგომარეობაზე, რომელზედაც იგი მოქმედებს.

ადრენალინი ააგზნებს სიმპათიკურ ნერვულ სისტემას და მის აგზნებადობას აძლიერებს.

ადრენალინი ძლიერ მოქმედებს ნივთიერებათა ცვლაზე, კერძოდ ნახშირწყლების ცვლაზე. იგი აძლიერებს გლიკოგენის დაშლას ღვიძლსა და კუნთებში, რის გამოც შაქრის რაოდენობა სისხლში მატულობს, ვითარდება ჰიპერგლიკემია და ადრენალინური გლუკოზურია.

ადრენალინის შეყვანა ძაღლის სისხლში 0,1 მგ რაოდენობით 1 კგ წონაზე 2—3 წუთის შემდეგ იწვევს ძირითადი ცვლის მომატებას 10—15%-ით უმთავრესად ღვიძლში დაჯანგვითი პროცესების გაძლიერების ხარჯზე. დაჯანგვითი პროცესების მომატება აძლიერებს სითბოს პროდუქციას, ხოლო კანის სისხლის ძარღვების შევიწროება ამცირებს სითბოს გაცემას, ამიტომ ადრენალინის გავლენით სხეულის ტემპერატურა მატულობს.

ადრენალინისაგან განსხვავებით, ნორადრენალინის გავლენით მცირედ მატულობს სისხლში შაქრის შემცველობა, მაგრამ მნიშვნელოვნად მატულობს სისხლის არტერიული წნევა. ნორადრენალინის რაოდენობა სიმპათიკური ნერვული სისტემის კვანძებში 5-ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე თავის. ტვინის ნორადრენალინით ყველაზე მდიდარ ნაწილებში.

ადრენალინის გავლენით გულის შეკუმშვები ძლიერდება და ხშირდება, გულში აგზნების გატარება უმჯობესდება. ადრენალინი

ავიწროებს კანის, მუცლის ღრუს ორგანოებისა და მოსვენებაში მყოფ ჩონჩხის კუნთების არტერიოლებს.

ადრენალინი თრგუნავს კუჭისა და წვრილი ნაწლავების გლუვი კუნთების შეკუმშვას. ზოგიერთ სხვა ორგანოში ადრენალინის გავლენით გლუვი კუნთები იკუმშებიან. მაგალითად, ადრენალინი იწვევს ფერადი გარსის რადიალური კუნთების შეკუმშვას, რის შედეგადაც თვალის გუგები ფართოვდებიან. ადრენალინის გავლენით კანის გლუვი კუნთების შეკუმშვის შედეგად თმები იწვევს ზემოთ და ჩნდება ე. წ. ბატის კანი, ბრონქების მუსკულატურა დუნდება, ბრონქებისა და ბრონქიოლების სანათური ფართოვდება.

ადრენალინი აუმჯობესებს ჩონჩხის კუნთების შრომისუნარიანობას, ორგანიზმის მიერ გარე სამყაროს აღქმას — მხედველობის, სმენისა და ვესტიბულური აპარატის რეცეპტორების აგზნებადობის მომატების გამო.

თირკმელზედა ჭირკვლების სეკრეციის ნერვული რეგულაცია. ადრენალინის მოქმედება მცირე გამონაკლისით (საოფლე ჭირკვლები) სიმპათიკური ნერვების მოქმედების მსგავსია და ერთდროულად ზორციელდება. სიმპათიკური ბოჭკოების აგზნებისას მათ დაბოლოებებზე გამოიყოფა ნივთიერება სიმპათინი (მედიატორი, ანუ შუამავალი), რომელიც ნორადრენალინისა და ადრენალინის მცირე რაოდენობისაგან შედგება.

ონთოგენეზურად თავის ტვინის სინაპსებში და სიმპათიკური ნერვული სისტემის კვანძებში აგზნების გადაცემა სიმპათინის საშუალებით უფრო ადრე იწყება, ვიდრე აცეტილქოლინის საშუალებით.

ღრეიერმა (1899) და მ. ჩებოკსარომა დაადგინეს, რომ შიგნეულობის ნერვები თირკმელზედა ჭირკვლების სეკრეციული ნერვებია: მათი გალიზიანებისას თირკმელზედა ჭირკვლები გამოყოფენ ადრენალინისა და ნორადრენალინის ნარევეს. მათი ხანგრძლივი გალიზიანებისას ნორადრენალინის რაოდენობა მატულობს. რეფლექსური გავლენა თირკმელზედა ჭირკვლებს შიგნეულობის ნერვების საშუალებით გადაეცემა. დიდი მნიშვნელობა აქვს რეფლექსურ რეაქციებს პროპრიოცეპტორებიდან. კუნთოვანი მუშაობის დროს პროპრიოცეპტორების აგზნება აძლიერებს ადრენალინის გამოყოფას, რაც თავის მხრივ აღიღებს შაქრის გადასვლას სისხლში. შაქარი კი კუნთური მოქმედების წყაროა.

ადრენალინი რეფლექსურად გამოიყოფა აგრეთვე კანის სხვადასხვა გალიზიანების დროს, მაგალითად, კანის მტკივნეული გალიზიანებისას, მასაჟის დროს და სხვ. სხვადასხვა ემოციისა და ფსიქიკური აგზნების დროსაც ადრენალინი უხვად გამოიყოფა სისხლში.

შიგნეულობის ნერვში გამავალი მრავალრიცხოვანი სიმპათიკური ბოჭკოები აღწევენ თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვან ნივთიერებას და მათი დაბოლოებანი კონტაქტს ამყარებენ ქრომაფინურ უჯრედებთან. თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვან ნივთიერებაში შიგნეულობის ნერვების საშუალებით შედიან მხოლოდ პრეგანგლიური ბოჭკოები. თირკმელზედა ჯირკვლები ერთადერთი ორგანოა, რომელშიც პოსტგანგლიური ნერვული ბოჭკოები არ გაივლიან. უნდა ვიფიქროთ, რომ ფილოგენეზის პროცესში სიმპათიკური ნერვული სისტემის პოსტგანგლიური ბოჭკოები გარდაიქმნენ შიდასეკრეციული ფუნქციის ქრომაფინურ უჯრედებად.

ადრენალინის სეკრეციას არეგულირებენ დიდი ჰემისფერობის ქერქისა და შუამდებარე ტვინის ვეგეტატიური ცენტრები. ადრენალინის სისხლში შეყვანაზე პირობითი რეფლექსი მუშავდება.

თირკმელზედა ჯირკვლების ფუნქცია სხვა შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლებთან არის დაკავშირებული. ჯანმრთელი ძაღლების ორგანიზმში ადრენალინის ხანგრძლივად შეყვანა ასუსტებს თირკმელზედა ჯირკვლების ფუნქციას და აძლიერებს კუჭუკანა ჯირკვლის შინაგანი სეკრეციის ფუნქციას.

ფარისებრი ჯირკვლის ამოკვეთის შემდეგ თირკმელზედა ჯირკვლები ნაწილობრივ გადაგვარებას განიცდიან. ფარისებრი ჯირკვლის პორმონები ქსოვილების აგზნებადობას ადრენალის მიმართ აძლიერებენ. ბუბუფუოვრებში ფარისებრი ჯირკვლით კვებისას გაძლიერებულად იზრდებიან თირკმელზედა ჯირკვლები. ფარისებრი ჯირკვალი აძლიერებს თირკმელზედა ჯირკვლის ტვინოვანი შრის განვითარებას, ხოლო ადენოჰიპოფიზი — ქერქოვანი შრის განვითარებას. ნეიროჰიპოფიზის ექსტრაქტი აძლიერებს თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვანი ნივთიერების ფუნქციას.

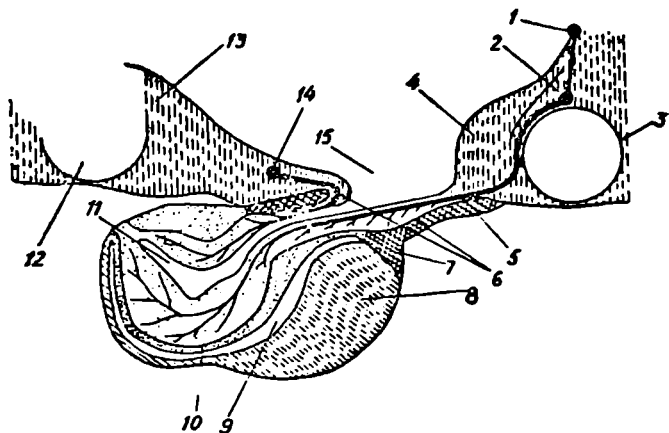
სისხლში გლუკოზის ნაკლებობა ასტიმულირებს თირკმელზედა ჯირკვლების მიერ ადრენალინის გამოყოფას, რაც ღვიძლიდან გლიკოგენის მობილიზაციასა და სისხლში გლუკოზის შემცველობის მომატებას იწვევს.

ჰიპოფიზი, ანუ ბვინის ჰველა ღანაგაბი

ჰიპოფიზი შინაგანი სეკრეციის მნიშვნელოვანი ჯირკვალია. ჰიპოფიზის პორმონები არეგულირებენ ორგანიზმის მრავალ ფუნქციას და თვით შინაგანი სეკრეციის თითქმის ყველა ჯირკვლის ფუნქციას. ჰიპოფიზი ყველა ხერხემლიან ცხოველს გააჩნია. ადამიანის ჰიპოფიზი კვერცხის ფორმის კენტი ორგანოა, წონით 0,4—1.1 გრამი. იგი მდებარეობს თავის ქალას ძირითადი ძვლის თურქული

კების ფოსოში. ტვინის ფუძესთან, რუხი ბორცვის მიდამოში, ჰიპოფიზი უკავშირდება მესამე პარაკუქის ფსკერს, ფეხით (პრეპიპოფიზი), რომელიც შეიცავს 100 000-მდე ნერვულ ბოჭკოს, ჰიპოფიზის ფეხი შუამდებარე ტვინის რუხი ბორცვის ქსოვილის გაგრძელებაა. ამრიგად, ჰიპოფიზი ტვინის ქვედა დანამატია.

ჰიპოფიზი შეიცავს ჭირკვლოვან ქსოვილს — ადენოჰიპოფიზს და ნერვულ ქსოვილს — ნეიროჰიპოფიზს. ჭირკვლოვან ქსოვილში არჩევენ სამ ნაწილს: ბორცვს, შუა და წინა ნაწილებს (სურ. 34).



სურ. 34. კატის ჰიპოფიზისა და ბორცვეჭეშა მიდამოს წინა-უკანა შუა კრილი (რენსონის მიხედვით): 1 — ძაფისებრი (პარაკუქთანახლო) ბირთვი, 2 — სუპრაოპტიკური ბირთვი, 3 — მხედველობის ნერვთა ვარდენი, 4 — წინა ბორცვეჭეშა მიდამო, 5 — სუპრაოპტიკურ-ჰიპოფიზური გზა, 6 — რუხი ბორცვის შუა შემადგენელი, 7 — ადენოჰიპოფიზის ბორცვის ნაწილი, 8 — ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილი, 9 — ადენოჰიპოფიზის შუამდებარე ნაწილი, 10 — ნეიროჰიპოფიზი, 11 — ცენტრალური ღრუ, 12 — დორალისებრი სხეულები, 13 — უკანა ბორცვეჭეშა მიდამო, 14 — ჰიპოთალამო-ჰიპოფიზის ნერვული გზა, 15 — მესამე პარაკუქი.

ადენოჰიპოფიზი მკიდროდ უკავშირდება რუხ ბორცვსა და ძაბრს, ხოლო ნეიროჰიპოფიზი — ბორცვეჭეშა მიდამოს წინა ნაწილს.

ჭირკვლოვანი ქსოვილის წინა ნაწილში ორი ტიპის უჯრედებია: ძირითადი, ანუ ქრომოფობური (ყველა უჯრედის 55—60%) და ქრომოფილური. ქრომოფილური უჯრედები იყოფიან აცილოფილურ (30—35%) და ბაზოფილურ (5—10%) უჯრედებად. შუამდებარე ნაწილი შედგება ერთგვაროვანი მრავალშრიანი ეპითელიუმ-

საგან. ნეიროპიპოფიზი შედგება თითქმის ფორმის ნეიროგლიის უჯრედებისაგან — პიტუიტებისაგან და მრავალრიცხოვანი ნერვული ბოჭკოებისაგან, რომელსაც რბილი გარსა არა აქვს.

პიპოფიზის წინა ნაწილი უკეთესად მარაგდება სისხლით, ვიდრე შუამდებარე ნაწილი და ნეიროპიპოფიზი. პიპოფიზის ვენების ნაწილი მიდის ბორცვქვეშა მიდამოში და იქ, ღვიძლის კარის ვენის მსგავსად, ქმნის მეორე რიგის კაპილარულ სისტემას. ამ ვენების საშუალებით პიპოფიზის ჰორმონები მოქმედებენ ბორცვქვეშა მიდამოს ნერვულ ელემენტებზე, ბორცვქვეშა მიდამოს ჰორმონები კი მიდიან ადენოპიპოფიზში.

პიპოფიზის ჰორმონების ნაწილი უშუალოდ გადადის სისხლის მიმოქცევის წრეში, ხოლო ნაწილი პიპოფიზის ფეხის საშუალებით მესამე პარაკუქის ღრუში.

ადენოპიპოფიზის შუამდებარე ნაწილისა და ნეიროპიპოფიზის ჰორმონები ტვინის მესამე პარაკუქის ღრუში გადადიან, აქედან კი ჯერ ზურგის ტვინის სითხეში, შემდეგ — სისხლში. პიპოფიზის შუამდებარე ნაწილი და ნეიროპიპოფიზი მარაგდება საძილე არტერიის სიმპათიკური წნულისა და შუამდებარე ტვინის ნერვული ბოჭკოებით. ექვგარეშეა, რომ ამ ბოჭკოების ნაწილი სეკრეციულია.

მრგვალიპირიანებში პიპოფიზს უკვე დამახასიათებელი შენება აქვს. აღმიანის ჩანასახში იგი წარმოიქმნება სიცოცხლის მეოთხე კვირაზე პირის ღრუს ეპითელის წანაზარდიდან. პიპოფიზი ჯერ გარეგანი სეკრეციის ჯირკვალაია თავისი გამომტანი სადინარით, რომლის განლევის შემდეგ იგი შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლად გარდაიქმნება. აღმიანში შენარჩუნებულია ჩანასახის პერიოდის ჯირკვლის ნაშთი — ხ ა ხ ის პ ი პ ო ფ ი ზ ი, რომელიც მდებარეობს ქალას ფუძესა და ცხვირ-ხახის ლორწოვან გარსს შორის.

პიპოფიზი გამოყოფს 22-ზე მეტ ჰორმონს, აქედან მარტო ადენოპიპოფიზის წინა ნაწილი — 12 ჰორმონს. პიპოფიზის ჰორმონები თავები შენებით ცილოვანი პროტექტებია, ადვილად იშლებიან გათბობითა და პროტეოლიტური ფერმენტებით (პროტეაზებით).

ადენოპიპოფიზის ჰორმონები. ადენოპიპოფიზის ჰორმონები ასრულებენ მედიატორების თავისებურ ფუნქციას. მედიატორების საშუალებით თავის ტვინი არეგულირებს შინაგანი სეკრეციის ყველა ჯირკვლის ფუნქციას, თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვანი შრის გარდა. ადენოპიპოფიზის წინა და ბორცვიანი ნაწილის ჰორმონებია:

ზრდის ჰორმონი (სომატოტროპული ჰორმონი). ცხოველებში პიპოფიზის ამოკვეთის შემდეგ, ამ ჰორმონის ორგანიზმში შეყვანილას, ცხოველი განაგრძობს ზრდას. მსხვილი რქოსანი საქონლის პიპოფიზის წინა ნაწილის ექსტრაქტიდან მიღებულია სომატოტრო-

პული ჰორმონის აქტიური პრეპარატი. ჯანმრთელი ცხოველის ორგანიზმში ამ პრეპარატის შეყვანა აჩქარებს და აძლიერებს სხეულის პროპორციულ ზრდას. სასქესო ჰორმონები ზრდის ჰორმონის მოქმედებას ამცირებენ, დეზოქსიკორტიკოსტერონის გამოყოფას აძლიერებენ. დასაბუთებულია ადამიანისა და ცხოველის სომატოტროპული ჰორმონების სახეობრივი განსხვავება.

სომატოტროპული ჰორმონი ორგანიზმში მთელი სიცოცხლის განმავლობაში გამოიყოფა. იგი ორგანიზმის ყველა უჯრედში აძლიერებს ცილების სინთეზს და ზრდის უჯრედებში რიბონუკლეინის მყავას შემცველობას.

გონადოტროპული ჰორმონები. გონადოტროპული ჰორმონები განაგებენ სასქესო ჯირკვლების განვითარებას, აძლიერებენ სასქესო ჰორმონების სეკრეციას და მაშასადამე გავლენას ახდენენ მეორადი სასქესო ნიშნების წარმოქმნაზე. კასტრირებულ ცხოველებში არც ჰიპოფიზის გადანერგვა, არც მისი ექსტრაქტის ორგანიზმში შეყვანა არ იწვევს მეორადი სასქესო ნიშნების განვითარებას. ახალგაზრდა ცხოველებში ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილის გამონაწველის შეყვანა ნაადრევ სქესობრივ მომწიფებას იწვევს. ცხოველებში ჰიპოფიზის ამოკვეთის შემდეგ ამ ჯირკვლის ექსტრაქტის შეყვანა და აგრეთვე ჯირკვლის მცირე ნაწილის გადანერგვა აღადგენს სასქესო ჯირკვლების ფუნქციას. გონადოტროპული ჰორმონები გამოიყენება ზოოვეტერინალურ პრაქტიკაში სასქესო ფუნქციის გაძლიერებისა და აღდგენისათვის.

სასქესო ჯირკვლების ფუნქციას არეგულირებს ადენოჰიპოფიზის სამი გონადოტროპული ჰორმონი: 1. ფოლიკულომასტიმულირებელი ჰორმონი წარმოიქმნება ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილის ბაზოფილური უჯრედების მიერ — იწვევს ფოლიკულების ზრდასა და მომწიფებას, ააგზნებს საკვერცხის ჰორმონების წარმოქმნას; 2. მალუტეინიზირებელი ჰორმონი წარმოიქმნება აგრეთვე ბაზოფილური უჯრედების მიერ — იწვევს მომწიფებულ ფოლიკულში ოვულაციას, სასქესო ჰორმონებისა და ყვითელი სხეულის წარმოქმნას; 3. ლუტეოტროპული ჰორმონი, ანუ პროლაქტინი წარმოიქმნება ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილის აციდოფილური უჯრედების მიერ — ასტიმულირებს ყვითელი სხეულის განვითარებას. გარდა ამისა ესტროგენებისა და პროგესტერონის გავლენის შემდეგ, ასტიმულირებს სარძეო ჯირკვლების სეკრეციას.

პროლაქტინი ანუ ლუტეოტროპული ჰორმონი წარმოადგენს პროტეინს, ხოლო ფოლიკულომასტიმულირებელი და მალუტეინიზირებელი ჰორმონები — გლუკოპროტეიდებს. ისინი იშლებიან

საკმლის მომწელებელი ტრაქტის ფერმენტებით და ამიტომ აუცილებელია მათი ორგანიზმში შეყვანა კანქვეშ ან ვენაში.

ორსული ქალების შარდში აღმოჩენილია დიდი რაოდენობით პროლანინი, რომელიც ჰიპოფიზის გონადოტროპული ჰორმონების მსგავსად მოქმედებს. მიღებულია ორი სახის პროლანინი: პროლანინი A, რომელიც ფოლიკულების განვითარებას აჩქარებს — ფოლიკულომასტიმულირებელი და პროლანინი B, რომელიც გრაფის ბუშტუკების ყვითელ სხეულად გარდაქმნას აჩქარებს — მალუტენინიზირებელი. ფიქრობენ, რომ პროლანინს გამოყოფს არა ჰიპოფიზი, არამედ პლაცენტა (მომყოლი). გონადოტროპული ჰორმონების შემცველობა შარდში სხვადასხვა ცხოველებს სხვადასხვანაირი აქვთ. ყველაზე მეტს მსხვილი რქოსანი საქონლის შარდი შეიცავს. ორსული ქალის შარდის შეყვანა დედალი თავგების, ან ბაჭების ორგანიზმში იწვევს სქესობრივ მომწიფებას და მძუნაობას. იმავე ცხოველში არაორსული ქალის შარდის შეყვანა აღნიშნულ ცვლილებებს არ იძლევა. ამ მეთოდით ორსულობას ადგენენ ბევრად უფრო ადრე, ვიდრე კვლევის სხვა მეთოდებით.

სიმპათიკური ნერვული სისტემის გაღიზიანება აკავებს, ხოლო პარასიმპათიკურის—ააგზნებს გონადოტროპული ჰორმონების სისხლში გამოყოფას.

მამალ ცხოველებში ფოლიკულომასტიმულირებელი ჰორმონი აძლიერებს სათესლეებში სპერმატოგენური ქსოვილის განვითარებასა და სპერმატოზოიდების წარმოქმნას, ხოლო მალუტენინიზირებელი ჰორმონი ასტიმულირებს მამაკაცის სასქესო ჰორმონების წარმოქმნას.

პროლაქტინი რძის გამოყოფაზე გავლენას ახდენს მხოლოდ ქალის სასქესო ჰორმონების სარძეო ჯირკვლებზე მოქმედების შემდეგ. მშობიარობის შემდეგ ჰიპოფიზის მიერ პროლაქტინის უხვი სეკრეცია უზრუნველყოფს ხანგრძლივ ლაქტაციას.

ლაქტაციის პერიოდში ჰიპოფიზის ამოკვეთის შემდეგ დაუყოვნებლივ წყდება რძის გამოყოფა.

ძუძუს წოვება იწვევს ჰიპოფიზის რეფლექსურ აგზნებას და პროლაქტინის სისხლში გადასვლას.

პროლაქტინი წარმატებით გამოიყენება სამედიცინო პრაქტიკაში მშობიარე ქალებში რძის სეკრეციის დაქვეითების დროს.

სასქესო აქტი რეფლექსურად აძლიერებს გონადოტროპული ჰორმონების გამოყოფას, ხოლო სათესლეებისა და საკვერცხეების სასქესო ჰორმონები ჰუმორალურად მოქმედებენ მათ გამოყოფაზე. გონადოტროპული ჰორმონების გამომუშავებაზე გავლენას ახდენენ ფსიქიკური განცდები და აგრეთვე გარემოს სხვადასხვა ფაქტორი.

თირეოტროპული ჰორმონი (თირეოტროპინი). აღნოპიპოფი-
ზის წინა ნაწილის ბაზოფილური უჯრედების მიერ გამოყოფილი
თირეოტროპული ჰორმონი ჯანმრთელ ცხოველში იწვევს ფარისებ-
რი ჯირკვლის ეპითელური უჯრედების გადიდებას და შესაბამისად
ჰორმონის სეკრეციის მომატებას, რის გამოც ვლინდება ფარისებ-
რი ჯირკვლის ჰიპერფუნქციისათვის დამახასიათებელი ყველა სიმპ-
ტომი (ნიშანი). თირეოტროპული ჰორმონი არ მოქმედებს ისეთ
ცხოველებზე, რომელთაც ამოკვეთილი აქვთ ფარისებრი ჯირკვალი.
ჰიპოფიზის ამოკვეთის შემდეგ, როგორც ცნობილია, ცხოველებს
უვითარდებათ ფარისებრი ჯირკვლის ატროფია. თირეოტროპული
ჰორმონი იცავს ჯირკვალს ატროფიისაგან.

თირეოტროპინი მცირე რაოდენობით განუწყვეტლივ გამოიყო-
ფა. ჰიპოთალამუსის ნერვული უჯრედების მიერ გამოყოფილი ფიზი-
ოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები ააგზნებენ აღნოპიპოფიზის
წინა ნაწილის შინაგან სეკრეციას, რის გამოც უზუად გამოიყოფა
ჰორმონი თირეოტროპინი. სისხლში ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმო-
ნების საკმაო რაოდენობით გამოყოფისას თირეოტროპინის სეკრე-
ცია ითრგუნება და პირიქით.

წვრთნის პირობებში სიცივის მიმართ ორგანიზმის გამძლეო-
ბის გაზრდისას, ე. ი. ორგანიზმის გაკაეებისას მნიშვნელობა აქვს
თირეოტროპული ჰორმონის სეკრეციას, რომელიც რეფლექსურად
აიგზნება ორგანიზმის განმეორებითი გაცივებისას. ამიტომ უნდა
დავასკვნათ, რომ თავის ტვინის ქერქი არეგულირებს თირეოტრო-
პული ჰორმონის გამოყოფას. გაცივებისას თირეოტროპული ჰორმო-
ნის სეკრეციის გაძლიერების გამო ძლიერდება ფარისებრი ჯირკვ-
ლის ჰორმონების წარმოქმნა, რის შედეგადაც სითბოს პროდუქცია
მატულობს, ეს კი ორგანიზმს იცავს გაცივებისაგან.

ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონი. სხვადასხვა ცხოველის
ადრენოკორტიკოტროპულ ჰორმონს განსხვავებული სტრუქტურა
და აქტივობა აქვს.

ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონი იწვევს თირკმელზედა
ჯირკვლის ქერქოვანი ნივთიერების კონოვანი და ბადისებრი ზონის
ზრდას და გლუკოკორტიკოიდების სეკრეციის გაძლიერებას.

ჰიპოფიზის ამოკვეთა იწვევს თირკმელზედა ჯირკვლის ქერქის
კონოვანი და ბადისებრი ზონის ატროფიას, მაგრამ არ მოქმედებს
თირკმელზედა ჯირკვლის ქერქის გორგლოვანი ზონისა და ტვინოვა-
ნი ნივთიერების განვითარებაზე. მაშასადამე კორტიკოტროფული
ჰორმონის მოქმედება სპეციფიკურია.

ორგანიზმის დაძაბვის (სტრესის) მდგომარეობა იწვევს ადრე-
ნალინის უხვ სეკრეციას, რაც თავის მხრივ, აძლიერებს ჰიპოფიზის

ნიერ ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონის სეკრეციას. ორგანიზმის განსაკუთრებული გამღიზიანებლები რეფლექსურად ააგზნებენ ჰიპოთალამუსს ნეიროსეკრეციას და წარმოქმნიან ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს, რომლებიც აღწევენ ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილის უჯრედებს და აძლიერებენ ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონის სეკრეციას. ამ უკანასკნელის გავლენით დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება თირკმელზედა ჯირკვლების ჰორმონი — გლუკოკორტიკოიდები, რომლებიც ზრდიან ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარიანობას არაბელსაყრელი ფაქტორების მიმართ.

ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონი უმჭობებს ბრინჯაოს დაავადების მიმდინარეობას, აჩქარებს ნერვული სისტემის რეგენერაციას, ხელს უშლის ზრდას. ადრენალინის, ნორადრენალინისა და ფიზიკური შრომის გავლენით ძლიერდება მისი სეკრეცია.

პარათირეოტროპული ჰორმონი. ცხოველებში ჰიპოფიზის ამოკვეთა ფარისებრახლო ჯირკვლების გადაგვარებას იწვევს, ხოლო ჰიპოფიზის ჰიპერფუნქციის დროს ფარისებრახლო ჯირკვლები მკვეთრად იზრდებიან. ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილიდან მიღებულია პარათირეოტროპული ჰორმონი, რომლის გავლენით ფარისებრახლო ჯირკვლები მნიშვნელოვნად იზრდებიან და სისხლში კალციუმის შემცველობაც მატულობს. ჰორმონი უშუალოდ გავლენას ახდენს ფარისებრახლო ჯირკვლების მოქმედებაზე. ფარისებრახლო ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ იგი არ მოქმედებს სისხლში კალციუმის შემცველობაზე.

პანკრეოტროპული ჰორმონი. ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილის ფუნქციების დარღვევისას შემჩნეულია პანკრეასის შიდასეკრეციული ქსოვილის ცვლილებები. ამ ჯირკვლებს შორის კავშირი მეტად რთულია და ჯერ კიდევ შეუსწაველი. ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილის ექსტრაქტიდან მიღებულია პანკრეოტროპული ჰორმონი, რომელიც ლანგერჰანსის კუნძულების ზრდასა და გამრავლებას იწვევს. გამოყოფილია აგრეთვე დიაბეტოგენური ფაქტორი, რომელიც ლანგერჰანსის კუნძულების დაშლასა და განადგურებას იწვევს. ამ დროს მცირდება ინსულინის გამოყოფა და ვითარდება შაქრიანი დიაბეტი. ამ ფაქტებმა ჯერჯერობით ვერ ჰპოვეს აღიარება.

შინაგანი სეკრეციის ყველა ჯირკვლის ჰორმონი ცვლას ჰიპოფიზის ფუნქციას (ან ააგზნებს, ან აკავებს).

ნახშირწყლების ცვლის ჰორმონი. ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილს უშუალოდ არეგულირებს ნახშირწყლებისა და ცილების ცვლის ზოგიერთ პროცესს. ჰიპოფიზის სიმსივნის დროს ვითარდება შაქრიანი დიაბეტი ნიშნები. ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილი

გამოყოფს ჰორმონს, რომელიც ხელს უწყობს ცვლებიან და ცხიმებისაგან გლიკოგენის წარმოქმნას. ეს ფაქტი მტკიცდება იმით, რომ ცხოველის სისხლში ჰიპოფიზის ექსტრაქტის შეყვანის შემდეგ მატულობს შაქრის შემცველობა მაშინაც კი, როცა მას პანკრეასის ამოკვეთის გამო გაშქრალი აქვს გლიკოგენის მარაგი და ვკვებავთ მხოლოდ ცილებითა და ცხიმებით.

ცილის ცვლის ჰორმონი. აღენოპიპოფიზის წინა ნაწილის ექსტრაქტი ხელს უწყობს ღვიძლის მიერ ცილების დეზამინირებას და ამით აძლიერებს ცილების სპეციფიკურ დინამიკურ მოქმედებას.

ცხიმის ცვლის ჰორმონი. აღენოპიპოფიზის წინა ნაწილი გამოყოფს კეტოგენურ ჰორმონს, რომელიც აძლიერებს ცხიმების დაშლას. სიმსუქნე დაკავშირებულია ამ ჰორმონის სეკრეციის დაქვეითებასთან. გადაჭარბებული კვების დროს სისხლსა და შარღში დიდი რაოდენობით ჩნდება კეტოგენური ჰორმონი.

ბრომპორმონი. აღმოჩნდა, რომ აღენოპიპოფიზის წინა ნაწილი გამოყოფს აგრეთვე ბრომის შემცველ ჰორმონს. სხვა ქსოვილებთან შედარებით, ჰიპოფიზი შეიცავს ბრომის დიდ რაოდენობას — 15—20 მგ %-ს (სხვა ქსოვილებში 2 მგ %). ბრომპორმონი განსაკუთრებულ როლს ასრულებს თავის ტვინის დიდი ჰემისფერობის ქერქის შეკავების პროცესში.

აღენოპიპოფიზის შუამდებარე ნაწილში წარმოიქმნება მელანოციტომასტიმულირებელი ჰორმონი, ანუ ინტერმედინი. ჰორმონი მოქმედებს თევზებისა და ამფიბიების კანის პიგმენტურ უჯრედებზე. ამ უჯრედების შეკუმშვისა და მოღუნების დროს იცვლება კანის ფერი. ჰორმონი აფართოებს პიგმენტური უჯრედების წანაზარდებს, რის გამოც კანი მუქდება. ამ ჰორმონის საშუალებით ცხოველები თავისი სხეულის საფარველის ფერს გარემოს ფერთან აგუებენ. თვალის ბადურის სინათლით გაღიზიანების დროს თევზებსა და ამფიბიებს აღნიშნული ჰორმონი რეფლექსურად გამოეყოფათ. მელანოციტომასტიმულირებელი ჰორმონის სეკრეციის რეფლექსურ რეგულაციას ცხოველისათვის თავდაცვის მნიშვნელობა აქვს, რადგან ცხოველი მტრისათვის შეუმჩნეველი ხდება.

ადამიანის კანის უპიგმენტო მიდამოებში ინტერმედინის შემხაპუნება მათი ფერის თანდათანობით აღდგენას იწვევს. უნდა ვიფიქროთ, რომ ინტერმედინი ადამიანისთვისაც წარმოადგენს კანის პიგმენტაციის რეგულატორს.

ბუბუმწოვარა ცხოველებსა და ადამიანში ინტერმედინი არეგულირებს თვალის ბადურის პიგმენტური უჯრედების მოძრაობას. კაშკაშა სინათლისას პიგმენტური უჯრედების წანაზარდების გაფარ-

თოების გამო სინათლის ზედმეტი სხივები შთაინთქმებიან და ბაღურა ზედმეტად არ ღიზიანდება.

ნეიროპიპოფიზის ჰორმონები. ნეიროპიპოფიზის ყველა ჰორმონის შემცველ ექსტრაქტს ჰიპოფიზიანი ანუ პიტუიტრინი ეწოდება. ექსტრაქტი ფართოდ გამოიყენება სამედიცინო პრაქტიკაში, მას რთული ფიზიოლოგიური მოქმედება აქვს. ჰორმონები არ წარმოიქმნებიან თვით ნეიროპიპოფიზში, მასში მხოლოდ დეპოს სახით ლაგდებიან. ჰორმონები წარმოიქმნებიან ჰიპოთალამუსის ნეიროგლიის უჯრედებში და გროვდებიან ჰიპოთალამო-ჰიპოფიზის გზის გასწვრივ. ეს იმით მტკიცდება, რომ ჰიპოთალამუსის (ბორცვ-ქვეშა) მიდამოში აღმოჩენილია ნეიროპიპოფიზის ორივე ჰორმონი, რომლებსგანაც შედგება პიტუიტრინი, ანუ ჰიპოფიზინი: ოქსიტოცინი და ანტიდიურეზული ჰორმონი, ანუ ვაზოპრესინი. ორივე ჰორმონი პოლიპეპტიდია. გარკვეულია მათი ქიმიური სტრუქტურა და მიღებულია სინთეზურად. აღენოპიპოფიზის ჰორმონებისაგან განსხვავებით ნაკლებად რთული შედგენილობის ცილებია.

ვაზოპრესინი, ანუ ანტიდიურეზული ჰორმონი აძლიერებს შემკრები საშარდე მილაკებიდან წყლის უკუშეწოვას. ამის გამო ადამიანს უმცირდება დიურეზი და აღენიშნება შარდის ხვედრითი წონის მომატება.

ვაზოპრესინი იწვევს სისხლძარღვთა (განსაკუთრებით არტერიოლების) გლუვი მუსკულატურის შეკუმშვას და სისხლის არტერიული წნევის მომატებას.

ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანება და ორგანიზმში ვეგეტატიური ნერვული სისტემის დამბლის გამომწვევი შხამების შეყვანა არ ცვლის ვაზოპრესინის მოქმედებას. ვაზოპრესინის პრესორული მოქმედება ვლინდება გულისა და სისხლის ძარღვების ვეგეტატიური ინერვაციის გარეშე. ეს ჰორმონი უშუალო ტონოტროპულ გავლენას ახდენს წვრილი სისხლის ძარღვების მუსკულატურაზე.

ვაზოპრესინის ანტიდიურეზული ეფექტი თირკმლის დენერვაციის შემდეგაც ვლინდება. ვაზოპრესინის ნაკლებობა სისხლში იწვევს უშაქრო შარდის დიდი რაოდენობით გამოყოფას. ჰიპოთალამუსის ან ჰიპოთალამუს-ჰიპოფიზის გზების დაზიანების დროს ვითარდება პოლიურია (შარდის დიდი რაოდენობით გამოყოფა) და სისხლის წნევის დაქვეითება. ორგანიზმში ვაზოპრესინის შეყვანა ამცირებს ნეიროპიპოფიზის ფუნქციების დარღვევასთან დაკავშირებულ შარდის დიდი რაოდენობით გამოყოფას.

ოქსიტოცინი იწვევს საშვილოსნოს მუსკულატურის შეკუმშვას, მაგრამ არ მოქმედებს სისხლის წნევაზე. ორსულ საშვილოსნოზე ოქსიტოცინი არ მოქმედებს, რადგან მისი გავლენა მუხრუჭდება ყვითელი სხეულის პორმონის მიერ. ორსულობის ბოლოს ყვითელი სხეულის განლევასთან დაკავშირებით საშვილოსნოს რეაქტივობა ოქსიტოცინის მიმართ მატულობს, განსაკუთრებით მშობიარობის აქტის მსვლელობის დროს. ოქსიტოცინი აძლიერებს აგრეთვე ნაწლავების მუსკულატურის ტონუსს. სამედიცინო პრაქტიკაში მას იყენებენ ძნელად მიმდინარე მშობიარობის დროს. იგი იწვევს სწრაფ და უმტკივნეულო მშობიარობას. მაკე ცხოველებში ჰიპოფიზის ამოკვეთის შემდეგ ძნელდება და ხანგრძლივდება მშობიარობა. ოქსიტოცინი არეგულირებს აგრეთვე სარბოე ჯირკვლების სეკრეციას.

ორგანიზმის ! ცვლილებები ჰიპოფიზის ფუნქციის მოშლის დროს. ჰიპოფიზის ფუნქციის მოშლისას ორგანიზმში რთული დარღვევები აღინიშნება. ადრეულ ასაკში ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილის ჰიპოფუნქციის დროს ორგანიზმის ყველა ნაწილი პროპორციულად ჩამორჩება ზრდაში, მთელი სიცოცხლის მანძილზე ხრტილები არ განიცდიან გაძვალბას, სახეზე და ბოქვენის მიდამოში თმები არ იზრდება, სასქესო ორგანოები განუვითარებელი რჩება. ფარისებრი ჯირკვლის ჰიპოფუნქციის დროს ფიზიკურად განუვითარებლობასთან ერთად ადგილი აქვს გონებრივ ჩამორჩენილობას, ჰიპოფიზის ჰიპოფუნქციის დროს გონებრივი განვითარება ნორმალურად მიმდინარეობს.

ზოგჯერ ადენოჰიპოფიზის შეუამდებარე ნაწილისა და ნეიროჰიპოფიზის ჰიპოფუნქციის დროს შემჩნეულია ორგანიზმის ძლიერი ზოგადი გასუქება და სასქესო ორგანოების განუვითარებლობა. ნივთიერებათა ცვლა დარღვეულია ნახშირწყლების შეთვისების უნარიანობის მომატების გამო. ამ პათოლოგიის დროს მზრებზე და ბარძაყებზე დიდი რაოდენობით ცხიმი გროვდება.

ქალებში მშობიარობის შემდეგ ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილის ჰიპოფუნქციის დროს გვხვდება იშვიათი დაავადება, ეგრეთწოდებული ჰიპოფიზური კახექსია, რომელიც თითქმის ყოველთვის სიკვდილით მთავრდება. ამ დაავადების დროს ქალი გაძვალტყავებულია, შინაგანი ორგანოები ატროფირებული, სასქესო ფუნქცია დარღვეული, ეწყება კბილებისა და თმების ცვენა, კანი შრება და იჭმუქნება.

ნეიროჰიპოფიზისა და ჰიპოფიზის ფეხის ჰიპოფუნქციის დროს ვითარდება უშაქრო დიაბეტი. ადამიანს უჩნდება ძლიერი

წყურვილი. დღე-ღამეში გამოყოფს 15 ლიტრ დაბალი კონცენტრაციის შარდს.

ადენოჰიპოფიზის წინა ნაწილის ჰიპერფუნქციის დროს ორგანიზმი გაძლიერებულად იზრდება — გიგანტიზმი. ზრდის დარღვევის ხასიათი დამოკიდებულია იმ ასაკზე, რომლის დროსაც იწყება ჰიპერფუნქცია.

ახალგაზრდა ასაკში, როცა გრძელი ლულისებრი ძვლების ხრტილების გაძვალება ჯერ კიდევ არ დამთავრებულა, ჯირკვლის ჰიპერფუნქციის დროს ადამიანის სიმაღლე 240—250 სმ აღწევს.

გიგანტიზმი უფრო ხშირად მამაკაცებში გვხვდება, გაძლიერებული ზრდა სქესობრივი მომწიფების პერიოდს ემთხვევა. გიგანტები გონებრივი განვითარებით ჩამორჩებიან, სქესობრივად სუსტნი არიან. პათოლოგ-ანატომიურად მათი ჰიპოფიზი და თურქული კეხი გადიდებულია.

იმ ასაკში, როცა გრძელი ლულისებრი ძვლების ხრტილების გაძვალება უკვე დამთავრებულია, ჯირკვლის ჰიპერფუნქცია იწვევს აკრომეგალიას. ამ დროს სხეული სიგრძეში არ იზრდება, მაგრამ სხეულის პროპორცია ირღვევა. აკრომეგალიით დაავადების დროს იზრდებიან პატარა ძვლები, სახისა და კიდურების ქსოვილები, გული, კუჭუკანა ჯირკვალი, ღვიძლი, ელენთა, ტუჩები, ქვედაყბა, ცხვირი. ენა იმდენად დიდდება, რომ პირის ღრუში ვეღარ ეტევა. მცირე დატვირთვის დროსაც კი შემჩნეულია კუნთების ძლიერი დაღლა, ირღვევა წყლის ცვლა (უშაქრო დიაბეტი), ორგანიზმი სუქდება და სქესობრივი ფუნქციები ქვეითდება.

ეპიფიზი, ანუ ბინის ჯდა დანაბატი

ეპიფიზი მდებარეობს მხედველობის ბორცვებსა და ოთხგორაკის უკან. მზრდილი ადამიანის ეპიფიზის წონა 0.2 გრამია. იგი ფეხებით დამაგრებულია ორივე მხედველობის ბორცვთან. ეპიფიზის მიკროსკოპული შენება და დაავადების დროს მისი შენების ცვლილებები საშუალებას გვაძლევს, რომ იგი შინაგანი სეკრეციის ორგანოს მიაკუთვნონ. ეპიფიზი მხოლოდ ახალგაზრდა ასაკში ასრულებს შიდასეკრეციულ ფუნქციას. 7 წლის ასაკიდან ეპიფიზი იწყებს ატროფიულ გადაგვარებას. ეპიფიზიდან აქტიური ნივთიერებების მიღება ვერ მოხერხდა.

ეპიფიზი სისხლში გამოყოფს ჰორმონს, რომელიც აკავებს სასქესო ჯირკვლების სეკრეციას. ბავშვთა ასაკში, პათოლოგიური პროცესების შედეგად ჯირკვლის დაპატარავება ან დაზიანება იწვევს

ნადრევე გონებრივ და სქესობრივ განვითარებას მეორადი სასქესო ნიშნების გამოხატვით. 8—10 წლის ბიჭებს გააჩნიათ მოზრდილი მამაკაცის ყველა სასქესო ნიშანი. კასტრაციის შემდეგ ეპიფიზის ოდენობა მცირდება. ეს მიგვითითებს, მასზე, რომ სასქესო ჭირკვლები თავის მხრივ, მოქმედებენ ეპიფიზის განვითარებაზე.

ეპიფიზის ჰორმონი — მელატონინი სქესობრივად მოუმწიფებელ ძუძუმწოვრებში აკავებენ სქესობრივ განვითარებას, ხოლო სქესობრივად მომწიფებულებში — სასქესო ჭირკვლების ფუნქციას. ეპიფიზი მოქმედებს ბორცვქვეშა მიდამოზე (ჰიპოთალამზე) და თრგუნავს ჰიპოფიზის გონადოტროპული ჰორმონების წარმოქმნას. ორგანიზმის ხანგრძლივი და ძლიერი განათების დროს ეპიფიზში მატულობს სეროტონინის რაოდენობა, ხოლო მისი ჰორმონ მელატონინად გარდაქმნა მცირდება. მაშასადამე, ზაფხულში და გაზაფხულზე მელატონინის წარმოქმნის მნიშვნელოვანი შემცირება აძლიერებს სასქესო ჭირკვლების ფუნქციას და ამიტომ ამ პერიოდისათვის ზოგიერთი ცხოველის სქესობრივი აქტივობა მატულობს. ეპიფიზის ჰორმონი მელატონინი ადენოჰიპოფიზის შუამდებარე ნაწილის მელანოციტომასტიმულირებელი ჰორმონის საწინააღმდეგოდ მოქმედებს: იგი კუმშავს პიგმენტური უჯრედების წანაზარდებს და კანს უფრო ნათულს ხდის.

ეპიფიზი მარაგდება ნიშპათიკური ნერვული სისტემის ბოქკოებით.

მეგრუქანა ჭირკვალი, ანუ თიფისი

თიფისი გულმკერდის ღრუში მკერდის ძვლის უკან მდებარეობს, იყოფა ორ წილად. შედგება ჭირკვლოვანი და სისხლმზადი ორგანოებისათვის დამახასიათებელი რეტიკულო-ენდოთელიალური ქსოვილის უჯრედებისაგან.

მკერდუქანა ჭირკვალი ისეთი ორგანოა, რომელიც სქესობრივი მომწიფების პერიოდამდე ვითარდება, შემდეგ უკუგანვითარებას განიცდის. საბოლოოდ ჭირკვლის ქსოვილი ილევა და მის ადგილს იკავებს ცხიმოვანი ქსოვილი. ჭირკვალი უხვად მარაგდება სისხლძარღვებით, მისი ლიმფური ქსელი უკავშირდება ფარისებრი ჭირკვლის ლიმფურ ქსელს.

ჭირკვლის ინერვაცია სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ნერვების ბოქკოებით წარმოებს.

მისი წონა და ოდენობა ასაკთან დაკავშირებით იცვლება. იგი იზრდება 13—15 წლამდე. სქესობრივი მომწიფებისათვის ადამიანის

მკერდუკანა ჭირკვლის წონა 37—38 გრამს აღწევს, შემდეგ კლებას იწყებს. 70 წლისთვის მისი წონა 6 გრამამდე კლებულობს.

ზოგიერთ შემთხვევაში სქესობრივი მომწიფების შემდეგაც ჭირკვალი არ განიცდის გადაგვარებას და მთელ ორგანიზმში აღინიშნება ლიმფოიდური წარმონაქმნების ძლიერი განვითარება, რაც სიცოცხლისათვის მეტად საშიშია.

ჭირკვლის გადანერგვა ძნელად ხერხდება, რადგან გადანერგილი ადგილიდან იგი სწრაფად შეიწოვება. მისი ჰორმონი ჭერჭერობით არ არის აღმოჩენილი.

ჭირკვლის ამოკვეთის შემდეგ ძალის ლეკვებში მინერალური და ცილის ცვლა ირღვევა. ძვლების განვითარება და სხეულის ზრდა ჩერდება. ძვლოვან ქსოვილში კალციუმის მარილების არასაკმარისი რაოდენობის გამო. ჩონჩხის ძვლები რბილდება და მრუდდება. ძვლის მოტეხილობა ცუდად ხორცდება, აღინიშნება კუნთების სისუსტე, დეგენერაცია და ტონუსის დაცემა. უმაღლესი ნერვული მოქმედება ირღვევა. ცხოველები იღუპებიან ოპერაციიდან 2—3 თვის შემდეგ.

მკერდუკანა ჭირკვალი ორგანიზმის ზრდასა და კალციუმის ცვლაზე ფარისებრაზლო ჭირკვლების საწინააღმდეგოდ მოქმედებს, ე. ი. ხელს უწყობს ძვლებში კალციუმის მარილების დაგროვებას. ჭირკვალი სასქესო ჭირკვლებთან ძალიან რთულ ურთიერთდამოკიდებულებაშია. მისი ამოკვეთის შემდეგ შემჩნეულია სასქესო ჭირკვლების სწრაფი ზრდა. თუ ჭირკვალი ასაკთან ერთად არ განიცდის გადაგვარებას, მაშინ სასქესო ჭირკვლები ნორმალურად არ ვითარდებიან. ადრეულ ასაკში კასტრაციის შემდეგ ჭირკვლის ასაკობრივი ცვლილებები არ შეიმჩნევა.

თირკმელზედა ჭირკვლების ჰორმონები მოზარდ ორგანიზმში მკერდუკანა ჭირკვლის ნორმალურ დაბატარავენას იწვევენ, ხოლო თირკმელზედა ჭირკვლების ამოკვეთა მკერდუკანა ჭირკვლის გადიდებას. მკერდუკანა ჭირკვლის ამოკვეთის შემდეგ კი თირკმელზედა ჭირკვლები დიდდებიან.

არის მონაცემები, რომლებიც მიუთითებენ მკერდუკანა ჭირკვლის დიდ მნიშვნელობაზე, ორგანიზმის განვითარებისა და გარემოს არახელსაყრელ ფაქტორებთან შეგუების პროცესში.

სხვადასხვა ძლიერად მოქმედი ფაქტორებისა და ფიზიკური დატვირთვის გავლენით მკერდუკანა ჭირკვლის წონა მცირდება, მაგრამ ეს არ იწვევს მისი ენდოკრინული ფუნქციის დაქვეითებას. ფიქრობენ, რომ ასეთ შემთხვევებში წონის დაკლების მიუხედავად, თიმუსის აქტივობა დიდდება.

სასქესო ჯირკვლები ნაყოფის განვითარების მერვე კვირას წარმოიქმნებიან. სასქესო ჯირკვლები ორ ფუნქციას ასრულებენ: 1. სასქესო უჯრედების: მამაკაცის — სპერმატოზოიდების და დედაკაცის — კვერცხუჯრედების წარმოქმნას; 2. ჰორმონების გამოყოფას.

სპერმატოზოიდების წარმოქმნა ხდება სათესლეში მომწიფების პერიოდიდან, დაახლოებით 15 წლის ასაკიდან და მთავრდება 60 წლის ასაკისათვის, ზოგჯერ უფრო გვიან. ამ ასაკიდან იწყება სასქესო ჯირკვლების ატროფია (განლევა). ადამიანის სპერმის 1 სმ³ 60 მილიონ სპერმატოზოიდს შეიცავს. სპერმატოზოიდებს დამოუკიდებელი მოძრაობის უნარი აქვთ. გარემოს რეაქცია, ქიმიური შედგენილობა და ტემპერატურა გავლენას ახდენს სპერმატოზოიდების მოძრაობაზე. სპერმატოზოიდების მოძრაობისათვის ყველაზე ხელსაყრელია სხეულის ტემპერატურა და გარემოს სუსტი ტუტე რეაქცია. სპერმატოზოიდი მოძრაობს თავით წინ და სპირალურად. მის მოძრაობაში აქტიური როლი მიეკუთვნება კუდის ტალღისებრი რხევებს. ადამიანის სპერმატოზოიდის მოძრაობის სიჩქარეა 3,5/მმ წუთში. საშვილოსნოში მოხვედრის შემდეგ სპერმატოზოიდები კვირაზე მეტხანს ინარჩუნებენ მოძრაობის უნარს.

საშვილოსნოში მოხვედრილი სპერმატოზოიდების სიცოცხლისუნარიანობა და მოძრაობა უზრუნველყოფილია სათესლე ბუშტუკების სეკრეციით, რომელიც სპერმატოზოიდებისათვის აუცილებელ საყუათო ნივთიერებებს შეიცავს. წინამდებარე ჯირკვლის სეკრეტი აზავებს და აღიდებს სპერმის მოცულობას. მამაკაცის სასქესო ჰორმონები აავზნებენ წინამდებარე ჯირკვლის სეკრეციას, ხოლო დედაკაცის სასქესო ჰორმონები — აკავენ. წინამდებარე ჯირკვლისა და სათესლე ბუშტუკების ამოკვეთის შემდეგ წყდება განაყოფიერება.

მამაკაცის სასქესო ჰორმონები. მამაკაცის სასქესო ჰორმონების წარმოქმნის ძირითადი ადგილია — სათესლის ინტერსტიციალური (შუამდებარე) ქსოვილი, ანუ ლეიდიგის უჯრედები. ამ უჯრედების ერთობლიობას ეწოდება სქესობრივი სიმწიფის, ანუ პუბერტული (სიტყვიდან — pubertas — დავაჟიკება, მომწიფება) ჯირკვალი. თესლადინრების გადასკვნის შემდეგ გადაგვარებას განიცდის სპერმატოგენური ქსოვილი და მის ადგილს იკავებს პუბერტული ჯირკვალი. სპერმატოგენურ ეპითელში მცირე რაოდენობით წარმოიქმნება აგრეთვე მამაკაცის სასქესო ჰორმონებიც.

სათესლე ჯირკვლებიდან და შარდიდან კრისტალების სახით

მიღებულია მამაკაცის სასქესო ჰორმონები: ტესტოსტერონი, ანდროსტანდიონი, ანდროსტერონი და სხვა.

ტესტოსტერონი სინთეზის გზით მიღებულია აცეტილქოლესტერინიდან და აგრეთვე სტიგმასტერინიდან. მისი აქტივობა იზრდება თავისუფალი უმალესი ცხიმოვანი მკვებების გარემოში. ანდროსტანდიონი ტესტოსტერონის იზომერია. ანდროსტერონს ორი იზომერი აქვს. დეჰიდროანდროსტერონს ერთდროულად ორივე სქესის ჰორმონის თვისება აქვს. ტესტოსტერონი 5-ჯერ უფრო აქტიურია ანდროსტერონზე და 100-ჯერ უფრო დეჰიდროანდროსტერონზე.

ტესტოსტერონის საშუალებით ხორციელდება მამაკაცის პირველადი სასქესო ნიშნებისა (შინაგანი და გარეგანი სასქესო ორგანოების) და მამაკაცის მეორადი სასქესო ნიშნების (ჩონჩხის დამახასიათებელი შენება, უღვაშები, წვერი, ბოხი ხმა) განვითარება. ტესტოსტერონი აძლიერებს ცილების დაგროვებას ჩონჩხის კუნთებში, რის გამოც სხეულის წონა დიდდება. ტესტოსტერონი ასტიმულირებს სპერმატოგენეზს, ესტროგენების (ქალის სასქესო ჰორმონები) მოქმედებას ამუხრუპებს, წყვეტს დაწყებულ მენსტრუაციას.

სქესობრივი უძლურობის ზოგიერთ შემთხვევაში ტესტოსტერონის კანქვეშ შეშხაპუნება აღადგენს სქესობრივ უნარიანობას. სათესლეებში მამაკაცის სასქესო ჰორმონების გარდა, ნაპოვნია ისეთი ნივთიერებანი, რომლებიც მღედრის სასქესო ორგანოებში იწვევენ ნორმალურ სქესობრივ ციკლს.

მამაკაცისა და დედაკაცის სასქესო ჰორმონები ქიმიური სტრუქტურით ერთმანეთს ემსგავსებიან, რაც დასაბუთებულია რადიოაქტიური იზოტოპების საშუალებითა და ორგანიზმის გარეთ მათი სინთეზის გზით. ისინი წარმოიქმნებიან ქოლესტერინიდან, რომელიც გარდაიქმნება მამაკაცის სასქესო ჰორმონ-იზოდეჰიდროანდროსტერონად, აქედან კი ქალის სასქესო ჰორმონი — პროგესტერონი წარმოიქმნება.

მამაკაცის სასქესო ჰორმონები — ანდროგენები (ბერძნულად andros — მამაკაცი) და ქალის სასქესო ჰორმონები — ესტროგენები (oestrus — მძუნაობა) ერთდროულად წარმოიქმნება როგორც მამაკაცის, ისე ქალის სასქესო ჯირკვლებში, მაგრამ არათანაბარი რაოდენობით. სისხლში შეყვანილი მამაკაცის სასქესო ჰორმონები აძლიერებენ ქალის სასქესო ჰორმონების სეკრეციას და პირიქით.

სქესობრივი მომწიფების პერიოდში ვაჟის ორგანიზმში გაცილებით მეტი მამაკაცის სასქესო ჰორმონი წარმოიქმნება ვიდრე ქალის. გოგონას ორგანიზმში — უფრო მეტია ქალის სასქესო ჰორმო-

ნი, ვიდრე მამაკაცის. მაგრამ საკვერცხეების ან სათესლეების ფუნქციის მოშლის დროს, რომელიც ხშირად გვხვდება ადამიანებში, იცვლება ამ პორმონთა პროდუქციის შეფარდება. ასეთ დარღვევას ინტერსექსუალობა ეწოდება და გამოიხატება მამაკაცებში ქალებისათვის დამახასიათებელი ფიზიკური და ფსიქიკური თავისებურებათა არსებობით, ხოლო ქალებში — მამაკაცის ზოგიერთ თვისებათა გამოვლინებით.

მცირე ხარისხით გამოხატული ინტერსექსუალობა საკმაოდ ხშირად გვხვდება და არ განიხილება როგორც პათოლოგია. მკვეთრად გამოხატული ინტერსექსუალობა იშვიათად გვხვდება. უფრო იშვიათია ჰერმაფროდიტიზმი, რომლისთვისაც დამახასიათებელია ერთდროულად სათესლისა და საკვერცხის განვითარება.

საკვერცხეები. საკვერცხეები მდებარეობენ მცირე მენჯის ღრუში, საკუთარი იოგებით დამაგრებული არიან საშვილოსნოს ორივე მხარეზე. ნერვულ იმპულსებს ღებულობენ სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ბოჭკოებით. საკვერცხე დაფარულია ეპითელით, რომლის ქვეშ მდებარეობს თეთრი შემაერთებელქსოვილოვანი გარსი, რომელიც ქერქოვან ზონაში გადადის. ქერქოვან ზონაში განლაგებულ პირველად ფოლიკულებში მოუმწიფებელი კვერცხუჯრედებია. ახალშობილი გოგონას საკვერცხეში კვერცხუჯრედები, მათი სიმრავლის გამო, მკიდროდ ეკვრიან ერთმანეთს, მოხუცი ქალის საკვერცხეში ისინი თითქმის ქრებიან. 22 წლის ჯანმრთელი ქალის ორივე საკვერცხეში დაახლოებით 600 ათასი ფოლიკულია. ფოლიკულების დიდი უმრავლესობა სიციცხლის მანძილზე ვერ ასწრებს მომწიფებას და ქრებიან. მხოლოდ 200—500 ფოლიკულში მწიფდება განაყოფიერებისუნარიანი კვერცხუჯრედი.

საკვერცხის ტვინოვან შრეში უხვადაა სისხლის ძარღვები და ნერვული ბოჭკოები.

ოვოგენეზი. ოვოგენეზი განაყოფიერებისუნარიანი კვერცხის მომწიფებაა. უმაღლესი ძუძუმწოვრებისა და ადამიანის დედრობით სასქესო ჯირკვლებში მკაფიოდაა გამოხატული ჩანასახოვანი ეპითელის განვითარების ორსქესიანი ფაზა. ადამიანის 37—38 დღის ჩანასახის პირველადი სასქესო უჯრედები, რომლებიდანაც უნდა განვითარდეს სათესლე და საკვერცხე, აგებულებით ჯერ კიდევ ერთმანეთისაგან არ განსხვავდებიან. სათესლეებში ამ ჩანასახოვანი ეპითელისაგან წარმოიქმნებიან კლაკნილი მილაკები, რომლის კედლებში სქესობრივი მომწიფების დროს იწყება სპერმატოგენეზი. სათესლეებისაგან განსხვავებით საკვერცხეებში წარმოიქმნება მეორადი წარმოშობის ჩანასახოვანი ეპითელი, რომელიც დამახასიათებელია დედრობითი ტიპის განვითარებისათვის. 1. 5—2 თვის ნაყოფში დედრო-

ბითი ტრპის ახალი ჩანასახოვანი უჯრედების გვერდით ჯერ კიდევ შენარჩუნებულია სათესლისათვის დამახასიათებელი ჩანასახოვანი უჯრედები, რომლებიც თანდათანობით ქრებიან და იცვლებიან მეორადი წარმოშობის უჯრედებით. შემდეგ საკვერცხეში აღინიშნება სასქესო უჯრედების განვითარების სამი სტადია: გამრავლება, ზრდა და მომწიფება.

პირველ სტადიაში პირველადი სასქესო უჯრედები, ანუ ოვოგონიები, მრავალჯერ იყოფიან და მრავლდებიან. მეორე სტადიაში ისინი იზრდებიან და ოვოციტებად გარდაიქმნებიან. მრავალ ძუძუმწოვარა ცხოველში, მაგალითად ცხვრებში, ძროხებში, ცხენებში ოვოციტების ზრდა დაბადების შემდეგაც გრძელდება, ზრდის დროს მათში გროვდება ყვითრი. ფრინველებში, ზვიგენისებრ თევზებში და რეპტილიებში კვერცხი ზრდის დამთავრებისას დიდ ზომებს აღწევს. ძუძუმწოვრებისა და ადამიანის კვერცხუჯრედი მცირე ზომისაა. განვითარების მესამე სტადიაში ფოლიკულური (გრაფიის) ბუშტუკები წარმოიქმნებიან.

ქალის საკვერცხეში ყოველი კვერცხუჯრედი დასაწყისში ერთ-შრიანი ბრტყელი ეპითელით იფარგლება. შემდეგ ეპითელი მრავალ-შრიანი ხდება და ამგვარად წარმოქმნილი ფოლიკულის ღრუში სითხე გროვდება. ღრუები ერთდებიან, ფოლიკული იზრდება მასში დაგროვილი სითხის ხარჯზე და კვერცხი ეკვრის ერთ-ერთ გვერდით კედელს. ფოლიკული ინაცვლებს საკვერცხის კედლისაკენ, რომელიც ამ მომენტისათვის უკვე გათხელებულია.

ოვულაცია. პორმონების გავლენით მომწიფებული ფოლიკული სკდება, საკვერცხის კედელი იხსნება, კვერცხუჯრედი სითხესა და სისხლთან ერთად პერიტონეუმის ღრუში (დუგლასის ორმოში) ვარდება. ამ პროცესს ოვულაცია ეწოდება. კვერცხსავლები თავისი გრძელი ფოჩის მოძრაობით კვერცხუჯრედს მუცლის ღრუდან იტაცებენ და გადააქვთ კვერცხსავლის ღრუში. კვერცხსავლების ღორწოვანი გარსის მფარავი მოციმციმე ეპითელის წამწამების მოძრაობის შედეგად კვერცხუჯრედი საშვილოსნოში გადადის. ამ მოვზაურობას დაახლოებით 3 დღე სჭირდება. თუ მოხდა განაყოფიერება, მაშინ კვერცხუჯრედი საშვილოსნოს ღორწოვან გარსს უმაგრდება.

ყველა მომწიფებული ფოლიკულის კედელში ფოლიკულომასტიმულირებელი პორმონის გავლენით ქალის სასქესო პორმონები — ესტროგენები წარმოიქმნება. ოვულაციის შემდეგ გრაფის ბუშტუკი იჩუტება და მის ადგილას წარმოიქმნება ყვითელი სხეული. არჩვენ მენსტრუაციის შემდეგ წარმოქმნილ ყვითელ სხეულს და ორსულობის ყვითელ სხეულს. მენსტრუალური ყვითელი სხეული ფუნ-

ქციონერებს როგორც შ-ნაგანი სეკრეციის ჯირკვალი მხოლოდ 10—12 დღის განმავლობაში, გამოყოფს პროგესტერონს, ხოლო შემდეგში მომდევნო მენსტრუაციის 2—3 დღით ადრე ყვითელი სხეული იწყებს უკუგანვითარებას და ქრება. მის ადგილზე წარმოიქმნება ნაწიბური. ორსულობის ყვითელი სხეული, მენსტრუალური ყვითელი სხეულისაგან განსხვავებით 3,5—4 თვის განმავლობაში ფუნქციონირებს, ძლიერ იზრდება და დიდი რაოდენობით გამოყოფს პროგესტერონს. პროგესტერონი ხელს უწყობს ნაყოფის საშვილოსნოს ლორწოვან გარსში ჩანერგვას. აღნიშნული ვადის შემდეგ ორსულობის ყვითელი სხეული თანდათან ამცირებს პროგესტერონის წარმოქმნას. პროგესტერონის გამოყოფა ორსულობის ბოლომდე გრძელდება (პლაცენტის მიერ). ყვითელ სხეულში, პროგესტერონის გარდა, წარმოიქმნებიან აგრეთვე ესტროგენები. ოვულაციის შემდეგ, თუ კვერცხუჯრედის განაყოფიერება არ მოხდა, იწყება მენსტრუაცია.

განაყოფიერება. სპერმატოზოიდები აქტიური მოძრაობის წყალობით საშოდან საშვილოსნოში გადადიან, ხოლო შემდეგ ფალოპის მილებში (კვერცხსავლებში), სადაც ხვდებიან კვერცხუჯრედს და ხდება განაყოფიერება. სასქესო აქტს არეგულირებს უპირობო და პირობითი რეფლექსები. სასქესო ცენტრი მდებარეობს ზურგის ტვინის წელის ნაწილში.

მაკეობა გრძელდება ძროხებში—9 თვეს, ცხენებში—11 თვეს, ცხვრებში და თხებში 5 თვეს და ღორებში 4 თვეს.

ქალის სასქესო ჰორმონები. დღესდღეობით მიღებულია ესტრონი, ანუ ფოლიკულარული ჰორმონი, ესტრადიოლი — ფოლიკულის სითხიდან და ესტრიოლი — ორსულთა შარდიდან და პლაცენტიდან. ქალის სასქესო ჰორმონებს აქვთ ერთი საერთო სახელწოდება — ესტროგენები. ესტრადიოლი 5—7-ჯერ უფრო აქტიურია ესტრონზე. ესტრონი და ესტრადიოლი აღმოჩენილია მცენარეებშიც. ესტროგენების გავლენით მძუნაობისა და მენსტრუაციის სტადიისათვის დამახასიათებელი მორფოლოგიური ცვლილებები მიმდინარეობს საშოსა და საშვილოსნოში.

ესტრონი ხელს უწყობს საშვილოსნოს კუნთების შეკუმშვებს, კვერცხუჯრედის კვერცხსავალში გადაადგილებას, სარძეო ჯირკვლების გამომტანი სადინარებისა და ფალოპის მილების ზრდას.

ესტრონი და ქალის სხვა სასქესო ჰორმონები აძლიერებენ გლიკოგენის სინთეზს ღვიძლსა და ქსოვილებში, ცხიმის დაგროვებას ორგანიზმში. ესტრონი ყველაზე დიდი რაოდენობით ცხოველებში მძუნაობის წინ გამოიყოფა, ხოლო ქალებში მენსტრუაციის წინ. ჰიპოფიზის ფოლიკულომასტიმულირებელი და მალუტენინიზირებელი ჰორმონები იწვევენ ესტრონის სეკრეციას.

ქალის სასქესო ჰორმონი პროგესტერონი (ყვითელი სხეულის ჰორმონი) წარმოიქმნება პროლაქტინის გავლენით ყვითელი სხეულის ლუტეინურ უჯრედებში. პროგესტერონის სეკრეციას ააგზნებს აგრეთვე მალუტეინიზირებელი ჰორმონი. სისხლში პროგესტერონის კონცენტრაციის მომატება აკავებს მალუტეინიზირებელი ჰორმონის გამოყოფას. პროგესტერონის კონცენტრაციის შემცირება, პირიქით, ააძლიერებს მალუტეინიზირებელი ჰორმონის გამოყოფას. ამით რეგულირდება ქალის სასქესო ციკლი.

მაშასადამე, საკვერცხეების ნორმალური მოქმედებისათვის აუცილებელია სამი ჰორმონი: ფოლიკულომასტიმულირებელი, მალუტეინიზირებელი და პროლაქტინი.

პროგესტერონი საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ორსულობის ნაადრევი პერიოდისათვის დამახასიათებელ ცვლილებებს იწვევს. ეს ცვლილებები ვლინდება მხოლოდ ესტრონის წინასწარი მოქმედების შემდეგ. პროგესტერონი სინთეზის გზით მიღებულია სტიგმასტერონიდან. მაშასადამე, იგი ქიმიური შედგენილობით, ახლოსაა მამაკაცის სასქესო ჰორმონებთან.

ქალის სასქესო ციკლი. ცხოველებში ოვულაცია დაკავშირებულია მძუნაობასთან, ქალებში ის წინ უძღვის მენსტრუაციას, მენსტრუაციის დაწყებამდე ოვულაცია დაახლოებით 12 დღით ადრე ხდება. განაყოფიერების შემდეგ კვერცხუჯრედი საშვილოსნოს კედელს ემაგრება, რომლისგანაც ვითარდება ნაყოფი.

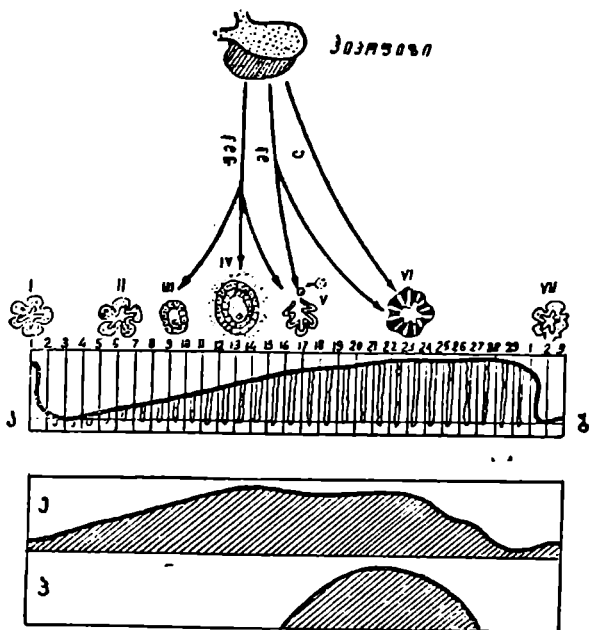
ყვითელი სხეულის მიერ გამოყოფილი ჰორმონი საშვილოსნოს ლორწოვან გარსს ჩანასახის მისაღებად ამზადებს.

შემდეგში ყვითელი სხეულის განვითარება დამოკიდებულია განაყოფიერებაზე. თუ განაყოფიერება მოხდა და კვერცხუჯრედი საშვილოსნოს კედელს მიუმაგრდა, მაშინ ყვითელი სხეული ორსულობის განმავლობაში სულ ვითარდება. ორსულობის ყვითელი სხეული 2 სმ-ს აღწევს და განლევს შემდეგ დიდხანს სტოვებს კვალს. თუ განაყოფიერება არ მოხდა, მაშინ ყვითელი სხეული პატარავდება და ფაგოციტების მიერ შთაინთქმევა (პერიოდული ყვითელი სხეული), რის შემდეგ ახალი ოვულაცია იწყება.

ქალის სასქესო ციკლი დაკავშირებულია ოვულაციასთან. იგი ვლინდება ყოველთვის რად სისხლის დენით, ანუ მენსტრუაციით (სურ. 35).

ქალის სასქესო ციკლისათვის დამახასიათებელია ცვლილებები: 1. საკვერცხეებში (ოვარიული ციკლი), 2. საშვილოსნოში (მენსტრუალური ციკლი), 3. მთელ ორგანიზმში (სისუტატე, სწრაფი დაღლილობა, თავის ტკივილი, დამტკრეულობა, გუნება-განწყობის ცვლილებანი და სხვა). ქალის სასქესო ციკლი საშუალოდ 28 დღეს

გრძელდება. იგი იყოფა ოთხ პერიოდად: 1. საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის აღდგენის ანუ რეგენერაციის პერიოდში იზრდება მისი ეპითელი და შემაერთებული ქსოვილი, იგი გრძელდება 7—8 დღეს, 2. საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის



სურ. 35. ქალის სასქესო ციკლის სქემა ერთი თვის განმავლობაში. მალა: ადენოჰიპოფიზის გონადოტროპული ჰორმონების გაელება, ფშ-ფოლიკულოზასტიმულირებელი ჰორმონი; მჰ-მალუტეინიზირებელი ჰორმონი; ლ-ლუტეინოტროპული ჰორმონი. რომელიც ციფრები — ფოლიკულებისა და ყვითელი სხეულის მდგომარეობა (I—II—ყვითელი სხეული, რომელიც გადაგაზრებას განიცდის, III—IV—ფოლიკულის მოშლითება) V—ოვულაცია, VI—ყვითელი სხეულის მაქსიმალური განვითარება). არაბული ციფრები — თვის დღეები, ა — ბ — საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის განვითარების ხარისხი.

ქვემოთ: ე — ესტროგენების დონე სისხლში, პ — პროგესტერონის დონე სისხლში.

ეპითელური ჩაღრმავებების ზრდის პერიოდი, რომელიც აგრეთვე 7—8 დღეს გრძელდება, 3. საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ეპითელური ჩაღრმავებები გამოყოფენ ლორწოთი და გლიკოგენით მდიდარ სეკრეტს. მას ეწოდება სეკრეტო-

რული პერიოდი, შეესაბამება გრადუსის ბუშტუკების მომწიფებისა და გასკდომის ხანგრძლივობას და მენსტრუაციის დამთავრებიდან 14—16 დღის შემდეგ იწყება. 4. საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ჩამოფტკეპნი პერიოდი იწყება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა კვერცხუჯრედი არ ნაყოფიერდება. ამ პერიოდში საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსი სცილდება და სისხლთან ერთად გარეთ გამოიყოფა. მენსტრუაციის დროს სისხლი საშვილოსნოს ლორწოვან გარსთან შეხების გამო არ დედდება. მენსტრუალური სისხლი იღვრება მხოლოდ საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსიდან. მენსტრუაციის დროს გამოიყოფა 50—100 მლ სისხლი, მაგრამ ნორმალურ შემთხვევებში ამ რაოდენობამ შეიძლება 150—250 მლ-მდე მიაღწიოს. მენსტრუაცია დამოკიდებულია საკვერცხის შინაგან სეკრეციასზე. ოვულაციის გარეშე მენსტრუაცია არ იწყება. მენსტრუაცია სპობს საშვილოსნოში განვითარებულ იმ ცვლილებებს, რომლებიც აუცილებელია ორჯულობის დაწყებისათვის.

მენსტრუაცია საშუალოდ 3—5 დღეს გრძელდება, იშვიათად 1—2 ან 6—8 დღეს.

პირველი მენსტრუაციის დაწყების ასაკი დამოკიდებულია ცხოვრებისა და შრომის პირობებზე (ქალაქელებთან შედარებით სოფლის გოგონებს უფრო გვიან ეწყებათ), კვებაზე (ხორცით კვებისას ადრე იწყება), კლიმატზე (სამხრეთში უფრო ადრე იწყება, ვიდრე ჩრდილოეთში, ეროვნებასა და ინდივიდუალურ თავისებურებებზე. მენსტრუაცია საშუალოდ 30 წლის მანძილზე გრძელდება. 45—50 წლის ასაკში იწყება კლიმაქსი, რომლის დროსაც მენსტრუაცია წყდება და ვითარდება საკვერცხეების, საშვილოსნოსა და საშოს მოხუცებულობითი ატროფია.

კლიმაქსი. კლიმაქსი ქალებში მენსტრუაციის სრული შეწყვეტით გამოიხატება, ხოლო მამაკაცებში სქესობრივი ფუნქციის შესუსტებით ან შეწყვეტით. ქალებში კლიმაქსი საშუალოდ 45—50 წლის ასაკში იწყება, მამაკაცებში 50—60 წლის ასაკში. რაც უფრო გვიან იწყება პირველი მენსტრუაცია, მით უფრო ადრე ვითარდება კლიმაქსი, ეს აიხსნება საკვერცხეების ფუნქციის უკმარისობით. კლიმაქსის დროს საკვერცხის ზომები და წონა მცირდება, მათში იზრდება შემაერთებელი ქსოვილი, წყდება ფოლიკულების მომწიფება და ყვითელი სხეულის წარმოქმნა, მცირდება საშვილოსნოს წონა, თხელდება მისი კედლები და ვიწროვდება საშო. ესტროგენებისა და პროგესტერონის წარმოქმნა მცირდება, ხოლო შემდეგში სრულიად წყდება. ესტროგენების წარმოქმნის შემცირება ჰიპოფიზის ფოლიკულომასტიმულირებელი და მალუტენინზირებელი ჰორმონების გაძლიერებულ გამოყოფას იწვევს, რის გამოც აღენოპიპო-

ფიზი დიდდება. კლიმაქსის დროს ჰიპოთალამუსისა და ვეგეტატიური ნერვული სისტემის სხვა ცენტრების დაზიანება ვეგეტატიური ფუნქციების მოშლილობას იწვევს (მაგალითად, ტაქიკარდია, ჰიპერტონია, კანის სისხლის ძარღვების გაფართოება, ენურეზი, ოფლიანობა და სხვა). კლიმაქსის დროს აღინიშნება აგრეთვე ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციების მოშლა: თავბრუსხვევა, გულყრები, მომატებული აგზნებადობა, უძილობა, მენსიერების შესუსტება, დაბნეულობა და სხვა. კლიმაქსის დროს მამაკაცებში სასქესო ჰორმონების პროდუქციის შემცირება იწვევს აგრეთვე ნერვული, სასქესო გულ-სისხლძარღვთა და სხვა სისტემების ფუნქციების მოშლას. ქალებში აღწერილი ცვლილებები უფრო მკვეთრად გამოხატული, ვიდრე მამაკაცებში. კლიმაქსის დროს ქალების 30—50 % -ში აღწერილია ფსიქიკური აშლილობანი.

კასტრაციის გავლენა ორგანიზმზე. კასტრაცია, ანუ სასქესო ჯირკვლების ამოკვეთა, ორგანიზმში სხვადასხვა სახის ცვლილებებს იწვევს, იმისდა მიხედვით, თუ რომელ ასაკშია ამოკვეთილი: ადრეულ ასაკში, სქესობრივი მომწიფების დაწყებამდე, თუ მოზრდილ ასაკში სქესობრივი მომწიფების შემდეგ. ადრეული კასტრაციის გამო სქესობრივი მომწიფება წყდება; სასქესო ასო, წინამდებარე ჯირკვალი, სათესლე ჯირკვლები, საშო, საშვილოსნო, საკვერცხეები ვერ აღწევენ განვითარებას. მეორადი სასქესო ნიშნები არ ვითარდება. კასტრატების ფსიქიკა ხასიათდება ნებისყოფის სისუსტითა და აპათიით. ადვილად იღლებიან, სქესობრივი ლტოლვა არ გააჩნიათ.

მოზრდილ მამაკაცებში კასტრაცია იწვევს ნივთიერებათა ცვლის დაქვეითებას, გასუქებას, წვერ-ულვაშის გაცვენას, ხმის გაწვრილებას, სქესობრივი ინსტიქტის მკვეთრ დაქვეითებას. მოზრდილ ქალებში კასტრაცია იწვევს საშვილოსნოს ატროფიას, მენსტრუაციის მოშლას, ძუძუს ჯირკვლების დაპატარავებას. ხმის გაბოხებას, სქესობრივი ლტოლვის შესუსტებას და ძალიან ხშირად ნერვულ აშლილობას.

იონიზაცია თრგუნავს სასქესო ჯირკვლების ფუნქციას, დიდი დოზები იწვევს უნაყოფობას.

სასქესო ჯირკვლების გადანერგვა. ერთი სქესის ცხოველიდან მეორე სქესის ცხოველში სასქესო ჯირკვლების გადანერგვა შეიძლება მხოლოდ რეციპიენტი ცხოველის (რეციპიენტი — ცხოველს, რომელსაც უნერგავენ) წინასწარი კასტრაციის შემდეგ, როცა ისინი უნაყოფო (ასექსუალურ) ტიპებად გარდაიქმნებიან. არაკასტრირებულ ცხოველებში მეორე სქესის ჯირკვლების გადანერგვის შემდეგ გადანერგილი სასქესო ჯირკვლები სწრაფად გადაგვარდებიან და შეიწოვებიან ორგანიზმის მიერ. სხვა სქესის ჯირკვლების გადანერ-

გვისა და შებრდის შემდეგ რეციპიენტი ცხოველის პირველადი სასქესო ნიშნები (შინაგანი და გარეგანი სასქესო ორგანოები) არ იცვლება, იცვლება მხოლოდ მეორადი სასქესო ნიშნები. მამალი ცხოველიდან დედა ცხოველში სასქესო ჭირკვლების გადანერგვა იწვევს დედალი ცხოველის „მასკულინიზაციას“ (გამამლებას), ხოლო დედალი ცხოველიდან მამალ ცხოველში სასქესო ჭირკვლების გადანერგვა — მამალი ცხოველის „ფემინიზაციას“ (გადედლებას).

სიცოცხლის მანძილზე ორგანიზმის შენებისა და ფუნქციების თანდათანობითი უკუშექცევადი მოხუცებულობითი (გერონტოლოგიური) ცვლილებები ხდება და ამიტომ კეშმარტი გაახალგაზრდაება შეუძლებელია.

„გაახალგაზრდაებისათვის“ მოწოდებულია ორი ჭირურგიული მეთოდი: 1. მამრობითი სქესის ცხოველებში თესლსადინრის გადასკვნა, 2. ახალგაზრდა ცხოველიდან ორივე სქესის ცხოველში სასქესო ჭირკვლების გადანერგვა.

„გაახალგაზრდაების“ ოპერაციის შემდეგ უჩრდის ციტოპლაზმა არ უბრუნდება პირვანდელ მდგომარეობას, არ იცვლება ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა, ხდება მხოლოდ დაქვეითებული ნივთიერებათა ცვლის გამოფხიზლება, გააქტივება რამდენიმე თვის ან წლის განმავლობაში.

ნოვოკაინის, სასქესო და სხვა პორმონებთან და ვიტამინებთან ერთად, ორგანიზმში შეყვანა იწვევს აგრეთვე ნერვული სისტემის გამოცოცხლებას.

სასქესო ჭირკვლების ფუნქციის მოშლისა ან მათი დაზიანების შემთხვევაში ახალგაზრდა მამაკაცებს ან ქალებს სასქესო ჭირკვლებს უნერგავენ. ბევრ შემთხვევაში სასქესო ჭირკვლების ფუნქცია ნორმას უბრუნდება. საკვერცხეების გადანერგვა პირველად 1895 წელს განახორციელეს. ასეთი ოპერაციის შემდეგ აღწერილია მენსტრუაციის აღდგენა და ნორმალური ბავშვის დაბადების შემთხვევები.

სქესობრივი მოშლილების პერიოდში ორგანიზმის ცვლილებები. სქესობრივი მოშლილების პერიოდი ეწოდება იმ ასაკს, როდესაც ცხოველის ორგანიზმს უკვე შთამომავლობის მოცემის უნარი აქვს. ამ პერიოდისათვის სასქესო ჭირკვლები იწყებენ პეციფიკური სასქესო პროდუქტების გამოყოფას, ვითარდება მეორადი სასქესო ნიშნები. მამაკაცებს ეზრდებათ თმები სახეზე და ბოქვენის მიდამოში, ეზრდებათ ხორხი წინა-უკანა მიმართულებით, უბოხდებათ ხმა, ეწყებათ სასქესო ჭირკვლების მოქმედება და სქესობრივი ლტოლვა. ქალებში იწყება მენსტრუაცია, სარძეო ჭირკვლების განვითარება. ბოქვენის

მიდამოში ეზრდებათ თმები. მენჯი ფართოვდება და ღებულობს ტიპურ ფორმას, ვლინდება სქესობრივი ლტოლვა.

სქესობრივი მომწიფების დაწყების ვადა დამოკიდებულია რასაზე, კლიმატზე, აღზრდასა და ზოგად ფიზიკურ განვითარებაზე. ქალებში სქესობრივი მომწიფება მამაკაცებთან შედარებით, ერთი წლით ადრე იწყება. მენსტრუაციის რეგულარული მიმდინარეობა ქალის სქესობრივი სიმწიფის ნიშანია. მამაკაცის სიმწიფის დასადგენად იკვლევენ თესლს. საკვერცხეებისა და თირკმელზედა ჯირკვლების ფუნქციის ცვლილებების დროს ორსულობა აღწერილია 6—8 წლის გოგონებში.

კანონიერი ქორწინების ასაკი სხვადასხვა ქვეყანაში სხვადასხვანაირია. ჩვენში საქორწინო ასაკი ორივე სქესისათვის 18 წელია.

ენდოკრინული ჯირკვლების ფუნქციის ნერვული და ჰუმორალური რეგულაცია

ენდოკრინული ჯირკვლების ურთიერთქმედებას ახორციელებს ნერვული სისტემა, რომლის საშუალებით ჰორმონები განაგებენ ორგანიზმის ფუნქციებს.

შინაგანი სეკრეციის თითქმის ყველა ჯირკვალში შედის ეფერენტული ნერვული ბოჭკოები და ყველა ჯირკვალში მდებარეობენ რეცეპტორები, ანუ აფერენტული ნერვული ბოჭკოების დაბოლოებანი. ამიტომ შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების სეკრეცია რეფლექსურად რეგულირდება.

ენდოკრინული ჯირკვლებიდან ვეგეტატიური ნერვული სისტემის აფერენტული ბოჭკოები რეფლექსურად სცვლიან ჩონჩხის კუნთების ფუნქციურ მდგომარეობას. სამაგიეროდ კუნთების მოქმედება პროპრიოცეპტორების აგზნებით სცვლის ენდოკრინული ჯირკვლების ფუნქციას: აძლიერებს ადრენალინის ჰიპერგლიკემიურ მოქმედებას და ასუსტებს ინსულინის ჰიპოგლიკემიურ გავლენას.

შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ნერვების გალიზიანება ან გადაკვეთა მნიშვნელოვნად სცვლის მათ ფუნქციას. ასე მაგალითად, შიგნეულობის ნერვების გადაკვეთა ამცირებს თირკმელზედა ჯირკვლების ტვინოვანი ნივთიერების მიერ ადრენალინის სეკრეციას. შიგნეულობის ნერვის პერიფერიული ბოლოს გალიზიანება ააგზნებს პანკრეასის შიდასეკრეციულ ფუნქციას, რის გამოც სისხლში შაქრის შემცველობა მცირდება.

დადგენილია, რომ ჰიპოფიზის ამოკვეთის შემდეგ ჰიპოთალამუსის უჯრედების ერთი ჯგუფი ატროფირდება. ფარისებრი და ფარისებრახლო ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ ნადგურდებიან ზურვის

ტვინის გვერდითი რქების უჯრედების ჯგუფი კისრის მე-5—8 სეგმენტის დონეზე, პანკრეასის ამოკვეთის შემდეგ წელის მე-2—4 სეგმენტის დონეზე, თირკმელზედა ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ — წელის 1—5 სეგმენტის დონეზე, სასქესო ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ წელის მე-3—5 და გავის 1—2 სეგმენტის დონეზე. ფარისებრი ჯირკვალი, თიმუსი და პანკრეასი ნერვულ იმპულსებს დებულობენ აგრეთვე მოგრძო ტვინის ბირთვებიდან.

ვეგეტატიური ნერვული სისტემა და შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლები შეხამებულად მოქმედებენ: შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ფუნქციები ვეგეტატიური ნერვული სისტემის მოქმედების ანალოგიურია; შინაგანი სეკრეციის ზოგიერთი ჯირკვალი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ვეგეტატიური ნერვული სისტემის პერიფერიული ორგანო; ჰორმონები მოქმედებენ ვეგეტატიური ნერვული სისტემის ფუნქციურ მდგომარეობაზე.

ნერვული სისტემა არეგულირებს ჰორმონების სისხლში გადასვლას და უზრუნველყოფს ორგანიზმის ყველა ორგანოს ურთიერთქმედებას. ორგანიზმის ფუნქციები ორგანიზმის ფიზიოლოგიური მექანიზმით ხორციელდება: ნერვული და ნერვულ-ჰუმორალური მექანიზმით. ამასთან, ორგანიზმის ფუნქციათა ერთიანობის განხორციელებაში და მისი გარე სამყაროსთან დაკავშირებაში წამყვანი როლი ნერვულ სისტემას მიეკუთვნება. ნერვული და ნერვულ-ჰუმორალური მექანიზმები ურთიერთკავშირშია და ყოველთვის ერთდროულად მოქმედებენ. ნერვული სისტემა არეგულირებს შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ფუნქციებს, თავის მხრივ შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ჰორმონები ნერვულ სისტემაზე მოქმედებენ.

ენდოკრინული სისტემის დამოკიდებულება ასაკსა და არსებობის პირობებზე. შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების მიერ ჰორმონების წარმოქმნა და სისხლში გამოყოფა ასაკის მიხედვით იცვლება. ჰიპოფიზის მიერ სომატოტროპული და გონადოტროპული ჰორმონების სეკრეცია გრძელდება მოზუცებულობის ასაკამდე, ხოლო თირეოტროპული ჰორმონის სეკრეცია თანდათანობით მცირდება, რაც ფარისებრი ჯირკვლის შიდასეკრეციულ ფუნქციას აქვეითებს. მოზუცებულობის ასაკში აღენოპიოფიზის შინაგანი სეკრეცია თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქოვანი ნივთიერების კონოვანი ზონის სეკრეციაზე აღრე ქვეითდება.

შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ფუნქციები ორგანიზმის არსებობის პირობებს შეესაბამება. ეს შესატყვისობა მყარდება პირობითი და უპირობო რეფლექსების ერთიანობით. რეფლექსური გზით ხორციელდება შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების მოქმედების ურთულესი და უზუსტესი შეგუება გარე სამყაროს პირობებთან და

ორგანიზმის შიდა სამყაროს ცვლილებებთან. ასეთი მოქმედება განაპირობებს ორგანიზმის სიცოცხლესა და განვითარებას.

გარე სამყაროს გარკვეულ ზემოქმედებაზე ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმი პასუხობს განსაკვირებელი შეგუებითი რეაქციებით, რომლებიც ვითარდებიან მრავალრიცხოვანი დაცვითი ფიზიოლოგიური პროცესების საფუძველზე. ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმის მოქმედების ერთიანობის საუკეთესო გამოხატულებაა ემოციები (შიში, მრისხანება, ტკივილი და სხვა), რომლებიც თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების მონაწილეობით ხორციელდება.

ემოციური აგზნება ადრენალინის გავლენით იწვევს ღვიძლისა და კუნთების გლიკოგენის მარაგიდან შაქრის დონის მომატებას სისხლში. ადრენალინის სეკრეციის ასეთი მომატება შემჩნეულია ტკივილის დროსაც. თირკმელზედა ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ ცხოველი როგორც არ უნდა გავაბრაზოთ, შაქარი მაინც არ მატულობს სისხლში. ძლიერი ტკივილის გამომწვევი გაღიზიანება იწვევს ჰიპოფიზის გონადოტროპული ჰორმონების გამოყოფას. სქესობრივი აქტის დროს რეფლექსური აგზნება ცხოველებში აძლიერებს გონადოტროპული ჰორმონების სეკრეციას.

ადამიანებში სქესობრივი უძლურობა შეიძლება ფსიქიკური მიზეზებით იყოს გამოწვეული. შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ზოგიერთი ფუნქციის მოშლილობის მკურნალობისათვის წარმატებით იყენებენ ფსიქოთერაპიას (შთაგონებას).

ყველა ფსიქიკური ემოციური გამოვლინება დაკავშირებულია შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების მოქმედების ცვლილებასთან, რომელსაც იწვევს თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროები ვეგეტატიური ნერვების საშუალებით.

შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ამოკვეთა სცვლის თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების გავლენას ნივთიერებათა ცვლაზე.

ძალის ორგანიზმში სხვადასხვა ჰორმონების ან მედიატორების შეყვანაზე პირობითი რეფლექსების გამომუშავება ასაბუთებს თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის გავლენას შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლებზე.

შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების გავლენა უმაღლეს ნერვულ მოქმედებაზე. ჰორმონები მნიშვნელოვნად სცვლიან უმაღლეს ნერვულ მოქმედებას. ამის მკაფიო მაგალითებია: ცენტრალური ნერვული სისტემის აგზნებადობის მომატება ფარისებრი ჯირკვლის ჰიპერფუნქციის დროს, გონებრივი განვითარების ჩამორჩენილობა ნერვული სისტემის აგზნებადობის დაქვეითებით ფარისებრი ჯირკვლის ჰიპოფუნქციის ან ამოკვეთის შემდეგ, მამოძრავებელი ნერვული ცენტრების აგზნებადობის მკვეთრი მომატება ფარისებრახლო

ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ. ცხოველის ქცევის ცვლილება სქესობრივი მომწიფების დაწყებისას ან კასტრაციის შემდეგ.

ფარისებრი ჯირკვლის ამოკვეთის შემდეგ ძაღლებში პირობითი რეფლექსების გამომუშავება ძნელდება. იმავე ძაღლებში ფარისებრი ჯირკვლის პორმონის შეყვანის შემდეგ უმაღლესი ნერვული მოქმედება ნორმას უბრუნდება.

ფარისებრახლო ჯირკვლების ამოკვეთის შემდეგ ძაღლებში ქრება პირობითი რეფლექსები.

სქესობრივი აგზნება ცხოველებში უმაღლესი ნერვული მოქმედების შეკავებას იწვევს. მაკე ძაღლებში აღინიშნება ყველა პირობითი რეფლექსის შეკავება.

ძაღლებში კასტრაცია იწვევს აგზნებისა და შეკავების პროცესების შესუსტებას. კასტრატებში ახალი პირობითი რეფლექსების გამომუშავება ძნელდება.

ადრენალინი მცირე დოზებით აძლიერებს პირობით რეფლექსებს, ხოლო დიდი დოზებით ამცირებს. პიტუიტრინი ვერ სცვლის უპირობო რეფლექსებს, ხოლო პირობით რეფლექსებს ამცირებს.

ამრიგად, სხვადასხვა პორმონი სხვადასხვა გავლენას ახდენს უმაღლეს ნერვულ მოქმედებაზე. პორმონების მოქმედება დამოკიდებულია დოზებზე, ასაკზე, ნერვული სისტემის ტიპზე და ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე.

ორგანიზმის ფუნქციების რეგულაციის სხვა ჰუმორალური ფაქტორები

ორგანიზმის შიდა გარემოში მოხვედრილი მედიატორები და მეტაბოლიტები მოქმედებენ ნერვულ სისტემაზე და ნერვულ-ჰუმორალური გზით იწვევენ ფუნქციების მრავალნაირ ცვლილებებს.

მედიატორები წარმოიქმნებიან ნერვულ სისტემაში, ნეირონთა-შუა სინაპსებში და ორგანოების ნერვულ დაბოლოებებში. მათი საშუალებით გადაეცემიან ნერვული იმპულსები. მედიატორის როლს ასრულებს აცეტილქოლინი, ადრენალინი, ნორადრენალინი, სეროტონინი და სხვ.

აცეტილქოლინი (ნეიროპორმონი) წარმოიქმნება ლეციტინისაგან ფერმენტ ქოლინაცეტილაზას დახმარებით. მისი სინთეზისათვის აუცილებელია ამინომჟავა-მეთიონინი.

თირკმელზედა ჯირკვლების პორმონები — ადრენალინი და ნორადრენალინი — ერთდროულად წარმოადგენენ მედი-

ტორებსაც და ნეიროპორმონებსაც. ისინი წარმოიქმნებიან ამინო-
მჟავა თიროზინისაგან.

სიმპათიკომიმეტურ ნივთიერებებს მიეკუთვნება ნეიროპორმო-
ნი სეროტონინი, რომელსაც სიმპათიკური ნერვების მსგავსი
მოქმედება აქვს. იგი წარმოიქმნება თავის ტვინში ამინომჟავა ტრიფ-
ტოფანისაგან თავის ტვინის ნეირონთაშუა სინაპსებში და მედიატო-
რის როლს ასრულებს. სეროტონინს ზოგიერთი ფუნქციის შესრუ-
ლებაში აცეტილქოლინის მსგავსი მოქმედება აქვს. სეროტონინი
აძლიერებს ადრენალინისა და ნორადრენალინის წარმოქმნას.

სიმპათიკომიმეტურ ნივთიერებებს მიეკუთვნება აგრეთვე ად-
რენალინისაგან ქიმიური ბუნებით განსხვავებული, ნუკლეოპროტი-
დების პილროლიზის გზით მიღებული ნივთიერება — ს ი მ პ ა თ ო -
მ ი მ ე ტ ი ნ ი. სიმპათომიმეტინი აძლიერებს კუჭის მშიერ პერიო-
დულ შეკუმშვებს, ფერმენტების პერიოდულ სეკრეციას და ფიზიო-
ლოგიურ შიმშილთან დაკავშირებულ მოვლენებს.

ოპტიმალური დოზებით სიმპათომიმეტინი აძლიერებს გულასა
და სისხლძარღვების მოქმედებას, საკმლის მომწვლელი ჭირკლე-
ბის სეკრეციასა და ფერმენტების წარმოქმნას, ახშირებს და აღრმა-
ვებს სუნთქვას, ააქტივებს შინაგანი სეკრეციის ჭირკლების მოქმე-
დებას, ადიდებს ნერვული ცენტრების, ნერვებისა და კუნთების ფი-
ზიოლოგიურ ლაბილობას, რის გამოც მცირდება კუნთების დაღლა,
ძლიერდება ცენტრალური და ვეგეტატიური ნერვულ სიატემის
რეფლექსური მოქმედება.

სიმპათომიმეტინი ხსნის ნერვ-კუნთის პრეპარატის პარაბიოზულ
მდგომარეობასა და მთელი ორგანიზმის მოწამვლის მოვლენებს.

სიმპათიკომიმეტური ნივთიერებანი აძლიერებენ ცილების,
ცხიმებისა და ნახშირწყლების დაშლისა და სინთეზის პროცესებს.
ისინი ააქტიურებენ ქსოვილებში ენგვა-ალდგენის რეაქციებს.
მსვლელობას. მათი გავლენით ხდება ადენოზინტრიფოსფატის ფოს-
ფორილება. ენერგიით მდიდარი ადენოზინტრიფოსფორის მჟავა გა-
მოიყენება ყველა ფიზიოლოგიური პროცესის მიმდინარეობისათვის.

B ჯგუფის ზოგიერთი ვიტამინი — თ ი ა მ ი ნ ი და რ ი ბ ო -
ფ ლ ა ვ ი ნ ი წარმოქმნიან ქსოვილური სუნთქვისათვის აუცილებელ
კ ო ფ ე რ მ ე ნ ტ ე ბ ს. ისინი მონაწილეობენ აგრეთვე ფოსფორილი-
რების პროცესში. B ჯგუფის დასახელებულ ვიტამინებსა და კოფერ-
მენტებს ორგანიზმში სიმპათიკური ნერვული სისტემის მსგავსი მო-
ქმედება აქვთ.

გ ა მ ა - ა მ ი ნ ო ე რ ბ ო მ ე მ ჟ ა ვ ა და P . ნ ი ვ ტ ი ე რ ე ბ ა შეკა-
ვების მედიატორებია. ფსიქიურად დაავადებულების შარლში აღმო-
ჩენილია გამა-ამინოერბომჟავას მომატებული რაოდენობა.

მეტაბოლიტებიდან პისტამინი ნეიროჰორმონის მსგავსად მოქმედებს. ის მონაწილეობს ნერვული იმპულსების გადაცემაში, არეგულირებს სისხლის მიმოქცევასა და კუჭის წვენში მარილმჟავას პროდუქციას. იგი ამინომჟავა პისტიდინიდან წარმოიქმნება. B₁ და B₆ ვიტამინები პისტამინის მოქმედებას აძლიერებენ.

ნივთიერებათა ცვლისა და ორგანიზმის სხვა ფუნქციების მარეგულირებელი ჰორმონები წარმოიქმნებიან აგრეთვე თავის ტვინში, განსაკუთრებით ჰიპოთალამუსის მიდამოში, საკმლის მომწებებელ არხში, სისხლში, თირკმლებში და სხვა ორგანოებში.

ჰიპოთალამუსის ნეიროგლიის უჯრედებში წარმოიქმნებიან ჰიპოფიზის ჰორმონები (ნეიროსეკრეცია).

სანერწყვე ჩირკვლები გამოყოფენ პაროტინს, რომელიც სისხლში კალციუმის შემცველობას აქვეითებს, აგრეთვე ინსულინის მაგვარ ნივთიერებას, რომელიც სისხლში შაქრის შემცველობას ამცირებს. პილორუსის ლორწოვანი გარსი გამოყოფს გასტრინს, რომელიც კუჭის წვენის სეკრეციას ააგზნებს და პისტამინს, რომელიც კუჭის წვენის მჟავებზე მოქმედებს. აქვე გამოიყოფა კუჭის წვენის შემაკავებელი ჰორმონი გასტროგასტრონი. თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვანი გარსი გამოყოფს ჰორმონ სეკრეტინს, რომელიც კუჭისა და პანკრეასის სეკრეციას ააგზნებს, და კუჭის წვენის სეკრეციის შემაკავებელ ჰორმონს — ენტეროგასტრონს. შარდის ჰორმონი უროგასტრონი აკავებს კუჭის მოტორიკასა და სეკრეციას. თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვან გარსში წარმოიქმნება ჰორმონი პანკრეოზიმინი, რომელიც არეგულირებს პანკრეასის წვენის ფერმენტების წარმოქმნას, ჰორმონი ქოლეცისტოკინინი, რომელიც შარდის ჰორმონის უროქოლეცისტოკინინის მსგავსად მოქმედებს და იწვევს ნაღვლის ბუშტიდან ნაღვლის გამოყოფას.

ნაღვლის ბუშტის ლორწოვანი გარსი გამოყოფს ჰორმონ ანტიუროქოლეცისტოკინინს, რომელიც პირიქით, აკავებს ნაღვლის ბუშტის შეკუმშვებს. თორმეტგოჯა ნაწლავის ლორწოვან გარსში წარმოიქმნება დუოკრინინი, რომელიც არეგულირებს ბრუნერის ჩირკვლების სეკრეციას. წვრილი და მსხვილი ნაწლავების ლორწოვანი გარსი გამოყოფს ჰორმონ ენტეროკრინინს, რომელიც ააგზნებს ნაწლავის წვენის სეკრეციას, ხოლო წვრილი ნაწლავების ლორწოვან გარსში წარმოქმნილი ჰორმონი ვილიკინინი ხელს უწყობს ხაობის შეკუმშვებს და აძლიერებს შეწოვით პროცესებს. ღვიძლსა და ფილტვებში წარმოქმნილი ჰორმონი ჰეპარინი ხელს უშლის სისხლის შედედებას.

ღვიძლის მიერ გამოყოფილი ჰიპერტენზინოგენიდან წარმოი-

ქმნება ჰორმონი ჰიპერტენზიის, რომელიც არეგულირებს გულ-სისხლძარღვთა ფუნქციებს, სისხლის წნევას სწევს მაღლა. თირკმლების სისხლნაკლებობის დროს წარმოიქმნება პროტეოლიტიური ფერმენტი რენინი, რომელიც სისხლში გადადის და უაქტივო ჰორმონ ჰიპერტენზინოგენს აქტიურ ჰორმონ ჰიპერტენზინად გადააქცევს.

საჭმლის მომნელებელ არხში და თრომბოციტებში წარმოიქმნება ჰორმონი სეროტონინი, რომელიც ავიწროებს სისხლის ძარღვებს და სისხლის წნევას მაღლა სწევს.

პანკრეასის ჰორმონები კალიკრეინი და ვაგოტონინი (ბრადიკინინი) კი აქვეითებს სისხლის წნევას.

აღწერილიდან ჩანს, რომ ჰორმონებისა და მედიატორების წარმოქმნისათვის აუცილებელია ამინომჟავები, ვიტამინები და ფერმენტები.

ამრიგად, მედიატორები, ზოგიერთი მეტაბოლიტი და ენდოკრინული ჯირკვლების გარეშე წარმოქმნილი ჰორმონები შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ჰორმონების მსგავსად არეგულირებენ ორგანიზმის ნივთიერებათა ცვლას, ზრდასა და განვითარებას.

ენდოკრინული ჯირკვლების ფუნქციონირების ასაკობრივი თავისებურებანი

ენდოკრინული ჯირკვლები დიდ გავლენას ახდენს მზარდ ორგანიზმზე დაწყებული ემბრიონალური განვითარების პირველ დღეებიდანვე და დამთავრებული სქესობრივი მომწიფების პერიოდამდე.

აღსანიშნავია, რომ უკვე ემბრიონალური განვითარების პროცესში ფუნქციონირებს ზოგიერთი ენდოკრინული ჯირკვალი, რომლებიც გარკვეულ გავლენას ახდენენ ნაყოფის განვითარებაზე.

დაბადების შემდგომ, ენდოკრინული ჯირკვლების მოქმედების დრო ორგანიზმზე სხვადასხვაა: მაგალითად, 1-დან 6—7 წლამდე განსაკუთრებით დიდ გავლენას ახდენს ორგანიზმზე ფარისებრი, ეპიფიზისა და მკერდუკანა ჯირკვლის ჰორმონები.

ამ პერიოდის შემდეგ, 7-დან 15—16 წლამდე მკვეთრად ძლიერდება ჰიპოფიზის წინა წილის ჰორმონების მოქმედება, რომლებიც განაპირობებენ ორგანიზმის სიმალლეში ზრდას, სქესობრივ მომწიფებამდე.

სქესობრივი მომწიფების პერიოდში სასქესო ჯირკვლები იწყებენ მოქმედებას. ორგანიზმში ადგილი აქვს რთულ ნერვულ-ჰუმორალურ ძვრებს. მცირდება ჰიპოფიზის შემაკავებელი გავლენა ჰიპოთალამუსზე. ძლიერდება ჰიპოფიზის გონადოტროპული ჰორმონების

სეკრეცია, თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქოვანი ნივთიერება იწყებს ანდროგენების გამომუშავებას, რომლებიც აპრობებენ მეორადი სასქესო ნიშნების განვითარებას. რაც შეეხება მკერდუკანა ჯირკვალს, იგი ამ პერიოდისათვის უკუგანვითარებას განიცდის.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ენდოკრინულ ჯირკვლების ფუნქციონირებას ორგანიზმის ზრდისა და განვითარების პერიოდში, ამიტომ მათი ფუნქციის მოშლის დროს ორგანიზმში სხვადასხვა მძიმე ცვლილებები ვითარდება.

თ ა ვ ი მ ე შ ვ ი ლ ე

გ ა მ ო ყ ო შ ა

ცვლის საბოლოო პროდუქტების გამომყოფის გზები

გამოყოფის პროცესების უშუალო შედეგია ორგანიზმის შინაგანი გარემოს შედგენილობისა და ზვისებების მუდმივობის შენარჩუნება. მათი საშუალებით ორგანიზმიდან გამოიყოფა დაშლის პროდუქტები, რომლებსაც ორგანიზმი შემდგომში აღარ იყენებს.

ნივთიერებათა ცვლის პროცესში წარმოქმნილი ცხოველმყოფელობის საბოლოო პროდუქტები განუწყვეტლივ გადადის ორგანიზმის შინაგან გარემოში — სისხლში, ლიმფაში და ქსოვილურ სითხეში. მათგან ორგანიზმი თავისუფლდება გამოყოფის, ანუ ექსკრეციის, გზით. ექსკრეციული პროცესები განუწყვეტლივ მიმდინარეობს თირკმლებში, საოფლე ჯირკვლებში, ფილტვებსა და ნაწლავებში. ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტები გამოიყოფა გაზის, სითხისა და წყალში გახსნილი მყარი ნივთიერებების სახით.

ნივთიერებათა ცვლის პროცესში წარმოქმნილი მრავალფეროვანი და მრავალრიცხოვანი ექსკრეტები გამოიყოფიან ორგანოებთან მიიტანება სისხლის საშუალებით. მარილების დიდი ნაწილი და წყალი ორგანიზმიდან უცვლელად გამოიყოფა.

ზოგიერთი ნივთიერება ორგანიზმიდან გამოიყოფა მხოლოდ მაშინ, როცა მათი რაოდენობა სისხლში აღემატება ნორმალურ დონეს. სხვა ნივთიერებანი, მაგალითად სულფატები, თითქმის მთლიანად გამოიყოფა ორგანიზმის მიერ.

სადეფეკაციო მასებთან ერთად ნაწლავებიდან გამოიყოფა არა მარტო საკვლის მოუნელებელი ნარჩენები, არამედ საკვლის მომწელებელ არხში სისხლიდან გამოყოფილი ექსკრეტებიც. ადამიანისა და ცხოველის ნაწლავებში განავალი წარმოიქმნება ხანგრძლივი შიმ-

შილის დროსაც. ეს ფაქტი თავისთავად ადასტურებს გამოყოფის პროცესში საკმლის მომწელებელი ორგანოების მონაწილეობას.

საკმლის მომწელებელი ორგანოები გამოყოფენ აგრეთვე ორგანიზმში შეყვანილ საღებავებსა და სამკურნალო ნივთიერებებს.

კანის ქონისა და სარძევე ჯირკვლების მიერ გამოყოფილი ნივთიერებები — კანის ქონი და რძე — არ წარმოადგენენ ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტებს. რძის ფიზიოლოგიური დანიშნულებაა ახალშობილის კვება, ხოლო კანის ქონისა, კანის გაშრობისაგან დაცვა.

გამოყოფი სისტემის ევოლუცია

ერთჯერდიანებში გამოყოფა კონტრაქტილური ეაკულის შეკუმშვით წარმოებს.

უდაბლეს მრავალჯერდიანებს განტოტვილი მილაკების სისტემა გააჩნია, რომლის ერთი ბოლო დახშულია, ხოლო მეორე — თავისუფალი არხებს ერთვის. არხები კი — თავის მხრივ გარემოს უკავშირდება.

მწერებში თირკმლების როლს მალპიგის სისხლძარღვები ასრულებს, რომლებიც საკმლის მომწელებელ არხში იჭრებიან.

უდაბლეს ხერხემლიანებს პირველადი თირკმელი აქვთ. იგი შედგება კლაკნის მილაკებისაგან, რომლებიც ერთიანდებიან და სხეულის ღრუში იხსნებიან. თირკმელში აღინიშნება სისხლძარღვოვანი გორგლები.

თევზებში პალპიგის სისხლძარღვოვანი გორგლები უკვე კარგადაა გამოხატული. ფრინველის თირკმლებში გორგლების კაპილარული ქსელი, ძუძუმწოვრებთან შედარებით სუსტადაა განვითარებული. ფრინველებში შარდი უმთავრესად მილაკებში გამოიყოფა და კლოაკაში ჩაედინება. კლოაკაში წყალი ნაწილობრივ შეიწოვება.

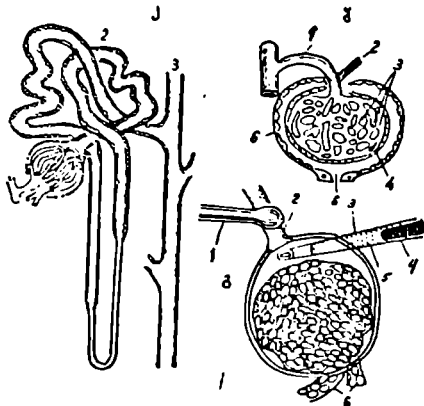
ძუძუმწოვრებში სისხლძარღვოვანი გორგლების განვითარება სრულყოფას აღწევს, თირკმლის მილაკებში წარმოებს უკუმწოვრის პროცესები, სადაც დიდი რაოდენობით შეიწოვება წყალი და სხვა ნივთიერებანი.

თირკმლისა და ნაფროსის შენება

უმალესი ხერხემლიანი ცხოველების შარდის გამომყოფი სისტემა შედგება ორი თირკმლისა და მათგან გამომავალი შარდსაწვეთებისაგან. შარდსაწვეთებით შარდი განუწყვეტლივ გადადის შარდის ბუშტში. შარდის ბუშტში შარდი გროვდება და შემდეგ პერიოდულად გამოიყოფა გარეთ შარდსადინარის საშუალებით.

თირკმელი შედგება გარეთა ქერქოვანი და შიგნითა ტვინოვანი ნივთიერებისაგან. თირკმლის ქერქოვან ნივთიერებას ქმნის ბაუმანის კაპსულები და საშარდე კლანკილი მილაკები, ტვინოვანი ნივთიერების მთავარ მასას ქმნის სწორი მილაკები.

ბაუმანის კაპსულების დიდი ნაწილი (დაახლოებით 2/3) განლაგებულია თირკმლის ქერქოვან ნივთიერებაში, მცირე ნაწილი (დაახლოებით 1/3) — ქერქოვან და ტვინოვან ნივთიერებათა შორის ზონაში.



სურ. 36. ნეფრონისა და მისი სისხლძარღვების აღნაგობის სქემა (ა და ბ) და მიკრობიოტის საშუალებით კაპსულიდან პირველადი შარდის სინჯის აღება (გ).

ა: 1 — მალპიგის კაპილარული გორგალი, რომელსაც ირგვლივ ეკვრის ბაუმანის კაპსულა.

2 — კლანკილი მილაკი; 3 — შემკრები მილაკი.

ბ: 1 — მომტანი სისხლის ძარღვი; 2 — გამტანი სისხლის ძარღვი. 3 — გორგლის კაპილარული ქსელი.

4 — კაპსულის ღრუ; 5 — კლანკილი მილაკის დასაწყისი; 6 — კაპსულის გარეთა გარსი.

გ: 1 — მინის ჩხირი; 2 — მილაკი; 3 — ჰიპოტეტი; 4 — ვერცხლისწყალი; 5 — გორგლის სითხე; 6 — არტერიოლები.

ბაუმანის კაპსულას ორკედლიანი ფინჯანის ფორმა აქვს. მის შიგნით მოთავსებულია კაპილარების გორგალი (მალპიგის გორგალი), რომელიც შედგება 25—50 კაპილარული მარყუჟისაგან. კაპსულის კედლებს შორის მოთავსებულია ღრუ, საიდანაც იწყება საშარდე მილაკის სანათური. კაპილარული მარყუჟები ჰიალინური ფირფიტებით დამაგრებულია შემაერთებელი უჯრედებისაგან შექმნილ სტრომაზე (ჩონჩხზე).

აღამიანის თირკმლებში ორ მილიონზე მეტი ნეფრონია. ყოველი ნეფრონი წარმოადგენს განსაკუთრებულ ფუნქციონალურ სტრუქტურულ ერთეულს (სურ. 36), რომელიც შეიცავს მალპიგის სხეულაკსა და საშარდე მილაკებს.

მალპიგის სხეულაკი შედგება შუმლიანსკ-ბაუმანის კაპსულისაგან, რომლის შიგნით მოთავსებულია მალპიგის კაპილარული გორგალი.

შუმლიანსკ-ბაუმანის კაპსულა წარმოიქმნება საშარდე მილაკის ბრმა გაგანიერებული ბოლოს ჩაზნექვით, ამიტომ მას ორმაგი

კედელი აქვს. კაპსულის შიგნითა კედელი მქიდროდ ეკვრის გორგლის კაპილარების კედლებს და ქმნის ბაზალურ საფილტრავ მემბრანას. კაპსულის შიგნითა და გარეთა კედლებს შორის მოთავსებულია ნაპრალისებრი ღრუ, რომელშიც გორგლის კაპილარებიდან ბაზალურ მემბრანაში გაფილტრული პლაზმა გადადის.

გორგალი შედგება მიმტანი არტერიოლასა, არტერიული კაპილარების რთული ქსელისა და გამომტანი არტერიოლასაგან. გამომტანი არტერიოლას დიამეტრი მომტანი არტერიოლას დიამეტრთან შედარებით მცირეა. ეს ხელს უწყობს გორგლების კაპილარებში სისხლის მაღალი წნევის შენარჩუნებას.

საშარდე მილაკები იწყება კაპსულის ნაპრალისებრი ღრუდან, რომელიც უშუალოდ გადადის პროქსიმალურ — პირველი რიგის კლაკნილ მილაკში. ქერქოვან და ტეინოვან შრეებს შორის საზღვარზე პროქსიმალური კლაკნილი მილაკი ვიწროვდება და სწორდება. თირკმლის ტეინოვან შრეში იგი წარმოქმნის ჰენლეს მარყუეს და ბრუნდება უკან თირკმლის ქერქოვან შრეში. აქ იგი გადადის დისტალურ—მეორე რიგის კლაკნილ მილაკში. ეს უკანასკნელი ჩადის შემკრებ მილაკში. შემკრები მილაკები თირკმლის ტეინოვანი შრის გზით აღწევს დვრილების მწვერვალებს და მცირე ფიალებში იხსნება.

ბაუმანის კაპსულიდან შემკრები მილაკების დასაწყისამდე ნეფრონის მილაკების საერთო სიგრძე 35—50 მმ-ს აღწევს, ხოლო თირკმლების ყველა მილაკის საერთო სიგრძე — 70—100 მეტრს. ნეფრონებში შარდის წარმოქმნის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია სისხლის ძარღვების შენების თავისებურება. თირკმლის არტერია იტოტება და წარმოქმნის წვრილ მომტან არტერიოლებს, რომლებიც შედიან მალპიგის სხეულაკის შემადგენლობაში. აქ მომტანი არტერიოლები ქმნის კაპილარულ ქსელს — კაპილარულ გორგალს. კაპილარები ერთდება და წარმოქმნის გამომტან არტერიოლას, რომლის დიამეტრი მომტანი არტერიოლის დიამეტრზე მცირეა. გორგლის კაპილარებში უანგბადი პრაქტიკულად არ იხარკება, რის გამოც მათგან გამოსული სისხლი კვლავ არტერიულია. შემლიანსკი — ბაუმანის კაპსულიდან გამომავალი არტერიოლა კვლავ იტოტება კაპილარებად, რომლებიც ირგვლივ ეკვრიან კლაკნილ მილაკებს, ჰენლეს მარყუესა და შემკრებ მილაკებს. კაპილარების მეორე ქსელიდან, თირკმლის ქსოვილის არტერიული სისხლით მომარაგების შემდეგ, სისხლი გადადის ვენულებში და აქედან ვენურ სისხლძარღვებში.

ქერქოვანი შრის მალპიგის გორგლებისაგან განსხვავებით ქერქტეინოვანი ზონის მალპიგის გორგლები უფრო დიდი მოცულობისაა, მათი მომტანი და გამომტანი არტერიოლებს სანათური ერთ-

ნაირია. აქ გამომტანი არტერიოლები არ იტოტება და საშარდე მილაკების ირგვლივ კაპილარულ ქსელს არ ქმნიან. ისინი გორგლებიდან ეშვებიან თირკმლის ტვინოვან შრეში, აღწევენ დვრილებს სწორი პარალელური არტერიების სახით და შემდეგ ბრუნდებიან თირკმლის ქერქოვან შრეში. ეს სწორი არტერიები არ გადადიან კაპილარებში, არამედ უშუალოდ უკავშირდებიან წვრილ ვენებს და უერთდებიან ვენურ რკალებს.

თირკმელში შესული სისხლის 80% გაივლის თირკმლის ქერქოვანი შრის კაპილარულ გორგლებს, ხოლო 20% ქერქ-მედულარული ზონის კაპილარულ გორგლებს. ქერქ-მედულარული ნეფრონები განირჩევიან აგრეთვე ზოგიერთი დეტალით. გორგალში არტერიოლის შესვლის ადგილას განლაგებულია სპეციალიზირებული უჯრედები, რომლებიც შინაგანი სეკრეციის ფუნქციას ასრულებენ. ისინი გამოიმუშავენ ჰორმონ რენინს, რომელიც მონაწილეობს სისხლის წნევისა და თირკმლის სისხლის მიმოქცევის რეგულაციაში.

თირკმლები სისხლით უხვად მარაგდებიან, მათი სისხლით მომარაგება 20-ჯერ აღემატება სხვა ორგანოების სისხლით მომარაგებას. ერთი წუთის განმავლობაში ადამიანის ყოველ თირკმელში თირკმლის არტერიას 750 მლ სისხლი შეაქვს. ეს მის წონას რამდენიმეჯერ აღემატება.

დღე-ღამეში ადამიანის თირკმლის სისხლის ძარღვებს გაივლის 1700 ლიტრი სისხლი. აქედან კაპილარულ გორგლებში იფილტრება 170 ლიტრი. რადგან ადამიანის ორგანიზმში დაახლოებით 5 ლიტრი სისხლია, ამიტომ დღე-ღამეში ადამიანის მთელი სისხლი თირკმლებს 300-ჯერ გაივლის.

ყანგბადის მოხმარების მაღალი პროცენტი თირკმლებში ფიზიოლოგიური პროცესების ინტენსიურ მიმდინარეობას ადასტურებს. ორივე თირკმლის წონა მთელი სხეულის წონის 0,5%-ია, მაგრამ ისინი ორგანიზმის ყანგბადის 9% იყენებენ.

ადამიანის ორივე თირკმელში მალპიგის გორგლების რაოდენობა 2—4 მილიონს შეადგენს, ხოლო საშარდე მილაკების ეპითელიუმის საერთო შიგნითა ზედაპირი 50 მ²-მდე აღწევს. თირკმლებში დიდი რაოდენობითაა რეცეპტორები. მათი გალიზიანების შედეგად წარმოქმნილი იმპულსები აფერენტული ბოჭკოებით აღწევენ ზურგის ტვინს. ამ ნერვულ ბოჭკოთა ნაწილი ვეგეტატიური ნერვული სისტემის ნერვებს გაივლის. ეფერენტული ბოჭკოები თირკმლებთან მიდიან სიმპათიკური და პარასიმპათიკური (ცთომილი ნერვის) ნერვების ტოტებით. თირკმლებში არის პარასიმპათიკური სისტემის ნერვული კვანძები.

თირკმლების მუშაობა გამოიხატება შარდის წარმოქმნაში, ანუ დიურეზში. დიურეზის პროცესში ხდება: 1. ორგანიზმიდან ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტების გამოყოფა, როცა მათი კონცენტრაცია სისხლში აღემატება განსაზღვრულ დონეს. 2. ორგანიზმისათვის უცხო ნივთიერებების გამოყოფა. 3. ორგანიზმში წყლის რაოდენობის რეგულაცია; 4. მარილების ნორმალური შედგენილობის, კერძოდ სუფრის მარილის ნორმალური კონცენტრაციის შენარჩუნება. 5. ოსმოსური წნევის მუდმივი დონის შენარჩუნება; 6. სისხლის, ლიმფისა და ქსოვილური სითხის რეაქციის მუდმივობის შენარჩუნება.

თირკმლებში, გარდა შარდის წარმოქმნისა, ხდება ცილებისა და ცხიმების ცვლის შუალედური პროდუქტების დაჟანგვა და სინთეზის გზით ცვლის შხამიანი შუალედური პროდუქტების გაუვნებელოება.

თირკმლის არტერიის შევიწროებისას ირღვევა თირკმლის სისხლით მომარაგება და მასში წარმოიქმნებიან პრესორული ნივთიერებანი, რომლებიც სისხლის საერთო წნევის ხანგრძლივ და მყარ მომატებას იწვევენ.

შარდის რაოდენობა, შედგენილობა და თვისებები

მოზრდილი მამაკაცის თირკმლები დღე-ღამეში გამოყოფენ 1000—1500 მლ შარდს, ქალები 900—1200 მლ-ს; ცხენები 2—5 ლიტრს, ძროხები 6—12 ლიტრს, ღორები 2—4 ლიტრს.

აღამიანის მიერ დღე-ღამეში გამოყოფილი შარდის რაოდენობა ფართო საზღვრებში მერყეობს. ძილის დროს, განსაკუთრებით, ღამის 2—4 საათს შორის, როდესაც ძილი ყველაზე მეტად ღრმაა, შარდის წარმოქმნა მკვეთრად მცირდება, დღის 2—4 საათს შორის კი — მკვეთრად მატულობს.

შარდის წარმოქმნის მერყეობა დამოკიდებულია საკვების შედგენილობასა და მიღებული წყლის რაოდენობაზე, სხეულის ქსოვილების მიერ წყლის შეთვისების პირობებზე, და აგრეთვე საოფლე ჯირკვლების მიერ წყლის გამოყოფაზე, გარემოს ტემპერატურაზე, კუნთურ მუშაობასა და სხვა პირობებზე. ხანგრძლივი მუშაობის შემდეგ შარდის წარმოქმნა, ანუ დიურეზი, მცირდება, ხოლო ხანმოკლე ინტენსიური კუნთური მუშაობის შემდეგ — მატულობს.

შარდის შედგენილობა და რეაქცია ასევე იცვლება დღე-ღამის განმავლობაში.

შარდი შეიცავს შუალედური და საბოლოო ცვლის ყველაზე მრავალფეროვან პროდუქტებს.

ადამიანის დღე-ღამის შარდი საშუალოდ შეიცავს შემდეგ ნივთიერებებს (გ-ში):

ორგანულ ნივთიერებებს	არაორგანულ ნივთიერებებს
შარდოვანა . . . 30,0	სუფრის მარილი . . . 15,6
შარდის მჟავა 0,7	გოგირდის მჟავა — 2,5
კრეატინინი 1,0	ფოსფორის მჟავა 2,5
ჰიპურის მჟავა — 0,7	კალიუმი — 3,3
სხვა ნივთიერებანი 2,6	

შარდის ყველა შემადგენელი ნაწილი გახსნილია შარდში, მაგრამ სხვადასხვა ნივთიერებისათვის ხსნადობის ხარისხი სხვადასხვაა და არ შეესაბამება ჩვეულებრივი წყლის ხსნარებს. შარდის შედგენილობაზე ყველაზე მეტ გავლენას ახდენს საკვების შედგენილობა და ორგანიზმის მდგომარეობა (შრომა და მოსვენება, ორგანიზმის მშვიდი და მაძლარი მდგომარეობა).

ადამიანის შარდის ხვედრითი წონა უდრის 1.010—1,025. შარდში მკვრივი ნივთიერებები 4%-მდეა. საჭმლისა და სითხის მიღების შემდეგ უხვად გამოყოფილ შარდს დაბალი ხვედრითი წონა აქვს.

შარდის ფერი (ბაც-ყვითელსა და მუქ-ყავისფერს შორის) დამოკიდებულია შარდის პიგმენტებზე და აგრეთვე საკვების შედგენილობაზე.

შარდის უხვად გამოყოფისას, მისი ფერი ბაცია. სხეულის მაღალი ტემპერატურის პირობებში, ორგანიზმის მიერ წყლის დიდი რაოდენობით დაკარგვის შემდეგ, შარდი მუქი ფერის ხდება.

ადამიანის შარდი მჟავე რეაქციისაა, შარდის რეაქცია დამოკიდებულია სისხლში მჟავებისა და ტუტეების რაოდენობაზე. შარდით ჰარბი ტუტეებისა და მჟავების გამოყოფა აღადგენს სისხლის ნორმალურ რეაქციას.

ფიზიკური დატვირთვის დროს შარდის რეაქცია მჟავეა, რაც დამოკიდებულია სისხლში დიდი რაოდენობით ფოსფორის, რძის მჟავისა და ნაწშირმჟავას გადასვლაზე.

კუჭში საჭმლის მონელების დროს შარდის რეაქცია ტუტეა, რადგან კუჭის მჟავე წვენის წარმოქმნა იწვევს სისხლის რეაქციის გადახრას ტუტეანობისაკენ. მცენარეული საკვებით კვებისას შარდს ნეიტრალური ან სუსტი ტუტე რეაქცია აქვს.

ჯანმრთელი ადამიანის შარდი ჩვეულებრივად ცილას არ შეიცავს. გაფილტრული ცილის უმნიშვნელო რაოდენობა უკან შეიწოვება საშარდე მილაკებში.

ძლიერი ფიზიკური შრომის შემდეგ დროებით მატულობს თირკმლის ფილტრის განვლადობა და მცირდება ცილის რეაბსორბცია

საშარდე მილაკებში. ამიტომ შარდში ჩნდება ცილა, რომელიც
ქრება დასვენების შემდეგ.

შარდში გვხვდება კიდევ არაცილოვანი ორგანული ნაერთები.

შარდში ჩნდება გლუკოზა საკვებთან ერთად მისი დიდი რაოდენობით მიღების შემდეგ, რასაც კვებითი გლუკოზური ეწოდება. ჰიპერგლიკემიის (სისხლში შაქრის რაოდენობის მომატება) ყველა შემთხვევაში შარდი დიდი რაოდენობით გამოყოფს შაქარს.

შარდის შედგენილობის შესწავლა იძლევა ძვირფას მონაცემებს ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების და მინერალური ცვლის დროს ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების შესახებ; ორგანიზმში შეყვანილი სამკურნალო და შხამიანი ნივთიერებების მოქმედების შესახებ.

შარდის გამოკვლევას განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს დაავადებების მკურნალობისა და დიაგნოსტიკისათვის. ასე, მაგალითად შარდში ცილისა და შაქრის არსებობა ნივთიერებათა ცვლის ან თირკმლების ფუნქციის დარღვევის მიზეზია.

ნივთიერებათა ნორმალური ცვლისა და დარღვევის შესწავლისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო შარდის ქიმიური შედგენილობის გამოკვლევას, არამედ მისი რეაქციის, ხვედრითი წონის, ფერისა და სხვა ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების დადგენას.

შარდის წარმოქმნის მექანიზმი

შარდის წარმოქმნა ფრიად რთული პროცესია. ფილტრაცია — რეაბსორბციის თანამედროვე თეორიის თანახმად შარდის წარმოქმნის პროცესში ვარჩევთ ორ ფაზას — ფილტრაციისა და რეაბსორბციის ფაზას.

ფილტრაცია. კაპილარულ გორგლებში სისხლის მაღალი წნევის გამო (ვერცხლისწყლის სვეტის 60—70 მმ) კაპილარების კედლების გზით შუმილიანკეი-ბაუმანის კაპსულის ღრუში იფილტრება სისხლის პლაზმა ყველა მასში გახსნილი კრისტალოიდებით (მარილები, გლუკოზა და სხვა). ამ ფილტრატს, რომელიც გადადის ბაუმანის კაპსულაში და შემდეგ საშარდე მილაკებში, პირველადი შარდი ეწოდება. მაგრამ მსხვილი კოლოიდური ნაწილაკები — ცილები, ისე როგორც სისხლის ფორმიანი ელემენტები, გორგლების კაპილარების კედლებით არ იფილტრება.

ადამიანის თირკმლებში დღე-ღამეში წარმოიქმნება 150—180 ლიტრი პირველადი შარდი. შარდის ასეთი ინტენსიური ფილტრაცია შესაძლებელია მხოლოდ თირკმლების სისხლით უხვად მომარაგების პირობებში და გორგლების კაპილარების საფილტრაციო ზე-

დაპირის განსაკუთრებული შენებისას. როგორც ცნობილია გორგლის კაპილარებში სისხლის წნევა მაღალია. წნევის დაქვეითებისას კერცხლისწყლის სვეტის 30—35 მმ-დე ფილტრაცია მთლიანად წყდება, ვინაიდან სისხლის წნევა ასეთ პირობებში უთანაბრდება სისხლის კოლოიდების ოსმოსურ წნევას. დღე-ღამეში თირკმლებს გაივლის 1700—1800 ლიტრი სისხლი და ყოველი 10 ლიტრი სისხლიდან წარმოიქმნება დაახლოებით 1 ლიტრი პირველადი შარდი.

რეაბსორბცია. პირველადი შარდი მთლიანად გადადის კლაკნილ მილაკებსა და ჰენლეს მარყუქეში, სადაც მიმდინარეობს უკუშეიწოვა—რეაბსორბცია. 150—180 ლიტრი პირველადი შარდიდან უკუშეიწოვება 148—178.5 ლიტრი წყალი. ამიტომ საბოლოო შარდის ანუ იმ შარდის რაოდენობა, რომელსაც საშარდე და შემკრები მილაკებიდან გადადის თირკმლის მეჩხში და შემდეგში შარდსაწვეთების გავლით შარდის ბუშტში, დაახლოებით დღე-ღამეში 1,5 ლიტრს უდრის.

უკუშეიწოვება აგრეთვე პირველადი შარდის ბევრი სხვა ორგანული და არაორგანული ნივთიერებანი. ზოგიერთი ნივთიერება უკან არ შეიწოვება და შარდთან ერთად ორგანიზმიდან მთლიანად გამოიყოფა.

ნივთიერებებს, რომლებიც პირველადი შარდიდან სისხლში უკან შეიწოვებიან, ზღურბლოვანი ნივთიერებები ეწოდება. მათ ეკუთვნის ზოგიერთი ორგანული (გლუკოზა და სხვა) და არაორგანული (Na, K, Ca-ის მარილები, ფოსფატები და სხვა) ნივთიერებანი. ორგანიზმიდან ზღურბლოვანი ნივთიერებები საბოლოო შარდთან ერთად გამოიყოფიან მხოლოდ სისხლში მათი მაღალი კონცენტრაციის პირობებში.

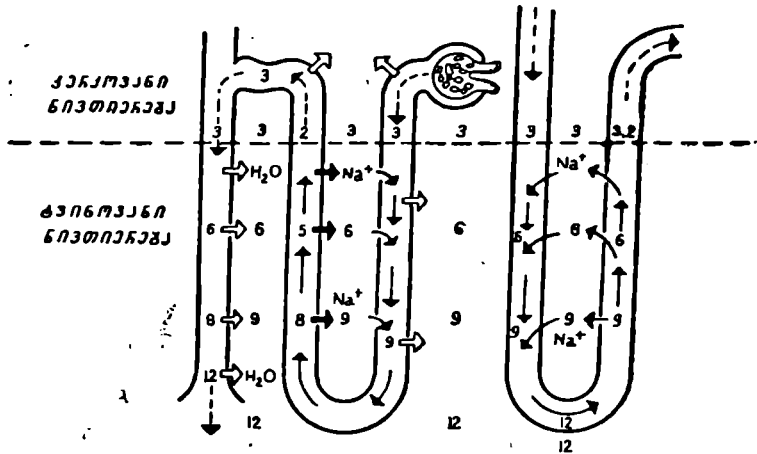
სისხლში ნივთიერების კონცენტრაციის სიდიდეს, რომლის დროსაც ეს ნივთიერება მთლიანად არ შეიწოვება უკან, არამედ საბოლოოდ შარდთან ერთად იწეებს ორგანიზმიდან გამოყოფას, გამოყოფის ზღურბლი ეწოდება. ამრიგად პირველადი შარდიდან ნივთიერებების უკუშეიწოვა გარკვეულ დამოკიდებულებაშია სისხლში მათ კონცენტრაციაზე. მაგალითად, თუ სისხლის პლაზმაში გლუკოზის კონცენტრაცია არ აღემატება 150—180 მგ%-ს, მაშინ იგი საშარდე მილაკებში მთლიანად უკან შეიწოვება. სისხლში გლუკოზის უფრო მაღალი კონცენტრაციის პირობებში მისი ნაწილი უკან არ შეიწოვება და გადადის საბოლოო შარდში. ამ მოვლენას გლუკოზური ა ეწოდება, ე. ი. შარდთან ერთად გლუკოზის გამოყოფა. გლუკოზურია შეიძლება განვითარდეს საკვებთან გლუკოზის დიდი რაოდენობით მიღების დროს, სხვადასხვა ემოციურ პირობებში და ფიზიკური შრომის შესრულების დროს. იგივე შეიმჩნევა სხვა ნივთიერებების მიმართ. მაგალითად, ორგანიზმში სუფრის

მარილის ნაკლებობის დროს იგი მთლიანად უკან შეიწოვება. თუ სისხლში ამ მარილის კონცენტრაცია მაღალია, მაშინ მისი ნაწილი საბოლოოდ შარდთან ერთად გამოიყოფა.

ნივთიერებებს, რომლებიც არ განიცდიან რეაბსორბციას და საბოლოო შარდთან ერთად მთლიანად გამოიყოფიან, უზღუდულ ნივთიერებები ეწოდება. მათ ეკუთვნის ცილის ცვლის საბოლოო პროდუქტები (შარდოვანა, კრეატინინი) სულფატები, ზოგიერთი სამკურნალო ნივთიერება და სხვ.

რეაბსორბცია ძალიან რთული პროცესია. იგი ხორციელდება კლაკნილი მილაკებისა და ჰენლეს მარყუჟის მემბრანაში ნივთიერებების აქტიური და პასიური გატარებით.

ჰენლეს მარყუჟის დაღმავალი და აღმავალი მუხლები ქმნიან ევრეთწოდებულ შემობრუნებითი — უკუდინების სისტემას. დაღმავალი და აღმავალი მუხლები მკიდროდ ეკვრიან ერთმანეთს და ფუნქციონირებენ როგორც ერთიანი მექანიზმი. ასეთი "შეუღლებული მუშაობის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ დაღმავალი მუხლის ღრუდან თირკმლის ქსოვილურ სითხეში უხვად გადადის წყალი, მაგრამ არ გადადის ნატრიუმის იონები (სურ. 37) ეს იწვევს მოცე-



შეგნობითი სისტემა ჰენლეს ასობრუნებითი უკუდინების მექანიზმის სქემა. წვეტილი ისრებით ნაჩვენებია სითხის მოძრაობის საერთო მიმართულება, შავი ისრებით Na-ის პასიური გადატანა, თეთრი ისრებით წყლის გადანაცვლება. ციფრებით — ოსმოსურად აქტიური ნივთიერებების შეღარებითი კონცენტრაცია.

სურ. 37. ნეფრონის შემობრუნებითი — უკუდინების მექანიზმის სქემა. წვეტილი ისრებით ნაჩვენებია სითხის მოძრაობის საერთო მიმართულება, შავი ისრებით Na-ის პასიური გადატანა, თეთრი ისრებით წყლის გადანაცვლება. ციფრებით — ოსმოსურად აქტიური ნივთიერებების შეღარებითი კონცენტრაცია.

მულ მუხლში შარდის „შესქელებას“, ე. ი. შარდის სხვადასხვა ნივთიერებების კონცენტრაციის მომატებას. აღმავალი მუხლიდან კი თირკმლის ქსოვილურ სითხეში აქტიურად გადადიან Na იონები, მაგრამ არ გადადის წყალი. ქსოვილურ სითხეში Na-ის იონების კონცენტრაციის მომატება ხელს უწყობს ამ სითხის ოსმოსური წნევის მომატებას, და მაშასადამე, დაღმავალი მუხლიდან წყლის „გაწოვის“ გაძლიერებას. ეს იწვევს ჰენლეს მარყუჟში შარდის კიდევ უფრო გასქელებას“. აქ, როგორც ყველა ცოცხალ სისტემაში, კვლავ თავს იჩენს თვითრეგულაციის ფენომენი.

დაღმავალი მუხლიდან ქსოვილურ სითხეში წყლის გადასვლა ხელს უწყობს აღმავალი მუხლიდან Na-ის იონების გადასვლას, ხოლო იონების გადასვლა, თავის მხრივ, აპირობადებს წყლის გადასვლას. შარდის „გასქელება“ გრძელდება შემკრებ მილაკებშიც.

საშარდე მილაკების უჭრედებს უნარი აქვთ აგრეთვე სეკრეციის გზით გამოყოფნა მრავალი ნივთიერება. პირველ რიგში ეს ეხება იმ ნივთიერებებს, რომლებიც ცუდად იფილტრებიან, ან სრულებით არ გადადიან პირველად შარდში (ზოგიერთი კოლოიდი, ორგანული მჟავები, ამინომჟავები და სხვა). შარდში გამოყოფილი ზოგი ნივთიერება თვით თირკმლებში სინთეზირდება (შარდოვანა, შარდის მჟავა, ურობილინი და სხვა).

ნეფრონის რთული სინთეზური მოქმედების, ფილტრაციულ-რეაბსორბციული და სეკრეციული მუშაობის შედეგად წარმოიქმნება საბოლოო შარდი. თავისი შედგენილობით იგი მნიშვნელოვნად განსხვავდება პირველადი შარდისაგან (ცხრილი 7).

ცხრილი 7

სისხლის პლაზმაში და პირველად შარდში სხვადასხვა ნივთიერებების შემცველობა

ნივთიერებები	ნივთიერების შემცველობა % -ში		ნივთიერებების შემცველობა სხვაობა შარდში და სისხლის პლაზმაში
	სისხლის პლაზმაში და პირველად შარდში	შარდსაწვეთების შარდში	
შარდოვანა	0,03	2,0	67-ჯერ მეტი
შარდის მჟავა	0,004	0,05	12-ჯერ მეტი
გლუკოზა	0,1—0,15	—	არ არის შარდში
კალციუმი	0,02	0,15	7-ჯერ მეტი
ნატრიუმი	0,32	0,35	დაახლოებით იგივე
ფოსფატები	0,009	0,15	16-ჯერ მეტი
სულფატები	0,002	0,18	90-ჯერ მეტი

შარდის წარმოქმნის რეგულაცია

თირკმლების მუშაობა რეგულირდება ნერვულ-ჰუმორალური მექანიზმით. რეგულაციის ძირითადი ჰუმორალური კომპონენტია ჰიპოფიზის უკანა ნაწილის ჰორმონი, რომელსაც ანტიდიურეზული ჰორმონი ეწოდება. ეს ჰორმონი აძლიერებს წყლის რეაბსორბციას და ამით ამცირებს შარდის წარმოქმნასა და გამოყოფას. სისხლში ამ ჰორმონის უკმარისობის დროს საშარდე მილაკებიდან წყლის უკუშეწოვა მცირდება და დიურეზი მნიშვნელოვნად დიდდება (20—25 ლიტრი შარდი დღე-ღამეში). თირკმელზედა ჯირკვლების ჰორმონი ადრენალინი ავიწროებს კაპილარული გორგლის გამომტან არტერიოლას და მასში იწვევს სისხლის წნევის მომატებას. ამის გამო ძლიერდება ფილტრაცია და შარდის წარმოქმნა. მაგრამ ადრენალინის მაღალი კონცენტრაციის პირობებში საწინააღმდეგო ეფექტს ვლდებულობთ. ამ დროს ვიწროვდება აგრეთვე მომატანი არტერია და გორგლის კაპილარებში წნევა ეცემა. ეს იწვევს ფილტრაციის და, მაშასადამე, პირველადი შარდს წარმოქმნის შემცირებას. ძლიერი ემოციების დროს სპორტსმენის სისხლში დიდი რაოდენობით გამოიყოფა ადრენალინი, რაც იწვევს შარდის წარმოქმნის შემცირებას. თირკმლების მოქმედებაზე გავლენას ახდენს კვების ზოგიერთი პროდუქტი და აგრეთვე სპეციალური შარდმდენი საშუალებანი.

ჰუმორალურ რეგულაციასთან შედარებით, თირკმლების მუშაობის ნერვული რეგულაცია სუსტად არის გამოხატული. ნერვული რეგულაცია ხორციელდება ამა თუ იმ გამლიზიანებლებზე თირკმლების სისხლის ძარღვების სანათურის რეფლექსური ცვლილებებით. ეს იწვევს თირკმლის სისხლის მიმოქცევის და, მაშასადამე, შარდის წარმოქმნის პროცესის ცვლილებას.

თირკმლების მუშაობაზე ნერვული სისტემა მოქმედებს როგორც უპირობო რეფლექსური, ისე პირობით რეფლექსური გზით. ეს რეფლექსური გავლენა ცვლის ტვინის ჰიპოთალამუსის მიდამოს ფუნქციურ მდგომარეობას. ჰიპოთალამუსი კი, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს ჰიპოფიზის ანტიდიურეზული ჰორმონის სეკრეციაზე.

შარდის გამოყოფა

შარდი განუწყვეტლივ წარმოიქმნება, საბოლოო ანუ მეორადი შარდი თანდათანობით ავსებს თირკმლის ფიალებს, მათში აღმოცენებული შეკუმშვის ტალდა ვრცელდება შარდსაწვეთებზე. ფიალები იკუმშებიან და შარდი ვრცელდება შარდსაწვეთებში. შარდსაწვე-

17. დ. გაბუნია, თ. ნაშორაძე

თების შეკუმშვის ტალღა ვრცელდება 2—3 სმ/სეკ სისწრაფით. შარდი ფიალებიდან შარდსაწვეთების გავლით შარდის ბუშტში ჩაედინება. მოზრდილი ადამიანის შარდის ბუშტის მოცულობა მერყეობს 350 და 500 მლ-ს შორის, ხოლო ზოგჯერ 750 და 1000 მლ-ს შორის. ახალშობილების შარდის ბუშტი მცირე მოცულობისაა და ასაკთან ერთად მატულობს მისი მოცულობა. შარდის ბუშტში შარდის გარკვეული რაოდენობით დაგროვება იწვევს მის პერიოდულ დაცლას — მოშარდვას.

შარდის ბუშტი რეზერვუარის როლს ასრულებს, მასში ნაწილობრივ ხდება წყლის შეწოვა. შარდის ბუშტის ლორწოვანი გარსის ანთების დროს (ცისტიტი) წყლის შეწოვა მატულობს.

თანდათანობით ავსებისას შარდის ბუშტის ღრუ დიდდება, ხოლო სფინქტერები იკუმშებიან. მოშარდვის დროს ბუშტის კედლის კუნთები იკუმშებიან, სფინქტერების კუნთები ღუნდებიან.

შარდის ბუშტის ავსების დასაწყისში მასში წნევა არ იცვლება, ხოლო შემდეგში სწრაფად მატულობს.

შარდის ბუშტის ავსების ხარისხი და მისი მოცულობა დამოკიდებულია მუსკულატურის ტონუსზე. რადგან ეს ტონუსი ადვილად იცვლება, ამიტომ შარდის ბუშტის ავსების საზღვრები მნიშვნელოვნად მერყეობს. შარდის ბუშტის კუნთოვანი ბოჭკოების გაჭიმვის გამო, შესაძლებელია ბუშტში შარდის დიდქანს შეკავება. წყლის სვეტის 15—16 სმ წნევის პირობებში შარდის ბუშტის სფინქტერი იწყებს შარდის გატარებას. ადამიანის შარდის ბუშტში ასეთი წნევა ვითარდება 250—300 მლ შარდის დაგროვების დროს.

მოშარდვა ხდება რეფლექსურად. ბუშტის ავსების დროს მისა შიგნითა სფინქტერი თანდათანობით იჭიმება. შარდის ბუშტის გაფართოება და მასში წნევის მომატება, აგრეთვე ბუშტის ყელისა და შარდსადინარის ლორწოვან გარსზე შარდის შეხება იწვევს ბუშტის მუსკულატურისა და ლორწოვანი გარსის მრავალრიცხოვანი რეცეპტორების გაღიზიანებას.

ამ დროს აღმოცენებული აფერენტული იმპულსები ზურგის ტვინს აღწევს სასირცხო ნერვის აფერენტული ბოჭკოების საშუალებით.

ეფერენტულ ბოჭკოებს ქმნიან პარასიმპათიკური და სიმპათიკური ნერვები, რომლებიც არეგულირებენ შარდის ბუშტის სფინქტერებისა და შარდსადინარის შეკუმშვებს.

ზურგის ტვინიდან შარდის ბუშტთან და მის სფინქტერებთან მიმავალი პარასიმპათიკური ბოჭკოების დიდი ნაწილი გაოვლის მენჯის ნერვებს და წყდებიან უშუალოდ შარდის ბუშტთან განლაგებულ ნერვულ კვანძებში.

მენჯის ნერვები იწვევენ შარდის ბუშტის კუნთოვანი ბოკოების შეკუმშვასა და სფინქტერების მოღუნებას, რასაც მოჰყვება შარდის ბუშტის დაცლა.

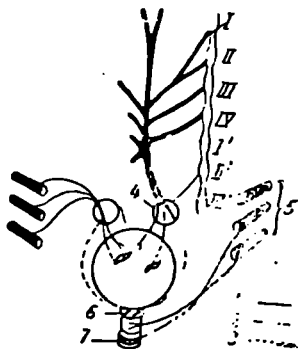
ზურგის ტვინიდან შარდსაწვეთებთან და შარდის ბუშტთან სიმპათიკური ბოკოები აღწევენ ჯორჯლის ქვედა კვანძების გავლით. სიმპათიკური ნერვები იწვევენ შარდის ბუშტის მუსკულატურის მოღუნებასა და სფინქტერების ტონუსის მომატებას. ეს კი იწვევს შარდის ბუშტის ავსებას (სურ. 38).

ჰიპოფიზის ჰორმონის მოქმედებით შარდის ბუშტის ტონუსი მატულობს. შარდსადინარის მუსკულატურის შეკუმშვა ხდება სიმპათიკური ნერვების იმპულსებით. მენჯის ნერვების გალიზიანება კი იწვევს შარდსადინარის კედლების მოღუნებას. შარდსადინარის სფინქტერი შედგება განივზოლიანი კუნთებისაგან, რომელთა მოღუნება ხდება სასირცხო ნერვების ბოკოების მიერ მოტანილი იმპულსებით. ეს იმპულსები მიდიან თავის ტვინიდან, გაივლიან ზურგის ტვინს და ისე აღწევენ შარდსადინარის სფინქტერამდე.

მოშარდვის რეფლექსური ცენტრი მდებარეობს ზურგის ტვინის წელისა და გავის ნაწილში.

მოშარდვის ზურგის ტვინის ცენტრის დაზიანებისა და თავის ტვინთან მისი კავშირის სრული გაწყვეტის შემდეგაც ხდება მოშარდვა. ეს ადასტურებს შარდის ბუშტის ავტომატიური მოქმედების უნარს: მას შეუძლია შეიკუმშოს ცხოველის ორგანიზმიდან ამოკვეთის შემდეგაც. შარდის ბუშტის ავტომატიზმი ხორციელდება მისი კედლის მრავალრიცხოვანი ნერვული წნულების მონაწილეობით.

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქში არის უბნები, საიდანაც ეფერენტული იმპულსები მოდიან ზურგის ტვინის მოშარდვის ცენტრში, რაც იწვევს მოშარდვას, ან მის შეკავებას.



სურ. 38. შარდის ბუშტის ინერვაციის სქემა.

1 — ეფერენტული ნერვული ბოკოები; 2 — ეფერენტული ნერვული ბოკოები, რომლებიც იწვევენ შეკუმშვას; 3 — ეფერენტული ნერვული ბოკოები, რომლებიც იწვევენ მოღუნებას; 4 — ჯორჯლის ქვედა კვანძები; 5 — მენჯის ნერვები; 6 — შივნითა სფინქტერი; 7 — გარეთა სფინქტერი, I—IV—წელისა და II—III — გავის სეგმენტები (ზურგის ტვინის).

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების გარკვეული უბნების გაღიზიანება იწვევს მოშარდვის სურვილს. ცნობილია, რომ ადამიანებსა და გაწვრთნილ ცხოველებს, სურვილის მიუხედავად შეუძლიათ მოშარდვის შეკავება და პირიქით, სურვილის გარეშე შეუძლიათ მოშარდონ.

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროები მოშარდვას არეგულირებენ სასირცხო ნერვის მამოძრავებელი ბოქკოებით, რომლებიც შარდის ბუშტის გარეთა სფინქტერის განივზოლიან მუსკულატურაში შედიან. სფინქტერის შეკუმშვისას მოშარდვა შეკავდება განსაზღვრულ დრომდე. სფინქტერის შეკუმშვის საშუალებით შარდის შეკავება შეიძლება მოშარდვის პროცესშიც კი.

მოშარდვა შეკავდება აგრეთვე თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის მიერ ზურგის ტვინის მოშარდვის ცენტრის შეკავების გზით.

თავის ტვინთან ზურგის ტვინის მოშარდვის ცენტრის კავშირის დარღვევის შემდეგ შარდის ბუშტის დაცარიელება რეფლექსურად ხდება. ამ რეფლექსში მონაწილეობს მხოლოდ ზურგის ტვინი (უნებლიე შარდვა).

ამავე რეფლექსური გზით იცლება ახალშობილის შარდის ბუშტი. გარკვეულ ასაკამდე თავის ტვინი შარდის შეკავებაზე გავლენას ვერ ახდენს. ბავშვში პირობითი რეფლექსი შარდის შეკავებაზე ძნელად მუშავდება. ჩვეულებრივ მისი გამომუშავება შესაძლებელია მხოლოდ სიცოცხლის პირველი წლის ბოლოს. ეს პირობითი რეფლექსი 2 წლის ასაკისათვის უკვე იმდენად მყარია, რომ ძილის დროსაც ვლინდება.

ცენტრალური ნერვული სისტემის განვითარების დარღვევისას მოშარდვის პირობით რეფლექსური რეგულაცია გვიან ვითარდება. ეს გამოიხატება იმაში, რომ სკოლამდელი და სასკოლო ასაკის ზოგიერთ ბავშვს შარდის შეკავება შეუძლიათ მხოლოდ დღისით, მაგრამ ღამით; ძილის დროს, ადგილი აქვს უნებლიე შარდვას (ენურეზი). უნებლიე შარდვა შემჩნეულია აგრეთვე მოზრდილ ადამიანებში ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანების შედეგად. ამ დროს ირღვევა ზურგის ტვინის ფუნქციათა რეგულაცია.

ღამათბობითი გამოკვლევის ორგანოები

ადამიანი და ადამიანის მსგავსი მაიმუნები კანისა და ფილტვების საშუალებით გამოყოფენ მიღებული წყლის 60%-ს. ფალარათის დროს ორგანიზმიდან წყლის გამოყოფაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კუჭ-ნაწლავის ტრაქტი. ორგანიზმის მიერ წყლის საერთო

რაოდენობის 10—11%-ის დაკარგვის შემდეგ სიცოცხლე საფრთხეში ვარდება.

ორგანიზმიდან მარილებისა და ცვლის პროდუქტების გამოყოფის მხრივ თირკმლებსა და საოფლე ჭირკვლებს შორის ფუნქციური დამოკიდებულება არსებობს.

საოფლე ჭირკვლების, ფილტვებისა და საკმლის მომწელებელი ორგანოების ექსკრეციული ფუნქცია იზრდება ნივთიერებათა ცვლის მომატებისას და თირკმლების ფუნქციის დარღვევისას.

ღვიძლისა და ფილტვების მქსკრეციული ფუნქცია

საკმლის მომწელებელი ტრაქტიდან სისხლში მოხვედრილი საკმლის მონელების მანევ პროდუქტების უვნებელყოფა ღვიძლში ხდება. ღვიძლში ეს პროდუქტები ნუკლეოპროთეიდებთან დაკავშირების გამო უვნებელ ნაერთებად გარდაიქმნებიან. პურინის ფუძეების ცვლის საბოლოო პროდუქტი — შარდის მჟავა ღვიძლში და სხვა ორგანოებში წარმოიქმნება. აზოტის ცვლის საბოლოო პროდუქტი — შარდოვანა ღვიძლში ამინომჟავების აზოტიდან და ამონიაკიდან სინთეზირდება. დაშლილი ერთოციტების ჰემოგლობინიდან ღვიძლში ნალვლის პიგმენტები წარმოიქმნება. უვნებელყოფილი შხამიანი ნივთიერებანი, შარდის მჟავა და შარდოვანა ორგანიზმიდან შარდისა და ოფლის გზით გამოიყოფა. უვნებელყოფილი ნივთიერებების, შარდის მჟავას და ნალვლის პიგმენტების ნაწილი საკმლის მომწელებელი არხის გზით გამოიყოფა, ხოლო წყლის ორთქლი და ნახშირმჟავა გაზი — ფილტვების გზით.

გამოყოფის ასაკობრივი თავისებურებანი

გამომყოფი სისტემის ასაკობრივი თავისებურებანი დაბადებისთანავე მეღვანდება. გაძლიერებულად მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის პროცესების გამო ბავშვის თირკმლები, მოზრდილებთან შედარებით უფრო ინტენსიურად ფუნქციონირებენ.

თირკმლები განსაკუთრებით სწრაფად ვითარდება სიცოცხლის პირველ წელს და სქესობრივი მომწიფების პერიოდში. თირკმლების ინტენსიური დიფერენცირება პირველი სამი წლის განმავლობაში წარმოებს. თირკმლების საბოლოო ფორმირება ბავშვებში 12 წლისათვის ხდება.

თირკმლების ფილტრაციული უნარი 1 წლის ბოლოსათვის თანდათანობით მატულობს და ასაკის მომატებასთან ერთად ისეთივე ხდება, როგორც ეს მოზრდილებისთვისაა დამახასიათებელი.

გორგლოვანი ფილტრაცია, მოზრდილებისათვის დამახასიათებელი

ბელ დოსეს მეორე წლის დასაწყისისათვის აღწევს. მილაკოვანი სეკრეცია და რეაბსორბცია — 5—6 თვისათვის, შარდის ოსმოსური კონცენტრაციის უნარი — 4—6 თვისათვის. 9—12 თვისათვის თირკმლების ფუნქციური უნარი მნიშვნელოვნად იზრდება.

ამასთან დაკავშირებით შარდის რაოდენობა და შარდის შედგენილობა ასაკის მომატებასთან ერთად მნიშვნელოვნად იცვლება. შარდის რაოდენობა ბავშვებში შედარებით დიდია, ვიდრე მოზრდილებში: რაც ინტენსიური წყლის ცვლითა და ბავშვის რაციონში ნახშირწყლებისა და წყლის შედარებით დიდი რაოდენობითაა განპირობებული.

დაბადებიდან 1—2 დღის განმავლობაში შარდი ძლიერ მცირე რაოდენობით გამოყოფა წყლის თითქმის სრული მიუღებლობისა და მისი ექსტრარენალური დაკარგვის გამო. ერთი თვის ბავშვის სადღეღამისო ღირებულება 350—380 მლ აღწევს, 1 წლის ბოლოსათვის — 750 მლ, 4—5 წლისათვის — 1 ლ, 10 წლისათვის — 1,5 ლ, პრეპუბერტულ და პუბერტულ პერიოდისათვის თითქმის 2 ლ.

ახალშობილებში სიცოცხლის პირველ დღეებში შარდის რეაქცია მკვეთრად მჟავეა, ასაკის მომატებასთან ერთად სუსტი მჟავე ხდება. შემდეგში შარდის რეაქცია იცვლება საკვებთან დაკავშირებით. ახალშობილობის პერიოდის შარდში თითქმის ყოველთვის ცილის ნიშნები აღინიშნება. ეს ფიზიოლოგიური ალბომინურია გორგლებისა და საშარდე მილაკების ეპითელიუმის მომატებული განვლადობითაა გამოწვეული.

ახალშობილის თირკმლების მიერ შარდოვანას გამოყოფის უნარი მკვეთრად შეზღუდულია. მისი გამოყოფა 2 თვის ასაკიდან იწყება და თანდათანობით მატულობს, შარდოვანას ინტენსიური გამოყოფა 5—6 წლისათვის აღინიშნება, შემდეგში კი მისი გამოყოფა მცირდება.

ბავშვის თირკმლები ნატრიუმს უფრო ეფექტურად ადსორბირებენ, ვიდრე მოზრდილის თირკმლები. ორგანიზმში აღინიშნება ნატრიუმის შეჩერება, რაც არაიშვიათად შეუშუპების მიზეზი ხდება. ასაკის მომატებასთან ერთად შარდში ნატრიუმის რაოდენობა მატულობს. ბავშვებში 6—14 წლამდე ნატრიუმის რაოდენობა დღე-ღამის შარდში 2—5 გ-ია, მოზრდილების 1 ლ შარდში კი — 3—5,2 გ. აღწევს.

ბავშვებში ქლორიდები თითქმის მხოლოდ შარდით გამოიყოფა. ძუძუთა ბავშვების შარდში ქლორი 10-ჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე მოზრდილთა შარდში. 6—7 თვემდე ქლორიდების გამოყოფა თირკმლებით უმნიშვნელოა. ქლორიდების რაოდენობა შარდში ასაკის მომატებასთან ერთად მატულობს.

დაბადებიდან ერთი კვირის შემდეგ მოშარდვის რიცხვი 20—25 აღწევს და ასე გრძელდება 6—7 თვემდე: მხოლოდ წლის ბოლოსათვის 15-მდე მცირდება, 2—3 წლისათვის — 10-მდე დღე-ღამეში. სკოლამდელ და სასკოლო ასაკში მოშარდვის რიცხვი 6—7 უდრის. ხშირი შარდვა (პოლაკურია) ბავშვებში ფიზიოლოგიური მოვლენაა. იგი გამოწვეულია ფიზიოლოგიური პოლიურიით (შარდის დიდი რაოდენობით) და შარდის ბუშტის მცირე ტევადობით.

ბავშვებში პირველი 6 თვის განმავლობაში, ცენტრალური ნერვული სისტემის განუვითარებლობის გამო, აღინიშნება უნებლად შარდვა, რომელიც შარდის ბუშტის ლორწოვანის რეფლექსური გაღიზიანებითაა გამოწვეული. ასაკის მომატებასთან ერთად ბავშვებში მოშარდვა ნებით აქტად იქცევა.

თ ა ვ ი მ ე რ ვ ი

კ ა ნ ის ფ ი ზ ი ო ლ ო გ ი ა

კ ა ნ ის ფ უ ნ ჯ ც ი ე ბ ი

სხვადასხვა ცხოველების გარეთა საფარველის სტრუქტურა და ფუნქციები მეტად სხვ. დასხვაგვარია, მაგრამ ყველა სახის ცხოველის საფარველისათვის, დამახასიათებელია ე. წ. დაცვითი ფუნქცია, რომელიც ორგანიზმის გარეშე ფაქტორების შემოქმედებისაგან დაცვაში გამოიხატება.

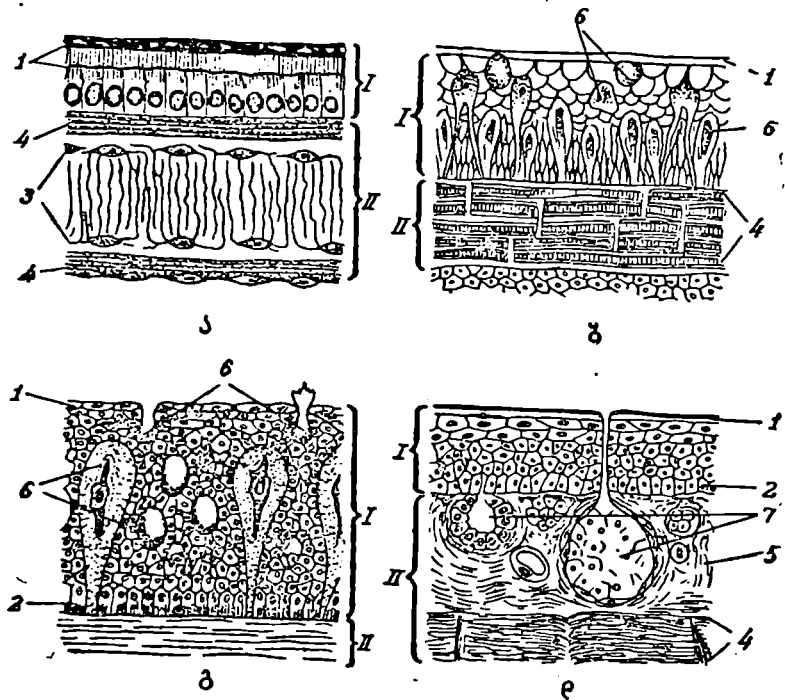
უხერხეალო ცხოველებისა და უდაბლეს ქორდიანების სხეულის საფარველი. მათი სხეულის საფარველი შედგება ერთპირიანი ექტოდერმული უჯრედებისაგან, რომლის ქვეშ ზოგიერთ ცხოველებში შემაერთებული ქსოვილია. ამ უჯრედების პროტოპლაზმა გარეთა მხრიდან მნიშვნელოვნად შეშუპებულია და ქმნის კუ ტ რ ა კ უ ლ ა ს. ფესხასხრიანებში კუტიკულა შედგება ქიტინისაგან (აზოტის შემცველ ნივთიერებისაგან) და ქმნის დანაწევრებულ და საკმაოდ მკვრივ ჭავშანს, რომელიც არამარტო დაცვით, არამედ საყრდენ-მომძრავებელ ფუნქციასაც ასრულებს.

რგოლოვან ჭიებში კუტიკულა ქმნის გამონაზარდებს, რომლებიც მონაწილეობენ ადგილგადანაცვლების პროცესში. ზოგიერთ ცხოველებს (მაგალითად, წამწამოვან ჭიებს), არა აქვთ კარგად გამოხატული კუტიკულა. ამ შემთხვევაში დაცვით ფუნქციას წამწამებია ასრულებს.

აღსანიშნავია, რომ დაცვა, ხოლო ზოგჯერ თავდასხმა სხეულის

სათარველის სხვა წარმონაქმნებით ხორციელდება. ჰიდროიდებში მსუსხავი უჯრედებით, ხოლო ცხოველთა უმრავლესობას ჭირკვლოვანი უჯრედები გააჩნიათ, რომლებიც სხვადასხვა ნივთიერებას გამოყოფენ — ლორწოვანს, მკვეთრ სუნთან, მწარეს და სხვ. რბილტანიანთა სათარველის ჭირკვლების პროდუქტისაგან ნიჟარა წარმოიქმნება.

ვარდა ამისა, ბევრი უხერხემლოების გარეთა სათარველი, განსაკუთრებით წყალში მცხოვრებ ცხოველებისა, სუნთქვით და გამო-



სურ. 39. ქორდინების კანის აგებულების სქემა.

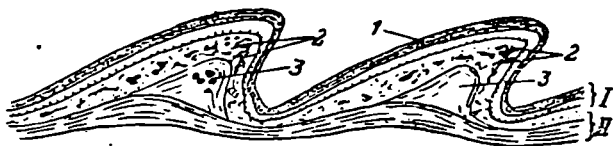
ა — ამლიოსუქსის; ბ — მინოგის; გ — ძელოვანი თევზების; დ — ბაყაყის; I — ეპიდერმისი; II — კორიუმი; 1 — კუტიკულა; 2 — ეპიდერმისის ძირითადი შრე; 3 — ლაბისებრი შემაერთებული ქსოვილი; 4 — ბოკოვანი (ელასტიკური) შენაერთებული ქსოვილი; 5 — ფაშარ-შემაერთებული ქსოვილი; 6 — ჭირკვლოვანი უჯრედები; 7 — ლორწოვანი უჯრედები.

ყოფ ფუნქციებს ასრულებს, რადგან ეკტოდერმაში ადვილად გადის გაზები, წყალი და ნაწილობრივ წყალში გახსნილი ნივთიერებები.

ზოგიერთ პარაზიტულ კიებში სხეულის საფარველის გზით წარმოებს საკვები ნივთიერების შეწოვა.

დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე გარეთა საფარველის რეცეპტორულ ფუნქციასაც, რადგან მასში მრავლად მოიპოვება ნერვული დაბოლოებანი, რომლებიც გარემოს ცვლილებებისადმი მეტად მგრძობიარენი არიან.

ხერხემლიანი ცხოველების გარეთა საფარველი ანუ კანი გაცილებით რთული სტრუქტურისაა. მასში ორ შრეს არჩევენ: გარეთა



სურ. 40. ხვლიკის კანის აგებულების სქემა.

I — ეპიდერმისი; II — კორიუმში; 1 — რქოვანა შრე; 2 — პიგმენტური უჯრედები; 3 — კანის გაძვლების უბნები.

ეპიდერმისს და ღრმად მდებარე — საკუთრივ კანს ანუ დერმას. ეპიდერმისი ეპითელური ქსოვილია და იგი ექტოდერმიდან წარმოიქმნება, ხოლო დერმა შემაერთებელ ქსოვილს ეკუთვნის და მეზოდერმული წარმოშობისაა. ხერხემლიანთა ეპიდერმისი უხერხემლოთა საფარველისაგან განსხვავებით ყოველთვის რამდენიმე შრისაგან შედგება.

მრგვალპირიანებსა და თევზებში, რომლებიც წყალში ცხოვრობენ, აგრეთვე ამფიბიებში, რომელთაც შუალედური მდგომარეობა უჭირავთ წყალში და ხმელეთზე მცხოვრებ ცხოველებს შორის და ტენიან ადგილებში ბინადრობენ, ეპიდერმისი უჯრედების რამდენიმე შრისაგან შედგება და გარედან კუტიკულის თხელი შრითაა დაფარული (სურ. 39). ეპიდერმისის მრავალრიცხოვანი ჯირკვლოვანი უჯრედები გამოყოფენ ლორწოს, რომელიც ფარავს კანის ზედაპირს და ამით იცავს მას დაზიანებისაგან. ასეთი ეპიდერმისი შედარებით გამავალია არამარტო გაზებისათვის, არამედ აგრეთვე წყლისა და მასში გახსნილ ნივთიერებებისათვის. წყალში გახსნილ მრავალი ნივთიერებების მიმართ ამფიბიების კანი მხოლოდ ერთი მიმართულებითაა გამავალი. ზოგიერთი ნივთიერება მხოლოდ შეიწოვება გარემოდან, ხოლო სხვები, პირიქით, მხოლოდ გარეთ გამოიყოფა. ამფიბიების კანს დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე გაზთა ცვლაში,

განსაკუთრებით ნახშირმკავეის გამოყოფაში. ამრიგად ამფიბიების კანი ასრულებს სუნთქვის, შეწოვისა და გამოყოფის ფუნქციებს.

ხმელეთზე ცხოვრების პირობებთან შეგუების პროცესში ცხოველთა ეპიდერმისმა გარკვეული ცვლილებები განიცადა — მისი განვლადობა მნიშვნელოვნად შემცირდა: უჯრედის ზედაპირულ შრეებში წარმოიქმნა რქოვანა (აზოტის შემცველი) ნივთიერება (სურ. 40).

რეპტილიების რქოვანა წარმონაქმნები, რომლებიც ფარავენ მის კანს, იმდენად ამცირებენ მის განვლადობას, რომ წყალს აღარ კარგავენ. ამის გამო რეპტილიებს შეუძლიათ ხმელეთზე ცხოვრება ჰაერის სხვადასხვა ტენიანობის პირობებში. რეპტილიების კანი არ მონაწილეობს აგრეთვე გაზთა ცვლაში და შეიცავს ჭირკვლებს.

ფრინველების შებუმვლა და ძუძუმწოვრების ბეწვის საფარი. ფრინველები ძუძუმწოვრებთან ერთად ეკუთვნიან კომოიოთერმულ ანუ თბილისხლიან ცხოველებს, რომლებიც სხეულის ტემპერატურის მუდმივობით ხასიათდებიან, მათი ტემპერატურა ნაკლებადაა დამოკიდებული გარემო პირობების ცვალებადობაზე, მაშინ როდესაც უდაბლეს ხერხემლიანებს არ შესწევთ უნარი სხეულის მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნებისა გარემო პირობების ცვალებადობის პირობებში, რის გამოც ისინი პოიკილოთერმულ ანუ ცივისხლიან ცხოველებს ეკუთვნიან. ამიტომაც, რომ ნივთიერებათა ცვლის პროცესში, რომლის დროსაც სითბური ენერგია წარმოიქმნება, თბილისხლიან ცხოველებში, ცივისხლიანებისაგან განსხვავებით, გაცილებით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს.

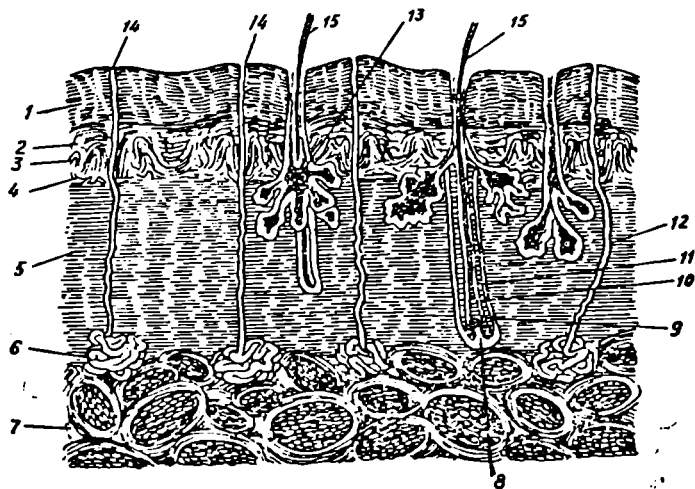
სხეულიდან სითბოს გაცემა უმთავრესად კანისა და სასუნთქი ორგანოების გზით წარმოებს. რაც შეეხება სითბოს გაცემას შარდითა და განავლით უმნიშვნელოა. ორგანიზმი კანის გზით განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით კარგავს სითბოს გარემოს დაბალი ტემპერატურის პირობებში, ასეთ პირობებში სხეულის მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნებისათვის საჭიროა კანის თბოგამტარობის შემცირება. ეს ფრინველებში ხორციელდება შებუმვლით, ხოლო ძუძუმწოვრებში ბეწვის საფარით. ჰაერი, რომელიც ბუმბულებსა და ბეწვებს შორისაა მოთავსებული, სითბოს ცუდი გამტარია. ბუმბული და ბეწვი ეპიდერმისის წარმონაქმნებია, რომელთა ძირები ღრმად იჭრება კანში. კანში არსებულ ქონის ჭირკვლების მიერ გამოყოფილი ცხიმოვანი სეკრეტი ფარავს თმებს, რომელიც უნარჩუნებს მათ გამძლეობას და იცავს დასველებისაგან.

ფრინველების კანი მოკლებულია ჭირკვლებს. გამონაკლისი სახით მათ მოეპოვებათ კულდუსუნის ზედა ჭირკვეალი. ამ ჭირკვლის მიერ გამოყოფილი ცხიმით ფრინველი ნისკარტის საშუალებით იპოხი-

რებს იუმბულს, რითაც იცავს მას დასველებასაგან. აღნიშნული ჭირკვალ კარგად აქვთ განვითარებული წყალში მცურავ ფრინველებს.

ბუტუმწოვართა კანის თბოგამტარობა კიდევ უფრო მცირდება ღერძაში ცხიმოვანი უჯრედების დაგროვების გამო, რომელიც ქმნის ე. წ. კანქვეშა ცხიმოვან ქსოვილს. ეს შრე ცხოველებში სხვადასხვა სისქეს აღწევს და იცავს ორგანიზმს სითბოს დაკარგვისაგან.

ეპიდერმისი. ადამიანისა და ცხოველთა ეპიდერმისი (სურ. 41) უჯრედების რამდენიმე შრისაგან შედგება, მაგრამ ცხოველმყოფე-



სურ. 41. კანი (ვერტიკალური განაკვეთი).

1 — ეპიდერმისის რქოვანი შრე; 2 — ეპიდერმისის ჩანასახოვანი შრე; 3 — პიგმენტური შრე; 4 — ღერძოვანი შრე; 5 — საკუთრივ კანი; 6 — ოფლის ჭირკვალი; 7 — ცხიმოვანი ქსოვილი; 8 — თმის ღერილი; 9 — თმის ბოლქვი; 10 — თმის ძირი; 11 — თმის ბუდე; 12 — ოფლის ჭირკვლის გამომტანი საღანარო; 13 — ქონის ჭირკვალი; 14 — ოფლის ჭირკვლის ფორი; 15 — თმა.

ლობის უნარი — ზრდა და გამრავლება მხოლოდ უჯრედების ღრმად მდებარე — ძირითად შრეს (ჩანასახოვანი ზონის უჯრედებს) გააჩნია. ახლად წარმოქმნილი უჯრედები თანდათანობით ზედაპირისაკენ გადაინაცვლებენ და მათ ხარჯზე ხდება უჯრედების შეესება, რომლებიც ეპითელის ზედაპირული შრიდან ჩამოიფუცქვნიებიან. ეპიდერმისის ზედაპირული შრის უჯრედები განიცდიან გარქოვანებას. გარქოვანებას ჩვეულებრივად იხილავენ, როგორც პროტოპლაზმის თანდათანობით გადაგვარებას. როგორც ჩანს, ეპიდერმისის ზედა-

პირული შრის უჯრედები ნივთიერებათა ცვლის მხრივ არახელსაყრელ პირობებში იმყოფებიან, რადგან სისხლძარღვები ეპიდერმისს ვერ აღწევენ. უჯრედების გადაგვარება იწვევს მათ კვლომას და პროტოპლაზმის რქოვანა ნივთიერებად გარდაქმნას. გარქოვანებული უჯრედები მთლიანად ფარავს რა კანის ზედაპირს, თანდათანობით ჩამოიფეკვენება თხელი ქერცლების სახით.

რქოვანა შრე იცავს ღრმად მდებარე ცოცხალ უჯრედებს მექანიკური დაზიანებისაგან. რქოვანა გარსის სისქე ისე როგორც მთლიანად ეპიდერმისისა სხვადასხვა ცხოველებში სხვადასხვაა. იგი სხვადასხვა სისქისაა აგრეთვე ერთიდაიგივე ცხოველის სხვადასხვა უბანში. რქოვანას წარმონაქმნებია აგრეთვე ჩლიქები, ბრჭყალები და რქები, რომლებიც არა მარტო თავდაცვის ფუნქციას ასრულებენ, არამედ თავდასხმისასაც.

რქოვანა შრე იცავს ორგანიზმს წყლის, მასში გახსნილ ნივთიერებებისა და მიკრობების შექრისაგან. ქონის ჭირკვლების ცხიმოვანი გამონაყოფი, რომელიც თხელ შრედ ფარავს რქოვანა გარსს, ამცირებს მის განვლადობას და იცავს მას ნასკდომების გაჩენისაგან. ასეთ პირობებში, რასაკვირველია, კანის გზით გაზთა ცვლა მეტად უმნიშვნელოა და იგი მთელი გაზთა ცვლის მხოლოდ 1% შეადგენს, რაც პრაქტიკულად მხედველობაში არაა მისაღები.

ეპიდერმისის სისქე იმდენად მცირეა, რომ მასში ადვილად გადის მზის სპექტრის სხივები; მზის სხივები ამგზნებლად მოქმედებს ეპიდერმისის ძირითადი შრის უჯრედებზე და იწვევს მათ სწრაფ გამრავლებას. ამავე დროს პიგმენტურ უჯრედებში ინტენსიურად ხდება კანის პიგმენტის (მელანინის) წარმოქმნა.

ბუნებრივია კანის ხანგრძლივი ზემოქმედების შედეგად ეპიდერმისი სქელდება და კანი შავდება. ეპიდერმისის აღნიშნული ცვლილებები სხივურ ენერგიაზე დაცვითი ფუნქციაა. გასქელებული ეპიდერმისი და პიგმენტური უჯრედები შთანთქავენ სინათლის ენერგიას და ამით იცავენ კანის ღრმა შრეებს ულტრაიისფერი სხივების მძლავრი ზემოქმედებისაგან.

კანის რეცეპტორები

კანი გრძნობათა ორგანოცაა. მასში განლაგებულია მგრძნობიარე ნერვების დაბოლოებები — რეცეპტორები, როგორიცაა: ტკივილის, ტემპერატურისა და, შეხების, ანუ ტაქტილური.

ტკივილის რეცეპტორები აღიქვამს ტკივილს. ტკივილი ამცნობს ადამიანის ორგანიზმში მომხდარი რაიმე დარღვევების შესახებ. ტკივილი იწვევს აგრეთვე მთელ რიგ რეფლექსურ ცვლილებებ-

საც, მაგალითად, ტკივილის შედეგად წარმოიქმნება სხვადასხვა დაცვითი მოძრაობა; ტკივილი იწვევს თირკმელზედა ჯირკვლის ჰორმონის — ადრენალინის გაძლიერებულ გამოყოფას, რის შედეგადაც სისხლის წნევა მატულობს. ძლიერი ტკივილი მოქმედებს რა თავის ტვინის ქერქის უჯრედებზე, შეიძლება გამოიწვიოს დამახასიათებელი მძიმე მდგომარეობა, რომელიც შოკის სახელწოდებით არის ცნობილი.

ტ ე მ პ ე რ ა ტ უ რ ი ს რეცეპტორები რეაგირებენ სითბო-სიცივეზე და ადამიანს სათანადო გალიზიანებას შეიგრძნობს. ამ დროს ადგილი აქვს აგრეთვე კანის სისხლის ძარღვების სანათურის რეფლექსურ ცვლილებებსაც, რაც სითბოს გაცემის ცვლილებებით გამოიხატება.

ტ ა ქ ტ ი ლ უ რ ი რეცეპტორები აღიქვამენ შეხებას, კანზე დაწოლას, რაც ადამიანს საშუალებას აძლევს აღიქვას საგნის ფორმა, სიდიდე და სიმძვრე. ეს რეცეპტორები დიდი რაოდენობითაა თავმოყრილი ხელის თითების ბოლოებსა და ხელის გულზე.

ამრიგად, კანში მოთავსებული რეცეპტორები გარემოდან ლეზულობს სხვადასხვა გალიზიანებას, რომელიც გავლენას ახდენს ვეგეტატიურ ნერვულ სისტემაზე, სისხლის მორფოლოგიურ და ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, სუნთქვის ფუნქციაზე, სისხლის მიმოქცევაზე და სხვ.

ცხფელებისა და ადამიანის კანის მგრძობიარე ნერვების დაბოლოებების საშუალებებით შეხების, სითბო-სიცივის და ტკივილის აღქმას კ ა ნ ი ს მ გ რ ძ ნ ო ბ ე ლ ო ბ ა ეწოდება. კანი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გრძობათა ორგანოა, რომელიც გარემოს მრავალფეროვან გალიზიანებებს აღიქვამს სხვადასხვა რეცეპტორების საშუალებით. კანის რეცეპტორებია: ნერვის თავისუფალი (უგარსო) დაბოლოებანი ანდა ინკაფსულირებული (შემაერთებელ ქსოვილოვან კაქსულაში გახვეული) სხეულები.

ტკივილის გრძობას აღიქვამს ნერვის თავისუფალი დაბოლოებანი. ისინი საკმაო რაოდენობით გვხვდებიან კანის ეპითელიუმში. კანის ერთ კვადრატულ სანტიმეტრზე მოდის დაახლოებით 100 ტკივილის რეცეპტორი, ხოლო მათი საერთო რაოდენობა ადამიანში დაახლოებით 1 მილიონს უდრის. ყოველი გამაღიზიანებელი აგენტი (მექანიკური, სხივური, ქიმიური, ელექტრული და სხვ.) იწვევს ტკივილის შეგრძნებებს, რომლებიც განსხვავდებიან თავისი ხასიათით (მჭრელი, მჩხვლეტავი, მბურღავი, მწვავე, ყრუ ტკივილები და ა. შ.).

სითბოსა და სიცივის შეგრძნება ხორციელდება ორი სახის ინკაფსულირებული ნერვული დაბოლოებებით: გ ო ლ ჯ ი — მ ა ც ო -

ნის სხეულაკებით (სითბოს შეგრძნება) და კრაუზეს კოლბებით (სიცვიის შეგრძნება). ადამიანის კანის ერთ კვადრატულ სანტიმეტრზე საშუალოდ მოდის 6—23 სიცვიის და 3 სითბოს აღმქმელი რეცეპტორი. სხეულის სხვადასხვა მიდამოში მათი რაოდენობა ცვალებადობს, სითბოსა და სიცვიის შემგრძნობი რეცეპტორების საერთო რაოდენობა რამდენიმე ასეული ათასია. აღნიშნული რეცეპტორების განლაგების არა ერთნაირი სიხშირე განაპირობებს სხეულის სხვადასხვა მიდამოს სხვადასხვანაირ მგრძნობელობას სითბო-სიცვიისადმი.

კანის ღრმა შრეებში მდებარე შეხების, ანუ, მეისნერის სხეულაკები და ეპიდერმისში მდებარე მერკელის უჯრედები აღიქვამენ შეხებას. მეისნერის სხეულაკებს წაგრძელებული თვალის ფორმა აქვთ, გახვეული არიან შემაერთებელ-ქსოვილოვან კაფსულაში, შიგნით ისინი შეიცავენ განსაკუთრებულ უჯრედებს, რომლებსაც უკავშირდება მგრძნობიარე ნერვის დაბოლოება. მერკელის უჯრედები ქმნის ჭკუფებს, მათ ოვალური ფორმა აქვთ და მდებარეობენ ნერვის დისკოსებრ გაგანიერებაზე. შეხებისა და ზედაწოლის გრძნობა ერთი და იმავე ტაქტილური, ანუ შეხების გრძნობის სხვადასხვა გამოხატულებაა. ადამიანის კანში დაახლოებით ნახევარი მილიონი ტაქტილური რეცეპტორი მდებარეობს. მაგრამ ისინი ძალიან უთანაბროდ არიან განაწილებული. მაგალითად, კანკის კანის ერთ კვადრატულ სანტიმეტრზე 9—10 რეცეპტორი მოდის, ხოლო თავის კანის იმავე ფართობზე — 160—300. ტუჩების წითელი ნაწილი და ხელისგულის კანი განსაკუთრებით მდიდარია შეხების რეცეპტორებით. რეცეპტორებია რაოდენობის სხვადასხვაობის გამო კანის სხვადასხვა მიდამო სხვადასხვა ხარისხით აღიქვამს შეხებას.

ნერვული ბოჭკოების საშუალებით კანის რეცეპტორები აგზნებას გადასცემა ზურგის ტვინს, ზურგის ტვინიდან აგზნება გადაეცემა თავის ტვინს. თავის ტვინის ქერქში (უშთავრესაღ თხემის წილის უკანა ცენტრალურ ხვეულში) მდებარეობს კანის ანალიზატორის ცენტრალური ნაწილი. კანის გრძნობა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ადამიანის მიერ გარე სამყაროს შეცნობაში.

კანი, როგორც ტაქტილური რეცეპციის ორგანო, ფუნქციონირებს ჯერ კიდევ მუცლად ყოფნის პერიოდში, თუმცა პირობითი რეფლექსი სუფთა ტაქტილურ ზემოქმედებაზე მუშავდება კვიან, მაგალითად: დაბადებიდან მე-10 დღეზე დაწყებული პირობითი რეფლექსის გამომუშავება (კანის გაღიზიანებაზე) მიზანს აღწევს მხოლოდ თვის ბოლოს და მეორე თვის ბოლომდე რეფლექსი მერყევი და ნაკლებადაა გამოხატული.

ახალშობილი ბავშვის კანის სითბოს აღმქმელი რეცეპტორები უკვე განვითარებულია, რაც დასტურდება ბავშვის რეაქციით სითბოსა და სიცივეზე. ახალშობილში ტკივილს აღმქმელი რეცეპტორები ჯერ კიდევ სუსტადაა განვითარებული.

სათანადო ვარჯიშით შეხების გრძნობა შეიძლება ძალიან განვითარდეს. მაგალითად, ბრმებს კანის მგრძნობელობა ისე უფროარდებათ, რომ მათ შეხების საშუალებით ბევრი რთული ფუნქციის შესრულება შეუძლიათ (ძერწვა, კითხვა და სხვ.).

ადრეულ ასაკში ბავშვის შეხების გრძნობა ვითარდება უნებლიეთ — სათამაშოებისა და სხვადასხვა საგნის მრავალნაირი შეხების გზით. შეხებისა და ზედდაწოლის გრძნობა ვითარდება აგრეთვე თიხითა და პლასტილინით ძერწვისა და ბურთის თამაშის დროს.

შეხების გრძნობის ყოველმხრივი განვითარება ამდიდრებს ბავშვის ფსიქიკურ წარმოდგენებს და საშუალებას აძლევს მას შეიგრძნოს გარემოს ყოველი დეტალი.

კანის ჯირკვლები

ლორწოვანი და ქონის ჯირკვლები. კანის ჯირკვლები ეპიდერმისის ძირითადი შრისაგან წარმოიქმნება მისი დერმაში ჩაზნექვის გზით. უმაღლეს ხერხემლიანთა უფრო დიდი ჯირკვლები კი თვით კანქვეშა ქსოვილშიაც თავსდება. თევზებისა და ამფიბიების ლორწოვანი ჯირკვლების უჯრედებში სეკრეტი პროტოპლაზმის ნაწილობრივი გადაგვარების შედეგად წარმოიქმნება. მისი აღდგენა სწრაფად ხდება და უჯრედში სეკრეტის დაგროვების პროცესი ხელახლა იწყება. ასეთი ჯირკვლები აპოკრიული ჯირკვლების სახელითაა ცნობილი.

კანის ჯირკვლების სეკრეცია ხმელეთზე ცხოვრებისას მნიშვნელოვნად იცვლება. აქ მნიშვნელოვან როლს ქონის ჯირკვლების სეკრეცია ასრულებს, რომლის პროდუქტი აგრეთვე პროტოპლაზმის გადაგვარების შედეგად წარმოიქმნება და შედგება ცხიმებისაგან, ცხიმოვანი მჟავებისაგან, ქოლესტერინისაგან და სხვა ნივთიერებებისაგან. ხმელეთზე ცხოვრების პირობებში ქონი დიდხანს ინახება კანის ზედაპირზე. მაშინ როდესაც ლორწოვანი გამონაყოფი ადვილად შრება, ქონის ჯირკვალს დატოტვილი პარკის ფორმა აქვს, რომლის ღრუც უჯრედებთანაა ამოვსებული. ჯირკვლის სადინარი უმთავრესად თმის პარკში იხსნება. ჯირკვლის გარეთა (კედელთანმყოფი) შრის უჯრედები განუწყვეტლივ მრავლდებიან და ახლად წარმოქმნილი უჯრედები უფრო ძველ უჯრედებს ჯირკვლის ღრუსაკენ გადაადგილებენ, სადაც მთლიან გადაგვარებას განიცდიან. ამიტომ, ჯირკვლო-

ვანი პარკის ცენტრი და გამოყოფი სადინარის დასაწყისი ქონს შეიცავს ცხიმოვანი გადაგვარების გამო, რომელიც შემდგომ ჭირკველიდან კანის ზედაპირზე გამოიწურება. გამოწურვას ხელს უწყობს: კანის ზედაწოლა მოძრაობის დროს, თმის პარკის გლუვი კუნთების შეკუმშვა და აგრეთვე ზოგიერთ ცხოველებში კანის კუნთებიც. ჭირკვლებს, რომლის სეკრეტი მათი უჯრედების სრული გადაგვარების პროდუქტია, პოლოკრინულს უწოდებენ და ქონის ჭირკვლებიც მათ მიეკუთვნება.

ძუძუმწოვართა აპოკრონული ჭირკვლები. ძუძუმწოვართა კანში მოთავსებული აპოკრონული ჭირკვლების სეკრეტი მკვეთრად განსხვავდება თევზებისა და ამფიბიების აპოკრონული ჭირკვლების სეკრეტისაგან. ეს ჭირკვლები უდაბლეს ხერხემლიანებში უფრო ფართოდაა გავრცელებული, ვიდრე უმაღლესებში. ხშირად აპოკრონული ჭირკვლები სხეულის ცალკეულ უბნებზე გრუვების სახითაა განლაგებული. ამ ჭირკვლების სეკრეტი შეიცავს ცილოვან შენაერთებს, ცხიმოვან მჟავებს და სხვა ნივთიერებებს. ჭირკვლების გამონაყოფს სპეციფიკური სუნი აქვს (სუნოვანი ჭირკვლები). ფიქრობენ, რომ ამ სუნიანი ნივთიერებით ცხოველებს შეუძლიათ ერთიმეორის გარჩევა, მოძებნა და აგრეთვე მტრისაგან თავდაცვა. გარდა ამისა სეკრეტის სუნს შეუძლია გამოიწვიოს სქესობრივი ლტოლვა, რადგან მამრებსა და მდედრებს განსხვავებული სუნი აქვთ მძუნაობის დროს.

აღამიანებს კანის აპოკრონული ჭირკვლები შემორჩათ ილლიის ფოსოში, ანუსის ირგვლივ და გარეთა სასქესო ორგანოებთან, რომლებიც სქესობრივ მომწიფებამდე არ ფუნქციონირებენ. აპოკრონულ ჭირკვლებს ეკუთვნის აგრეთვე ქუთუთოებისა და ყურის (გარეთა სასმენი მილის) ჭირკვლები, რომლებიც სუნთან სეკრეტს გამოყოფენ, რითაც თვალსა და გარეთა სასმენ მილს მწერებისა და პარაზიტებისაგან იცავენ.

სარძევე ჭირკვლები. ძუძუმწოვართა სარძევე ჭირკვლები აპოკრონულ ჭირკვალთა ჯგუფს ეკუთვნის. სარძევე ჭირკვლები მამრებში განუვითარებელი რჩება, მდედრებში კი ჭირკვლები სქესობრივი მომწიფების პერიოდისათვის ვითარდებიან, მაგრამ ჯერ კიდევ არ ფუნქციონირებენ. ჭირკვლების შემდგომი განვითარება და სეკრეციისათვის მომზადება ორსულობის პერიოდში ხდება სპეციფიკური ჰორმონების ზეგავლენით (ესტეროგენი, ზრდის ჰორმონი, პროგესტერონი). თვით სეკრეცია იწყება ჰორმონ პროლაქტინის გავლენით, რომელსაც ჰიპოფიზის უკანა წილი გამოიმუშავებს.

ესტეროგენი და პროგესტერონი აკავებს პროლაქტინის პროდუქციას და რძე არ გამოიყოფა. მშობიარობის შემდეგ ამ ჰორმონების

რაოდენობა მეკეთრად მცირდება მათი წარმომქმნელი ორგანოს — პლაცენტის მოცილების გამო; პროლაქტინის გამოყოფა ძლიერდება და რძის სეკრეციაც იწყება.

რძის გამოყოფა ანუ ლ ა ქ ტ ა ც ი ა საკმაოდ დიდხანს გრძელდება. ძუძუს წოვისას დერილის გაღიზიანება იწვევს სარძევე ჯირკვალში დაგროვილი რძის გამოყოფას და ამავე დროს რძის წარმოქმნის გაძლიერებას. აღნიშნული პროცესები რეფლექსური ხასიათისაა.

ლაქტაციის პირველ დღეებში გამოიყოფა ე. წ. ხ ს ე ნ ი — მომჟავო, მომლამო, ყვითელი ფერის სითხე. ზოგიერთ ცხოველებში იგი მოყავისფერია. ხსენი თავისი შედგენილობითა და თვისებებით მეკეთრად განსხვავდება რძისაგან, მაგრამ შემდგომ ის რძედ გარდაიქმნება.

ქალის რძე შეიცავს ცილებს (1,5%), ცხიმებს (4,5%), ნახშირწყლებს (6,5%), არაორგანულ მარილებს (0,3%), ფერმენტებს, ვიტამინებს (A, B, C, D) და წყალს (87%). რძეში არის ბაქტერიოციდული ნივთიერებები და ანტისხეულები, რომლებიც რძით კვებისას ბავშვის ორგანიზმში გადადიან და ხელს უწყობენ პასიური იმუნიტეტის განვითარებას.

რძის ცილები — კაზეინი, ლაქტალბუმინი, ლაქტოგლობულინი შეიცავს ორგანიზმისათვის საჭირო ყველა ამინომჟავას, რის გამოც რძე მეტად სრულფასოვანი საკვებია. ლაქტაციის პერიოდში რძის შედგენილობა იცვლება. რძის გამოყოფა შეიძლება გაგრძელდეს მშობიარობიდან მრავალი თვის განმავლობაში და რამდენიმე წელიც კი თუ ბავშვი ძუძუთი იკვებება.

სხვადასხვა ცხოველის რძის შედგენილობა ერთნაირი არაა (ცხრ. 8).

ც ხ რ ი ლ ი მ.

რძის შედგენილობა (%-ში)

	წყალი	ცილა	ცხიმი	შაქარი	მარილი
ძროხის რძე	87,3	3,4	3,6	5,0	0,7
კამეჩის	82,9	4,6	7,4	4,2	0,9
თხის	85,9	3,7	4,0	4,5	0,9
ცხვრის	83,6	5,1	6,1	4,2	1,0
ცხენის	90,3	1,8	1,0	6,5	0,4
ვირის	90,1	1,8	1,4	6,2	0,5

საოფლე ჭირკვლები. ადამიანის მთელ კანის ზედაპირზე რამდენიმე მილიონი საოფლე ჭირკვალია განლაგებული. ჭირკვლის ფორმა ლულისებრია, რომლის ბოლო კანში გორგალს წარმოქმნის. მათი თხიერი სეკრეტი გამოიყოფა უჯრედების დაუშლელად. ასეთი ჭირკვლები ეკრინულს ეკუთვნიან (სურ. 42).

ოფლი საშუალოდ 1% მკვრივ ნივთიერებას შეიცავს, რომელშიც დიდი რაოდენობით არაორგანული ნივთიერებებია — უმთავრესად კი ნატრიუმქლორი. ორგანული ნივთიერებებიდან ოფლში უმნიშვნელო რაოდენობით შედის შარდოვანა (0,03%), რძის მჟავა და სხვა ნივთიერებანი.

ოფლის გამოყოფა განუწყვეტლივ ხდება, გამოყოფილი ოფლის რაოდენობა დამოკიდებულია გარემო ტემპერატურაზე. დაბალი ტემპერატურის პირობებში ოფლი დღე-ღამეში 500—700 მლ რაოდენობით გამოიყოფა, ტემპერატურის მომატებისას ოფლის გამოყოფა მკვეთრად მატულობს.

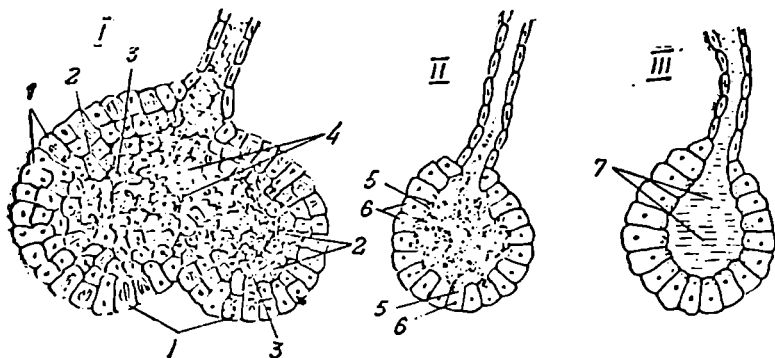
ოფლის გამოყოფის ფუნქციას დიდი მნიშვნელობა აქვს სითბორეგულაციაში: აორთქლებისას ოფლი დიდი რაოდენობით შთანთქავს რა სითბოს, აცივებს კანს. საოფლე ჭირკვლებს პრაქტიკულად არა აქვს ექსკრეტორული მნიშვნელობა, ე. ი. ორგანიზმიდან ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტების, კერძოდ აზოტის შემცველი ნივთიერებების გამოყოფის უნარი. ოფლში აზოტის შემცველობა იმდენად მცირეა, რომ მის გამოყოფას კანის საშუალებით ორგანიზმისათვის არავითარი პრაქტიკული მნიშვნელობა არა აქვს. მხოლოდ თირკვლების ფუნქციის მკვეთრი დარღვევის შემთხვევებში, როდესაც სისხლში ცილოვანი ცვლის პროდუქტები ძლიერ მომატებულია, მაშინ ისინი საოფლე ჭირკვლებით გამოიყოფიან.

ოფლის გამოყოფა რეგულირდება ნერვული სისტემის საშუალებით. საოფლე ჭირკვლების ინერვაცია მხოლოდ სიმპათიკური ნერვული სისტემით წარმოებს და ამიტომ ოფლის სეკრეციასაც იგი იწვევს. აღსანიშნავია, რომ ადრენალინი, რომელიც სიმპათიკური ნერვული სისტემის მსგავსად მოქმედებს, არ იწვევს ოფლის დენას, რადგან სიმპათიკურის დაბოლოებანი საოფლე ჭირკვლებში გამოყოფენ არა სიმპათინს, არამედ აცეტილქოლინს.

ოფლის რეგულექსური გამოყოფა შესაძლებელია კანის სითბური რეცეპტორების გალიზიანებით. საკმარისია გამთბარი საგნის მოთავსება წინამხრის განსაზღვრულ უბანზე ან სხეულის სხვა ნაწილზე, რომ ოფლის სეკრეცია გაძლიერდეს. კიდევ უფრო მატულობს ოფლის გამოყოფა კანის დიდი უბნების სითბური გალიზიანების შედეგად. ოფლის გამოყოფაში დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ცენტრალური ნერვული სისტემის, განსაკუთრებით დიდი ჰემისფეროების

ქერქის მდგომარეობას. ემოციების (შიში, გაბრაზება, ტკივილი) დროს აღვილი აქვს ოფლის გაძლიერებულ გამოყოფას. ამ დროს ხშირია ე. წ. „ცივი ოფლი“, რომლის გამოყოფისას კანი ფერმკრთალდება და ცივდება სისხლძარღვების შევიწროვების გამო.

ოფლის გამოყოფის ფუნქცია უმთავრესად ადამიანისთვისაა და მახასიათებელი, შედარებით ნაკლებად უმაღლეს მაიმუნებისათვის და ზოგიერთ ცხოველებისათვის.



სურ. 42. სხვადასხვა ტიპის სეკრეციის კანის ჭირკვლების სქემა.

I — პოლიკრინული; II — აპოკრინული; III — ეკრინული; 1 — უჯრედების გარეთა შრე, რომლებიც განუწყვეტლოვ მრავლებიან; 2 და 3 — უჯრედების გადაგვარების სხვადასხვა სტადია; 4 — ჭირკვლის სეკრეტი, რომელიც უჯრედების გადაგვარების პროდუქტს წარმოადგენს; 5 — პროტოპლაზმის ნაწილი, რომელიც სეკრეტად გარდაიქმნება; 6 — გადაუგვარებელი უჯრედების ნაწილი; 7 — სეკრეტი, რომელიც უჯრედების დაზიანების გარეშე გამოიყოფა.

კანის სითბოს მარეგულირებელი ფუნქცია

სითბორეგულაცია ცხოველებში. სხეულის მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნება შესაძლებელია ორგანიზმში წარმოქმნილი სითბოს გაცემით გარემომცველ ჰაერში ან წყალში. ნივთიერებათა ცვლის პროცესების გაძლიერება და სითბოს გაცემის შემცირება იწვევს ორგანიზმის გადახურებას, ხოლო ნივთიერებათა ცვლის პროცესების შენელება ან სითბოს გაცემის გაძლიერება ორგანიზმის ვაცივებას — ტემპერატურის დაქვეითებას. აქედან გამომდინარე, როგორც ეს ზემოთ იქნა განხილული, სხეულის მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნება შესაძლებელია ქიმიური და ფიზიკური თერაპორე-

გულაციით. ქიმიური თერმორეგულაცია წარმოებს მოძრაობათა აქტიურობითა და ნივთიერებათა ცვლის პროცესების მომატებით ლეიძლსა და სხვა ორგანოებში. რაც შეეხება ფიზიკურ თერმორეგულაციას, იგი ხორციელდება სითბოს გატარებით, დასხივებით და სხეულის ზედაპირიდან სითხის აორთქლებით.

უდაბლეს ძუძუმწოვრებში უმთავრესად ქიმიურ სითბორეგულაციას აქვს ადგილი, ფიზიკური კი მეტად უმნიშვნელოდაა გამოხატული. მათი სხეულის ტემპერატურა შედარებითი არამუდმივობით ხასიათდება. სხეული ტემპერატურას ერთ დონეზე ინარჩუნებს მხოლოდ ჰაერის ტემპერატურის უმნიშვნელო ცვლილებების შემთხვევაში.

შედარებით უფრო მდგრადი აქვთ სხეულის ტემპერატურა მღრღნელებს, ქიმიურ თერმორეგულაციასთან ერთად, რომელიც აქ ძირითადია, მნიშვნელობას იძენს აგრეთვე ფიზიკური თერმორეგულაციაც.

უფრო სრულყოფილი თერმორეგულაცია აქვთ მტაცებლებს. მღრღნელებთან შედარებით მტაცებლებში ქიმიური თერმორეგულაცია სუსტადაა გამოხატული, ხოლო ფიზიკური გაცილებით დიდ როლს თამაშობს. გაცივებისაგან მათ იცავს: ბეწვის საფარი, კანქვეშა ცხიმოვანი ქსოვილი, რომელიც ხშირად დიდ სისქეს აღწევს და კარგად განვითარებული კანის ღრმა სისხლძარღვოვანი ქსელი, რომლის სისხლსავესება იცვლება გარემო ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით.

თუ გარემოს ტემპერატურა სხეულის ტემპერატურის თანაბარი ან მასზე მეტი ხდება, მაშინ სითბოს გაცემა ფილტვების ვენტილაციის გაძლიერების ხარჯზე ხდება (სითბური ქოშინი). გაძლიერებული სუნთქვისას ძაღლებში ერთი საათის განმავლობაში 200 მლ წყალი ორთქლდება. გარდა ამისა, მკვეთრად ძლიერდება აგრეთვე ნერწყვის გამოყოფა, რომელიც სწრაფად ორთქლდება პირის ღრუს ლორწოვანი გარსიდან, განსაკუთრებით კი ენიდან, რომელიც ცხოველს ამ დროს გამოყოფილი აქვს. წყლისა და ნერწყვის აორთქლება ვერ იცავს ცხოველს გადახურებისაგან, ამიტომ მტაცებლებში ტემპერატურის მომატებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ქიმიურ სითბორეგულაციას.

აღამიანის კანის თერმორეგულატორული ფუნქცია. აღამიანში მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნება თითქმის ფიზიკური თერმორეგულაციით წარმოებს, იგი ხორციელდება ოფლის გამოყოფის ინტენსიობისა და კანის სისხლძარღვების სისხლით ავსების ცვლილებებით.

აღამიანის კანი მდიდარია სისხლძარღვებით, რომლებიც კანში

ქმნიან წნულებს. მათ შორის ღრმა წნული მდებარეობს კორიუმსა (საკუთრივ კანსა) და კანქვეშა ქსოვილის საზღვარზე. ზედაპირული წნული კი — ეპიდერმისის ქვეშ. აღნიშნული წნულები ანასტომოზების საშუალებითაა დაკავშირებული ერთიმეორესთან. სხვადასხვა ზემოქმედების შედეგად შესაძლებელია რეფლექსურად შეიცვალოს წნულების სისხლსავეობა. სიცივეზე ზედაპირული სისხლძარღვთა წნულები ვიწროვდება, ხოლო ღრმად მდებარე, პირიქით — ფართოვდება. ეს იწვევს კანის ზედაპირული შრის ტემპერატურის დაცემას და მასასადამე სითბოს გაცემის შემცირებას. სითბური გამაღიზიანებელი იწვევს კანის ორივე წნულების სისხლძარღვების გაფართოებას ან უპირატესად ზედაპირული წნულის სისხლძარღვებისას. ორივე შემთხვევაში სითბოს გაცემა მატულობს.

არაიშვიათად სისხლძარღვთა რეაქციები ტემპერატურულ გაღიზიანებაზე ორფაზიანია, მაგალითად, სისხლძარღვთა შევიწროებას, როგორც ძირითად რეაქციას წინ უსწრებს მათი გაფართოება ან პირიქით, თავიდანვე იწყება ძირითად რეაქცია, ხოლო შემდგომ სისხლძარღვები ფართოვდება.

სითბოს გაცემა სხვადასხვა გარემო პირობების დროს. ორგანიზმის მიერ სითბოს გაცემა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული გარემომცველი ჰაერის ტემპერატურაზე, სინოტივეზე და მოძრაობაზე. რაც უფრო დაბალია ჰაერის ტემპერატურა, მით უფრო მეტი რაოდენობით კარგავს კანი სითბოს გასხივებისა და გატარების გზით. გარკვეული მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ჰაერის გადაადგილებას (კონვექციას), რომელიც მისი ტემპერატურის ცვლილებითაა გამოწვეული. ადამიანის სხეულის ირგვლივ ყოველთვის იმყოფება 1—2 მმ სისქის ჰაერის ფენა, რომელსაც თითქმის ისეთივე ტემპერატურა აქვს, როგორც კანს. თუ ჰაერის ტემპერატურა დაბალია, მაშინ სხეულის ირგვლივ მყოფი თბილი და ამავე დროს მსუბუქი ჰაერი მალა ადის, და მის ადგილას ცივი ჰაერი იკავებს, რომელიც შემდგომში თბება. ასე ხდება ჰაერის განუწყვეტლივ მიმოცვლა, რომელიც ხელს უწყობს სითბოს გაცემას გატარების გზით. რაც უფრო დიდია ჰაერის მოძრაობა (მაგალითად ქარის დროს), მით უფრო მეტი რაოდენობით კარგავს სითბოს კანი.

აღსანიშნავია, რომ სითბოს გაცემა გატარების გზით მატულობს ჰაერის ტენიანობის მომატებასთან ერთად. დაბალი ტემპერატურის პირობებში ოფლის გამოყოფა უმნიშვნელოა, ამიტომ მას სითბოს რეგულაციაში მნიშვნელობა არა აქვს. გარემო ტემპერატურის მომატებისას 20—25°-მდე ოფლის გამოყოფა მატულობს, ხოლო სითბოს გაცემა გასხივებისა და გატარების გზით კლებულობს და 35° დროს მთლიანად წყდება. ამიტომ გარემოს მაღალი ტემპერატურის

პირობებში გამოყოფილი ოფლის აორთქლება სითბოს გაცემის ერთადერთ საშუალებას წარმოადგენს. ოფლის აორთქლება ადვილად წარმოებს დაბალი ტენიანობისა და ჰაერის მოძრაობის პირობებში, ხოლო ტენიანობის მომატებისას და ჰაერის მოძრაობის შემცირებისას გაძნელებულია.

კანის რთული ორგანიზმის გამოწრთობაში

ორგანიზმის გამოწრთობა წარმოებს ბუნებრივი ძალების — ჰაერის, წყლისა და მზის გამოყენებით. გამოწრთობილი ორგანიზმი სწრაფად ეგუება გარემო პირობების ფიზიკური ფაქტორების ცვალებადობას.

გარემო ფაქტორები, მოქმედებენ რა სხეულის ზედაპირზე, იწვევენ როგორც ადგილობრივი, ისე ზოგად რეაქციებს. ადგილობრივი რეაქცია უმთავრესად ეპიდერმისის ძირითადი შრის უჯრედების გაღიზიანებაში გამოიხატება, რის შედეგადაც ისინი ინტენსიურად მრავლდებიან და ეპიდერმული შრეც სქელდება. ეპიდერმისში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების წარმოქმნა მატულობს, აღნიშნული ნივთიერებები გადადის კორიუმში და იწვევს მის სისხლის ძარღვების გაფართოებას და ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებას. კანის პიგმენტაცია ინტენსიური ხდება.

შემდგომ ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებანი გადადის სისხლის ნაკადში და იწვევს ორგანიზმის ზოგად რეაქციას. ზოგადი რეაქციების გამოწვევაში დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე კანის რეცეპტორების ადგილობრივ გაღიზიანებას. იგი იწვევს თერძორეგულაციის რეფლექსურ ცვლილებებს, აგრეთვე ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციური აქტიურობის მომატებას, რასაც თან სდევს ნივთიერებათა ცვლის პროცესების გაძლიერება.

ბუნებრივი ფაქტორებით სხეულის გამოწრთობის შედეგად ორგანიზმი გამძლე ხდება გარემო ტემპერატურის ცვლილებებისადმი, ორგანიზმის აუთონისებლობა ინფექციურ დაავადებებისადმი მატულობს, იზრდება ადამიანის გონებრივი და ფიზიკური შრომისუნარიანობა.

ბუნებრივი ფაქტორების მოქმედება ორგანიზმზე იწვევს კანის სისხლძარღვების მხრივ გარკვეულ რეაქციას — სისხლის გადანაწილებას ზედაპირულ და ღრმა სისხლძარღვებში. ასეთი რეაქციები თავდაცვითი ხასიათისაა და იცავს ორგანიზმს გაცივებისა ან გადახურებისაგან. ამრიგად, გარემოს ცვალებადი ტემპერატურა იწვევს კანის სისხლძარღვების თავისებურ ვარჯიშს. რაც უფრო გავარჯიშებულია კანის სისხლძარღვები, მით უფრო მეტადაა გამოწრთობილი

ადამიანის ორგანიზმი და გარემოს ცვალებადი პირობები მასზე ფუნქციურ ცვლილებებს არ იწვევს.

ბუნებრივი ფაქტორებით სხეულის გამოწრთობისათვის საჭიროა ორგანიზმი თანდათანობით შეეჩვიოს ჰაერის, წყლისა და მზის ზემოქმედებას, ხოლო ამასთანავე აუცილებელია გამოვიყენოთ ფიზიკური ვარჯიში და სპორტი.

კანის ასაკობრივი თავისებურებანი

კანის ფიზიოლოგიური ასაკობრივი თავისებურებანი მკიდროდა დაკავშირებული მის მორფოლოგიასთან. ბავშვის კანის ფუნქციური და მორფოლოგიური ასაკობრივი თავისებურებანი შემდეგში მდგომარეობს: კანი ნაზია, სველი, მდიდარია ზერელე სისხლის ძარღვებით, სუსტადაა განვითარებული კუნთოვანი და ელასტიკური ბოჭკოები; ქონის ჭირკვლები საოფლე ჭირკვლებთან შედარებით, კარგად ფუნქციონირებენ, კანის ინერვაცია სუსტადაა განვითარებული, არასრულყოფილია თერმორეგულაცია, კანი ადვილად განიცდის დაზიანებას, დაინფიცირებას, გაცივებასა და გადახურებას. ახალშობილებში კანი დიდ როლს თამაშობს გარემოსთან შეგუების პროცესში.

ბავშვებს კანის ზედაპირი სხეულის წონასთან შედარებით უფრო დიდი აქვთ, ვიდრე მოზრდილებს. რაც უფრო პატარაა ბავშვი, ეს განსხვავება უფრო მკვეთრადაა გამოხატული. ბავშვის კანის აბსოლუტური ზედაპირი, რასაკვირველია, უფრო ნაკლებია, ვიდრე მოზრდილისა. სხეულის წონის 1 კილოგრამზე კანის ზედაპირის შემდეგი რაოდენობა მოდის.

ახალშობილებში — 704 სმ², 1 წლის ბავშვში — 528 სმ², 6 წლისაში — 456 სმ², 10 წლისაში — 423 სმ², 15 წლის მოზარდში — 378 სმ², ხოლო მოზრდილებში — 221 სმ².

ამრიგად, რაც უფრო პატარაა ბავშვი, მისი კანის შეფარდებათი ზედაპირი უფრო დიდია და ასაკის მომატებასთან ერთად მცირდება.

კანის ამ თავისებურების გამო ბავშვები გაცილებით მეტ სითბოს კარგავენ, ვიდრე მოზრდილები. ამიტომ, ბავშვებში სითბოს მეტი რაოდენობა წარმოიქმნება (სხეულის წონასთან შედარებით), ვიდრე მოზრდილებში.

კანის ზერელე შრე, ანუ ეპიდერმისი, განსაკუთრებით ჩვილ ბავშვებში, თხელია, ნაზი და ადვილად ზიანდება. ეს თავისებურება სათანადო პირობებს ქმნის სხეულის გაცივებისა და კანში ინფექციის შეჭრისათვის.

რაც შეეხება საკუთრივ კანს, ანუ ღერმას, ბავშვებში ისიც

გაცილებით თხელია, ვიდრე მოზრდილებში: უხვად შეიცავს სისხლ-
ძარღვებს, მაგრამ მათი ნერვული რეგულაცია ჯერ კიდევ არა-
სრულყოფილია. ეს თავისებურებაც ხელს უწყობს ორგანიზმის
სწრაფ გაცივებას.

ელასტიკური ბოჭკოები 3 წლისათვის საკმაოდ ვითარდება და
ბავშვის კანი დამახასიათებელ დაჭიმულობას იძენს.

კანქვეშა ცხიმოვანი შრე ჩვილ ბავშვებში საკმაოდაა განვითარე-
ბული. ყველაზე მეტად კი ცხიმოვანი შრე 6 თვის ასაკში ვითარდება,
შემდეგში მისი განვითარება ცვალებადი და ცალკეულ შემთხვევა-
ში სხვადასხვაგვარია.

სქესობრივი მომწიფების პერიოდში, განსაკუთრებით გოგონებ-
ში, ადგილი აქვს კანქვეშა ცხიმოვანი შრის ზრდას, ბუნებრივი პიგ-
მენტაციის მატებას, კანის ჭირკვლების ინტენსიურ განვითარებას,
ამავე დროს, თმის ზრდას ილღიებში და ბოქვენზე.

კანი ასრულებს მრავალმხრივ და მნიშვნელოვან ფუნქციას,
ამიტომ საჭიროა გულმოდგინედ ვადევნოთ თვალყური სისუფთავეს,
დავიცვათ იგი სხვადასხვა მავნე ზემოქმედებისაგან და დროულად
ფუმკურნალოთ კანის დაავადებას.

თ ა შ ი მ ი ც ხ რ ა

შ რ ო მ ი ს ფ ი ზ ი ო ლ ო გ ი ა

ზ ო გ ა ლ ი ც ნ ო გ ე ბ ი

შრომის ფიზიოლოგია შრომის ჰიგიენის განუყოფელი ნაწილია.
შ რ ო მ ი ს ფ ი ზ ი ო ლ ო გ ი ა შეისწავლის ადამიანის ორგანიზმში
შრომით საქმიანობასთან დაკავშირებული ფიზიოლოგიური პროცე-
სების ცვლილებას.

შრომის ფიზიოლოგიის ამოცანაა შეიმუშავოს და ცხოვრებაში
დანერგოს ფიზიოლოგიური პროცესების ნორმალიზაცია, გადაქან-
ცვის თავიდან აცილებისა და შრომისუნარიანობის ამაღლების ლო-
ნისძიებანი. ამდენად შრომის ფიზიოლოგია ხელს უწყობს შრომის
ნაყოფიერების ზრდას.

ადამიანის არსებობისათვის შრომა პირველი და ძირითადი ჰი-
რობაა.

ფიზიოლოგიის თვალთახედვით შრომა ადამიანის ორგანიზმის
ფუნქციაა. შრომითი საქმიანობა დაკავშირებულია ადამიანის თავის
ტვინის, ნერვებისა და კუნთების ენერგიის ხარჯვასთან.

ენერჯის გარდაქმნის ყველა სახე, მათ შორის ადამიანის მოქმედებასთან დაკავშირებული ენერჯის გარდაქმნა, არის მუშაობა. ამ გაგებით შეიძლება ვილაპარაკოთ კიდურებისა და სხვა ორგანოების ან მთლიანი ორგანიზმის მუშაობაზე.

ფიზიოლოგიური გაგებით მუშაობა სრულდება თამაშის, ცეკვების, სპორტული ვარჯიშებისა და ყოველი მოძრაობის დროს.

შრომითი საქმიანობის შესრულების დროს ფიზიკური ან გონებრივი მუშაობის გამოყენების უპირატესობაზეა დაფუძნებული ადამიანების დაყოფა ფიზიკური და გონებრივი შრომის წარმომადგენლებად. ნამდვილად ასეთ დაყოფას საფუძვლად არ უდევს ფიზიოლოგიური წინაპირობა. ადამიანის მიერ შესრულებულ ყოველ მოძრაობაში მონაწილეობს როგორც კუნთები, ისე ნერვული სისტემა.

შრომის ფიზიკური და გონებრივი დაყოფა ყოველთვის არ არსებობდა. შრომის ასეთი დაყოფა აღმოცენდა ადამიანთა საზოგადოების განვითარების იმ საფეხურზე, როცა პირველად გაჩნდა კერძო საკუთრება და საზოგადოება დაიყო მჩაგვრელ და ჩაგრულ კლასებად. მონათმფლობელურ საზოგადოებაში აუცილებელი გახდა, რომ ადამიანებს მონების შრომა და მეურნეობა წარემართად და რომ ადამიანებს მეცნიერებისა და ხელოვნებისათვის მიემართათ.

გონებრივ შრომას ეწეოდნენ უმთავრესად ის ადამიანები, რომლებიც მონათმფლობელების კლასიდან იყვნენ წარმოშობილნი, სხვა კლასებიდან გამოსული ადამიანები, რომლებიც გონებრივ შრომას ეწეოდნენ, ემსახურებოდნენ აგრეთვე მონათმფლობელების ინტერესებს, ეხმარებოდნენ მათ მონების ექსპლოატაციაში. ასე გაჩნდა შრომის დაყოფა ფიზიკურ და გონებრივ შრომად, გაჩნდა მათ შორის წინააღმდეგობა, ეს წინააღმდეგობა გაღრმავდა ფეოდალურ საზოგადოებაში და კიდევ უფრო მეტად — კაპიტალიზმის დროს.

ოქტომბრის რევოლუციამ მოსპო ადამიანის მიერ ადამიანის ექსპლოატაცია და ამით გონებრივ და ფიზიკურ შრომას შორის წინააღმდეგობის საფუძველი შეარყია. წარმოების მექანიზაციამ, ავტომატიზაციამ, ელექტრონიკის გამოყენებამ ძირეულად შეცვალა შრომის ხასიათი, მუშებისა და კოლმეურნე გლეხების შრომა სულ უფრო უახლოვდება ინჟინრის, ტექნიკოსის, აგრონომის შრომას. მაგრამ წარმოების მექანიზაცია და ავტომატიზაცია არ ნიშნავს კომუნისტურ საზოგადოებაში ფიზიკური შრომის უგულვებელყოფას.

კომუნისმის გამარჯვებასთან ერთად ადამიანების წარმოებით საქმიანობაში მოხდება გონებრივი და ფიზიკური შრომის ორგანული შერწყმა.

ენერგიის ხარჯვა სხვადასხვა სამუშაოს შესრულების დროს. აღმნიშნა შრომითი საქმიანობის დროს კუნთური მუშაობის ყველა სახე შეიძლება დავყოთ მსუბუქ, საშუალო და მძიმე სამუშაოდ.

მსუბუქს მიეკუთვნება სამუშაოები, რომლის შესრულების დროს წუთში იხარჯება 0,5 ლიტრზე ნაკლები ჟანგბადი, ან 2,5 კალორიაზე ნაკლები ენერგია. დღე-ღამის ენერგეტიკული დანახარჯების მიხედვით მსუბუქს მიეკუთვნება ისეთი სამუშაოები, რომლის დროსაც დღე-ღამეში იხარჯება 2300—3000 კალორია.

ამ ჯგუფს მიეკუთვნება სამუშაოები, რომლებიც ჯდომის მდგომარეობაში სრულდება და არ თხოულობს განსაკუთრებულ კუნთურ დაძაბვას (მკერავები, კანტორის თანამშრომლები და სხვა).

საშუალო სიმძიმის სამუშაოების შესრულების დროს წუთში იხარჯება 0,5-დან 1 ლიტრამდე ჟანგბადი და 1,5-დან 5 კალორამდე ენერგია დღე-ღამეში. საშუალო სიმძიმის სამუშაოების შესრულების დროს 3100—3900 კალორია იხარჯება.

ამ ჯგუფს მიეკუთვნება: ფეხზე დგომასა და სიარულთან დაკავშირებული სამუშაოები (მექანიკური საამქროების მუშები, მრთველები, მქსოველები) და სიმძიმის აწევასთან დაკავშირებული სამუშაოები.

მძიმეს მიეკუთვნება სამუშაოები, რომლის დროსაც წუთში იხარჯება 1 ლიტრზე მეტი ჟანგბადი და 5 კალორიაზე მეტი ენერგია. დღე-ღამის ენერგეტიკული დანახარჯების დონის მიხედვით მძიმე სამუშაოს შესრულების დროს 4000—4500 კალორია ენერგია იხარჯება. ამ ჯგუფის სამუშაოებს ეკუთვნის ძლიერ კუნთურ დაძაბვასთან დაკავშირებული სამუშაოები, დიდი სიმძიმეების აწევასა და გადატანასთან დაკავშირებული სამუშაოები (მჭედლები, ლითონის ჩამომსხმელები, მტვირთავები და სხვა).

ორგანიზმის ენერგეტიკული დანახარჯების ჰიგიენური შეფასება. აღმნიშნის შრომითი საქმიანობისას ენერგეტიკული დანახარჯების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. ამას მნიშვნელობა აქვს სამუშაოს განსაზღვრისა და ზედმეტი კუნთური დაძაბვის თავიდან აცილების, შრომის რეჟიმის ორგანიზაციისა და შრომისუნარიანობის გაზრდისათვის. მაგრამ იზოლირებულად აღებული ენერგიის დანახარჯი არ შეიძლება იყოს საიმედო კრიტერიუმში ყოველგვარი სამუშაოს ფიზიოლოგიური შეფასებისათვის. ჯერ ერთი, ყველა სამუშაო, რომელიც ხასიათდება ენერგიის მცირე დანახარჯით, არ შეიძლება მივაკუთვნოთ მსუბუქ სამუშაოს. ასე, მაგალითად, დაძაბული სტატიკური სამუშაოს შესრულების დროს მცირე ენერგია იხარ-

ჯება. მეორე, სამუშაოს შესრულების დროს ენერგიის დიდი რაოდენობით ხარჯვა ყოველთვის უარყოფით მოვლენად არ უნდა ჩავეთვალოთ.

სათხილამურო სპორტი, რომელიც თხოულობს ენერგიის განსაკუთრებით მაღალ დანახარჯებს, შეიძლება ვაწარმოოთ მრავალი საათის განმავლობაში და ამავე დროს შევიწინარჩუნოთ კარგი გუნება-განწყობილება და ორგანიზმის ზოგადი მაღალი ტონუსი. ამიტომ, შრომითი პროცესის სწორად შეფასების მიზნით ორგანიზმის ენერგეტიკული დანახარჯების შესწავლა აუცილებელია ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობისა და ორგანიზმის სხვა ფიზიოლოგიური პროცესების შესწავლასთან ერთად.

ნერვული სისტემა მუშაობის პროცესში. კუნთური მუშაობა რთული ფიზიოლოგიური პროცესია, რომელშიც მონაწილეობს ორგანიზმის ყველა ორგანო და სისტემა. კუნთების მუშაობის დროს ორგანიზმში მიმდინარე ყველა პროცესის საკოორდინაციო როლი ნერვულ სისტემას მიეკუთვნება.

მუშაობის შესრულების დროს მოძრაობანი და მათი ხასიათი დამოკიდებულია, ერთის მხრივ, თავის ტვინის ქერქიდან მიმდინარე, ხოლო მეორე მხრივ, კუნთების პროპრიოცეპტორებიდან ცენტრისკენ მიმავალ იმპულსებზე.

დადგენილია, რომ კუნთში მიმდინარე ენერგეტიკული პროცესების დონე დამოკიდებულია თავის ტვინის ქერქიდან მომდინარე იმპულსებზე. მაგალითად, დასვენების დღესთან შედარებით, სამუშაო დღის ძირითადი ცვლა 15—30%-ით მეტია, რაც დაკავშირებულია სამუშაო დღისათვის ჩვეულ სიგნალებთან. გაზთა ცვლის მომატება დადგენილი იყო „წარმოდგენითი“ მუშაობის — შთაგონების დროს.

კუნთური მუშაობის ხასიათი და ინტენსიობა თავის მხრივ ცვლილებებს იწვევს თავის ტვინის ქერქში. ძლიერ ინტენსიური კუნთური მუშაობა აქვეითებს თავის ტვინის ქერქის აგზნებადობას, არღვევს პირობით-რეფლექსურ მოქმედებას, აძლიერებს შეკავებით პროცესებს. ზომიერი კუნთური მუშაობა აუმჯობესებს პირობით-რეფლექსურ მოქმედებას.

სხვადასხვა გამოკვლევებით დადგინდა ქრონაქსიის ცვლილება კუნთური მუშაობის დროს; ინტენსიური კუნთური მოქმედება ახანგრძლივებს ქრონაქსიას.

კუნთურ მუშაობაში ადამიანის ორგანიზმი მთლიანად ლეზულობს მონაწილეობას, ე. ი. კუნთური მუშაობა ხორციელდება ერთდროულად მთელი რიგი ორგანოებისა და სისტემების მოქმედებით, ყველა მოქმედებას: არეგულირებს ცენტრალური ნერვული სისტემა.

გულ-სისხლძარღვოვანი და სასუნთქი სისტემა მუშაობის დროს.

მუშაობის დროს იზრდება გულის წუთმოცულობა. მოსვენების პირობებში იგი უდრის 3—4 ლიტრს წუთში, ინტენსიური კუნთური მუშაობის დროს წუთში 30—35 ლიტრს აღწევს. მუშაობის დაწყებიდან 15—30 სეკუნდის შემდეგ (ზოგჯერ რეფლექსურად მუშაობის დაწყებამდე, პულსი ხშირდება, მუშაობის სიძლიერის მიხედვით აღწევს გარკვეულ სიდიდეს და ინარჩუნებს ამ ოდენობას მთელი მუშაობის განმავლობაში. ფიზიკური მუშაობის დროს პულსის დათვლა არის ფიზიოლოგიური კონტროლის მარტივი და ხელმისაწვდომი მეთოდი.

კუნთური მუშაობის დროს სისხლის მაქსიმალური წნევა მნიშვნელოვნად მატულობს. განსაკუთრებული დაძაბული მუშაობის დროს იგი 60—80 მმ-ით მატულობს. ვინაიდან სისხლის მაქსიმალური წნევა მატულობს უფრო მეტად, ვიდრე მინიმალური, ამიტომ კუნთური მუშაობის დროს აღინიშნება სისხლის პულსური წნევის მომატებაც.

ცენტრალური ნერვული სისტემიდან იმპულსების გავლენით და აგრეთვე კუნთის შეკუმშვის პროდუქტების (რძის მჟავა) სისხლძარღვებზე გამაგანიერებელი მოქმედების შედეგად მნიშვნელოვნად ფართოვდება კუნთის კაპილარული ქსელი და მატულობს მათი სანათური. ეს ხელს უწყობს მომუშავე კუნთის სისხლით უკეთესად მომარაგებას და ცვლის პროდუქტების გამოდევნას.

გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მსგავსად, სასუნთქი სისტემა კუნთური მუშაობის დასაწყისშივე აძლიერებს თავის მოქმედებას.

მოსვენების პირობებში ერთი წუთის განმავლობაში ფილტვების ვენტილაცია შეადგენს 6—8 ლიტრ ჰაერს, კუნთური მუშაობის დასაწყისშივე მატულობს და შეიძლება მიაღწიოს წუთში 100 ლიტრ ჰაერს, ამასთან მატება ხდება შესრულებული სამუშაოს სიდიდის პარალელურად. ვენტილაციის მომატება, ისე როგორც პულსის გახშირება, პირობით-რეფლექსურად სამუშაოს წინა პერიოდშიც ხდება. ფილტვების ვენტილაცია მატულობს, როგორც სუნთქვის სიხშირის, ისე თითოეული ჩასუნთქვის სიღრმის ხარჯზე. მოსვენების პირობებში სუნთქვის სიხშირე წუთში 16—18-ს უდრის, მუშაობის დროს წუთში შეიძლება 30—40-მდე მოიმატოს. ფილტვების ვენტილაციის ოდენობა და სუნთქვის ხასიათი დამოკიდებულია, როგორც ინდივიდუალურ თავისებურებებზე, ისე გაწვრთნილობის ხარისხზე.

სისხლის ცვლილება მუშაობის დროს. მუშაობის დროს ქსოვილების ბიოქიმიური ცვლილებები გავლენას უნდა ახდენდეს სისხლის შედგენილობაზე. მაგრამ კომპენსატორული მექანიზმები ხელს უწყობს სისხლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შედარებით შენარჩუნებას, ამიტომ მომუშავე კუნთით სისხლში მომხდარი ცვლილებები მალე სწორდება.

კუნთური მუშაობის შესრულების დროს სისხლში მაინც შეიქ-
ლება შეენიშნოთ ზოგიერთი დამახასიათებელი ცვლილებანი. ასე,
მაგალითად, მძიმე ფიზიკური სამუშაოს შესრულების დროს მატუ-
ლობს ერითროციტების რიცხვი, ჰემოგლობინის რაოდენობა და
სისხლის სიბლანტე, ლეიკოციტების რაოდენობა შეიძლება 3-ჯერ
გაიზარდოს.

საინტერესოა სისხლში შაქრისა და რძის მჟავას შემცველობა.
მოსვენების პირობებში სისხლში შაქრის რაოდენობა 0,1%-ია. მსუ-
ბუქი კუნთური სამუშაოს შესრულების დროს სისხლში შაქრის დონე
არ იცვლება; ხოლო გაძლიერებული კუნთური სამუშაოს შესრულე-
ბის დროს სისხლში შაქრის დონე ჯერ ეცემა, შემდეგ ღვიძლიდან
შაქრის გაძლიერებული მობილიზაციის გამო მისი შემცველობა მა-
ტულობს და შაქრის მაღალი დონე სისხლში შენარჩუნებულია მთე-
ლი მუშაობის პერიოდში. მუშაობის დროს შაქრის დონის დაცემა
(0,05%-მდე) უნდა განვიხილოთ, როგორც არაკეთილსასურველი
ფაქტი (ნახშირწყლების რესურსების გამოლევა ან არასაკმარისი მო-
ბილიზაცია). ამიტომ მუშაობის დროს რეკომენდირებულია შესვე-
ნების მოწყობა საკვების მიღების მიზნით.

კუნთური მუშაობის დროს შემჩნეულია სისხლში რძის მჟავას
უმნიშვნელო მომატება, მაგრამ ინტენსიური მუშაობის დროს იგი
მატულობს 0,015-დან 0,1—0,2%-მდე.

აღწერილი ჰემოდინამიური ძვრები და ცვლილებები სასუნთქ
სისტემაში მნიშვნელოვნად აძლიერებენ ჟანგბადის გადასვლას მო-
მუშავე კუნთში. ამასთან ერთად მუშაობის დროს მატულობს ქსოვი-
ლების მიერ ჟანგბადის უტილიზაცია.

სისხლში წყალბადის იონების მომატების გამო მატულობს ოქსა-
ჰემოგლობინის დისოციაცია, მატულობს პლანზმაში ჟანგბადის რაო-
დენობა და მისი ქსოვილებში გადასვლის სიჩქარე. ჟანგბადის უტი-
ლიზაციის კოეფიციენტი მატულობს 2-ჯერ და მეტჯერ, განსაკუთ-
რებით გავარჯიშებულ პირებში.

სხეულის ტემპერატურა მუშაობის დროს. მუშაობის დროს სხე-
ულის ტემპერატურა იცვლება. ფიზიოლოგები დიდხანია აღნიშნა-
დნენ, რომ ფიზიკური მუშაობის შემდეგ სხეულის ტემპერატურა
მატულობს. სიარულის, ფიზიკური ვარჯიშების შემდეგ შემჩნეულია
სხეულის ტემპერატურის მომატება 0,4—0,6-ით, ხოლო ზოგიერთი
მძიმე კუნთური მუშაობის (სირბილი, შეშის ხერხვა) დროს სხეუ-
ლის ტემპერატურა 38,5 — 39,3°-მდე აღწევს.

სხეულის ტემპერატურის მცირედი მომატება მუშაობის დროს
დადებითად მოქმედებს ნივთიერებათა ცვლაზე, ქსოვილურ სუნთქ-
ვაზე და ჟანგბადის უტილიზაციის კოეფიციენტზე. სხეულის ტემ-

პერატურის მნიშვნელოვნად მომატება უარყოფითად მოქმედებს აღნიშნულ ფაქტორებზე. ამასთან აღდილი აქვს ცილოვანი ნაერთების გაძლიერებულ დაშლას, გულ-სისხლძარღვთა სისტემისა და ნერვული ცენტრების მოქმედება უარესდება, მნიშვნელოვნად მატულობს ენერჯის ხარჯვა, ძლიერდება ოფლის გამოყოფა, იცვლება ორგანიზმში წყლისა და მარილების რეჟიმი.

მუშაობის შემდგომი აღდგენის პერიოდი. მუშაობის შესრულების პროცესში ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიური ძვრები ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ორგანიზმის მიერ ამ სამუშაოს შესრულებისათვის. როცა ფიზიოლოგიური ძვრების დონე არ შეესაბამება შესრულებულ სამუშაოს, მაშინ ფიქრობენ ორგანიზმის დაავადებაზე, მასში მიმდინარე პათოლოგიური პროცესების შესახებ.

მაგრამ მძიმე ან ხანგრძლივი მუშაობის პროცესში შეიძლება აღმოცენდეს პირობები, როცა ფიზიოლოგიური რეაქციების ხასიათი უკვე მოწმობს იმის შესახებ, რომ კუნთის მოქმედება აღარ მიმდინარეობს ოპტიმალურ პირობებში.

ორგანიზმის ასეთი მდგომარეობის მაჩვენებლად შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც ფიზიოლოგიური ძვრების დონე, ისე მუშაობის შემდგომი აღდგენის პერიოდი.

აღდგენის პერიოდის ქვეშ გულისხმობენ დროს, რომელიც აუცილებელია მუშაობის შეწყვეტის შემდეგ ორგანიზმის ფიზიოლოგიური ფუნქციების საწყისი დონის აღსადგენად.

გულის მოქმედების აღდგენის პერიოდის ხანგრძლივობა სხვადასხვაა (რამდენიმე წუთის ფარგლებში) და განისაზღვრება მუშაობის ინტენსივობით.

გულის შეკუმშვათა სიხშირის აღდგენის შეფერხება გადაჭარბებული მუშაობის, ან გულ-სისხლძარღვთა სისტემის პათოლოგიური მდგომარეობის შედეგია.

სასუნთქი სისტემის, სისხლის წნევის, რძის მჟეავას დონის, სხეულის ტემპერატურის აღდგენისათვის საჭიროა უფრო ხანგრძლივი პერიოდი.

მუშაობის დასაწყისში ჩვეულებრივად არ მოიხმარება ჟანგბადის ის რაოდენობა, რომელიც გაძლიერებულ მუშაობისთვისაა საჭირო. ეს იმით აიხსნება, რომ ორგანიზმს მაშინვე არ შეუძლია კუნთი ჟანგბადის საჭირო რაოდენობით დააკმაყოფილოს და ორგანიზმი თითქოს ვალშია მომუშავე კუნთის მიმართ. ვითარდება ეგრეთ წოდებული ჟანგბადის დავალიანება. ჟანგბადის დავალიანებას შედეგად კუნთში დაგროვილი დაშლის პროდუქტები მუშაობის დამთავრებისას იჟანგება. ამის გამო მუშაობის შეწყვეტის შემდეგ ორგანიზმი კვლავ დიდი რაოდენობით მოიხმარს ჟანგბადს. ამიტომ აღ-

დგენის პერიოდი ეანგბადის მოხმარების მიხედვით შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე წუთიდან საათამდე და მეტიც, ეს შესაძლებლობას გვაძლევს განვსაზღვროთ მუშაობის ინტენსივობის ხასიათი.

აღდგენითი პერიოდის მონაცემების შეფასების დროს უნდა გვახსოვდეს, რომ ფუნქციების აღდგენა ყოველთვის არ ნიშნავს ორგანიზმის შრომისუნარიანობის აღდგენას. დაძაბული კუნთური მუშაობიდან 1—2 საათის შემდეგ შეიძლება შევნიშნოთ ორგანიზმის ყველა ფუნქციის სრული აღდგენა, მაგრამ შრომისუნარიანობის სრული აღდგენა ყოველთვის არ შეინიშნება.

გონებრივი შრომა

ტექნიკური პროგრესის, შრომითი პროცესების ავტომატიზაციისა და მექანიზაციის გამო შრომით საქმიანობაში კუნთურ მუშაობასთან ერთად გონებრივი შრომაც მონაწილეობს. შრომაში გონებრივი საქმიანობა სულ უფრო მნიშვნელოვანი ხდება. სწრაფი მექანიზმებისა და ავტომატების მუშაობისადმი თვალყურის დევნება, კონვეიერზე მუშაობა თხოულობს ყურადღების დაძაბვას, ანალიზატორების ზუსტ მოქმედებას და ამიტომ ასეთი შრომა იწვევს უმაღლესი ნერვული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის ცვლილებასაც. შრომის ფიზიოლოგიისადმი მიძღვნილი შრომების უმეტესობა სწავლობდა კუნთური მოქმედების პროცესებს, ამიტომ მეცნიერების მიერ ამ დარგში მიღებული მონაცემები არ შეიძლება მთლიანად შეუფარდოთ მუშაობის ისეთ სახეებს, რომელთა შესრულებაში უმაღლესი ნერვული მოქმედება ჰარბობს.

გონებრივი შრომა ჩვეულებრივ პულსის შენელებას იწვევს და მხოლოდ იშვიათად მძიმე გონებრივი დაძაბულობის დროს აღვილი აქვს პულსის გახშირებას. დაკვირვებების შედეგად მიღებულია მონაცემები, რომ გონებრივი მუშაობის დროს მატულობს სისხლის წნევა, ხშირდება სუნთქვა, მატულობს თავის ტვინის სისხლძარღვების სისხლით ავსება და კლებულობს ქვემო კიდურებისა და მუცლის ღრუს ორგანოების სისხლით მომარაგება. მაგრამ ამ მონაცემების საფუძველზე ძნელია რაიმე დასკვნის გაკეთება გონებრივი მუშაობის ინტენსივობისა და ხასიათის შესახებ.

მეცნიერებაში უკვე გადადგმულია ნაბიჯები იმ რთული მოვლენების გასარკვევად, რომლებსაც ვხვდებით თავის ტვინის ქერქსა და მთლიან ორგანიზმში გონებრივი მუშაობის დროს.

გონებრივი მუშაობის დროს ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიური პროცესების გარკვევაში დიდად გვეხმარება ი. პავლოვის მოძღვრება.

ადამიანის აქტიურ, მიზანდასახულ შემოქმედებით მუშაობას საფუძვლად უდევს ორივე სასიგნალო სისტემის ერთდროული მოქმედება.

ამჟამად დადასტურებულია, რომ ხანგრძლივი გონებრივი მუშაობა იწვევს სისხლძარღვთა პირობითი რეფლექსების დაქვეითებას და პარადოქსალური რეაქციების წარმოქმნას. დაძაბული გონებრივი მუშაობის დროს დადგენილია სასუნთქი სისტემის ფუნქციების ცვლილებები.

ელექტროენცეფალოგრაფიის მეთოდით გამოვლინდა, რომ თავის ტვინის მოქმედების დენები მით უფრო არსებით და ღრმა ცვლილებებს განიცდის, რაც უფრო დაძაბულია ყურადღება გონებრივი მუშაობის დროს. გადაჭარბებული გონებრივი მუშაობის შედეგად ირღვევა აგზნებისა და შეკავების პროცესები.

ადამიანის გონებრივი შემოქმედებითი მუშაობა დიდადაა დამოკიდებული მის ემოციურ მდგომარეობაზე, ხოლო ემოციური მდგომარეობა კავშირშია როგორც ვეგეტატიური ნერვული სისტემის ქერქ-ქვეშა ცენტრების, ისე შეგნებული სფეროს მუშაობასთან.

დაძაბული გონებრივი შრომის დროს ირღვევა შინაგანი ორგანოების, სისხლის ძარღვების, განსაკუთრებით თავის ტვინისა და გულის სისხლის ძარღვების გლუვი კუნთების ტონუსი.

მეორე მხრივ, პერიფერიიდან და შინაგანი ორგანოებიდან — ექსტეროცეპტორებიდან, ინტეროცეპტორებიდან და პროპრიოცეპტორებიდან თავის ტვინისაკენ მიმავალი იმპულსები გავლენას ახდენს გონებრივი მუშაობის მსვლელობაზე. დადგენილია, რომ გონებრივი მუშაობა მჭიდრო კავშირშია გრძნობათა ორგანოების, პირველ რიგში სმენისა და მხედველობის ორგანოების მუშაობასთან. ცნობილია, რომ გონებრივი მუშაობა გაადვილებულია წყნარ პირობებში. გონებრივი მუშაობის შესრულებაზე არსებით გავლენას ახდენს ვარემო.

ადამიანის გონებრივი საქმიანობის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს კუნთურ მუშაობას. დადგენილია, რომ მსუბუქი კუნთური მუშაობა დადებითად მოქმედებს ადამიანის გონებრივ საქმიანობაზე, ხოლო მძიმე ფიზიკური შრომა აქვეითებს გონებრივ საქმიანობას და ამცირებს მის ხარისხს.

დადგენილია, რომ გონებრივი საქმიანობა აძლიერებს ცილისა და ნახშირწყლების ცვლას. გონებრივი მუშაობის დროს მატულობს ლიპოიდების მოხმარება.

თავის ტვინის სხვადასხვა ფუნქციური მდგომარეობის დროს მის ქსოვილში მიმდინარეობს სხვადასხვა ქიმიური გარდაქმნები. მაგალითად, აგზნების პროცესის დროს ძლიერდება ნახშირწყლების

უანგვა, მატულობს ატფ-ისა და ფოსფოკრეატინის ცვლა (ა. პალადინი).

დამქანცველი გონებრივი მუშაობის შემდეგ ფოსფატების შემცველობა სისხლსა და შარდში მნიშვნელოვნად იზრდება (ორკეცდება). დამქანცველი გონებრივი მუშაობით გამოწვეული ნევროზების მკურნალობის დროს წარმატებით გამოიყენება ფოსფორის შემცველი პრეპარატები.

გონებრივი მუშაობის დროს აუცილებელია ვიტამინების, განსაკუთრებით B₁, B₂, PP და C ვიტამინის მიღება.

ინტენსიური გონებრივი მუშაობა ისევე იწვევს ორგანიზმის დაღლასა და გადაღლას, როგორც ინტენსიური ფიზიკური მუშაობა.

დაღლა

ინტენსიური ან ხანგრძლივი მუშაობის შედეგად ორგანიზმის შრომისუნარიანობა დროებით ქვეითდება, რასაც დაღლა ეწოდება. ამ დროს ორგანიზმში ობიექტურად მიმდინარე პროცესები სუბიექტურად დაღლის შეგრძნებით გამოიხატება.

ცვლილებებს მომუშავე ორგანიზმში ან ორგანიზმში მთლიანად, რომელიც მოქმედების გარკვეული დროის შემდეგ ვითარდება, დაქანცვის სახელითაა ცნობილი; დაღლა კი დაქანცვის სუბიექტური გამოხატულებაა და მას თან ახლავს ორგანიზმის დასუსტება, დამტვრეულობის შეგრძნება და მუშაობის შეწყვეტის სურვილი.

ა. უხტომსკის მიხედვით, დაღლის შეგრძნება ბუნებრივი გაფრთხილებაა. ზოგჯერ დაღლა შეიგრძნობა მაშინ, როცა ჯერ კიდევ საკმარისი საფუძველი არა გვაქვს დაღლის. ამას ადგილი აქვს მოსაწყენი, მონოტონური, ერთფეროვანი მუშაობის შესრულებისას. საკმარისია საინტერესო სამუშაოზე გადასვლა, რომ შრომისუნარიანობა მთლიანად აღდგეს.

გარდა ამისა შეიძლება შევამჩნიოთ დაღლის მოვლენები მისი შეგრძნების გარეშე. ამას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს განსაკუთრებულად საინტერესო სამუშაოს შესრულების დროს, მოსალოდნელი საშიშროების მომენტში სამხედრო ლაშქრობის დროს, შეტაკების დროსა და სხვ.

გადაღლა (გადაქანცვა) დაღლის მძიმე ფორმაა. ამ დროს ჰკვეთრად ირღვევა თანაფარდობა მუშაობის დროს დახარჯულ ენერჯიასა და ენერჯიის აღდგენის პროცესს შორის.

გადაღლა მკვეთრად ამცირებს ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარიანობას გარემოს მავნე ფაქტორების მოქმედების მიმართ, პირ-

ველ რიგში ინფექციისა და შხამიანი ნივთიერებების მიმართ. გადალამ შეიძლება გამოიწვიოს ცენტრალური ნერვული სისტემის დაავადებანი — ნევროზი, ნევრასტენია, ისტერია.

ი. სეჩენოვის მიხედვით, დაღლის მიზეზია თავის ტვინის ნერვული უჯრედების ფუნქციის მოშლა.

ნ. ვედენსკის მოძღვრება ფუნქციური ძვრადობის შესახებ, ე. ი. ცოცხალი ქსოვილის უნარის შესახებ, რომ მასზე მიყენებულ გაღიზიანებებს უპასუხოს მაქსიმალური რიტმით, დაღლის არსის ამოხსნის საშუალებას იძლევა.

მეტისმეტად ძლიერი და ხშირი გაღიზიანების დროს ნერვული ცენტრები აღარ პასუხობენ გაღიზიანებას და მათი აგზნება შეკავებით იცვლება.

ი. პავლოვის მიხედვით, შეკავების პროცესის ერთ-ერთი შინაგანი ავტომატური გამომწვევია დაღლა.

მაგრამ არ შეიძლება გავაიგივეოთ დაღლა და შეკავება. დაღლა — ორგანიზმის ფუნქციების, კოორდინაციის, ცვლის პროცესების რეგულაციისა და შრომისუნარიანობის დროებითი დარღვევაა, მაშინ როცა შეკავება აძლიერებს იმ ფიზიოლოგიურ პროცესებს, რომლებიც ხელს უწყობენ შრომისუნარიანობის მომატებას, რომ დაღლის აღმოცენებაში მონაწილეობს თავის ტვინის ქერქი, შემდეგი ცდიდან ჩანს. თუ ადამიანს ჰიპნოზური ძილის მდგომარეობაში შთავაგონებთ, რომ მას ხელში უჭირავს ფუთიანი გირი, რომელიც უნდა ასწიოს იმდენჯერ, ვიდრე არ დაიღლება, მას ძალიან მალე უფითარდება დაღლა, თუმცა იგი ეწეოდა მხოლოდ 200-გრამიან საგანს.

შრომისუნარიანობა იცვლება სიტყვის, მოწოდების, სიმღერის გავლენით.

კ. ბიკოვმა და მისმა თანამშრომლებმა პირობითი რეფლექსების მეთოდით შეისწავლეს დაღლის მდგომარეობა. მათ დაადგინეს, რომ ხანგრძლივი კუნთური მუშაობის შემდეგ პირობითი რეფლექსები ქვეითდებოდა და ღრმავდებოდა შეკავების პროცესები. დადგინდა, რომ მცირე დატვირთვა მკვეთრად აძლიერებს თავის ტვინის დიდი ნახევარსფეროების ქერქის აგზნებადობას, დიდი დატვირთვა კი აკნინებს პირობით რეფლექსებს. სტატიკური სამუშაოს შესრულების დროს შემჩნეულია თავის ტვინის ქერქის აგზნებადობის მკვეთრი დაცემა და შეკავების გაღრმავება. როგორც ცნობილია, სტატიკური მუშაობა, ენერგიის მცირე რაოდენობით ხარჯვის მიუხედავად, ძალიან დამქანცველია. ეს იმით აიხსნება, რომ სტატიკური მუშაობის დროს განუწყვეტლივ აგზნებულ მდგომარეობაშია ერთი და იგი-

ვე ნერვული უჯრედები, ხოლო თავის ტვინის ქერქის ცალკეული უჯრედების ფუნქციური გადატვირთვა იწვევს სწრაფ დალლასა და შეკავების განვითარებას.

ორგანიზმის შრომისუნარიანობის მომატება და დაღლის პროფილაქტიკა

სოციალისტური სისტემისათვის დამახასიათებელი მთელი რიგი სოციალური ღონისძიებების გამოყენების გამო საბჭოთა კავშირში მშრომელთა დაღლას მასიური ხასიათი არა აქვს.

მაგრამ ცალკეულ შემთხვევებში, პროფილაქტიკის გაუთვალისწინებლობის გამო, დაღლა იწვევს მშრომელთა ჯანმრთელობის დარღვევას.

ორგანიზმის შრომისუნარიანობის მომატებასა და დაღლის პროფილაქტიკის საქმეში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ვარჯიშსა და წვრთნას.

ვარჯიში და წვრთნა. სამუშაოს სისტემატური განმეორებით შესრულების შედეგად ორგანიზმში აღმოცენებული პროცესები აღიერებენ მის შრომისუნარიანობას, რასაც წვრთნა ეწოდება: ვარჯიში არის წვრთნის კერძო შემთხვევა, როცა შრომისუნარიანობა მატულობს რაიმე განსაზღვრულ მოქმედებაზე, მისი მრავალჯერ განმეორების დროს.

ადამიანის შრომითი საქმიანობის დროს გამომუშავდება განსაზღვრული დინამიკური სტერეოტიპი, რომელიც შეგუებადობის ერთ-ერთი საშუალებაა და იგი იცვლება პირობების ცვლილებებთან დაკავშირებით. ამიტომაც ეწეოდა მას დინამიკური სტერეოტიპი.

მამოძრავებელი დინამიკური სტერეოტიპის გამომუშავება შემდეგნაირად ხდება. მამოძრავებელი ჩვევების შექმნის დასაწყისში ირადიაციის პროცესების შედეგად მუშაობაში ჩაირთვება კუნთების ისეთი ჯგუფები, რომელთა მონაწილეობა აუცილებელი არაა მოცემული მამოძრავებელი ჩვევების გამომუშავებისათვის. ამ პერიოდისათვის ჯერ კიდევ შეთანხმებულად არ მოქმედებენ საყრდენ-მამოძრავებელი აპარატი და შინაგანი ორგანოები. მამოძრავებელი აქტების განმეორებასთან ერთად მიმდინარეობს პირობითი რეფლექსების სპეციალიზაცია — მათი დაზუსტება. ვითარდება შინაგანი შეკავების პროცესები, რომლებიც ზღუდავენ აგზნების მეტისმეტად გავრცელებულ პროცესებს. შემდეგში აგზნებისა და შეკავების პროცესების ურთიერთქმედების საფუძველზე თავის ტვინის ქერქის გარკვეულ უჯრედებში ხდება აგზნება, გარკვეულ უჯრედებში — შეკავება. ძი-

რითადი ნერვული პროცესების ასეთი განაწილება, დროში მათი სწრაფი და ზუსტი ცვლა მოძრაობებს ხდის ზუსტსა და შეთანხმებულს. აუცილებელი და სასარგებლო პირობითრეფლექსური კავშირების განმტკიცება და უსარგებლო ან ზედმეტი პირობითრეფლექსური კავშირების გამორიცხვა პირველი და მეორე სასიგნალო სისტემის ურთიერთქმედების საფუძველზე ხდება. ოსტატის, მასწავლებლის ან მწვრთნელის სიტყვა, შრომის დადებითი შედეგი, დაკვირვებულობა და მონდომება ხელს უწყობს დინამიკური სტერეოტიპის განვითარებასა და განმტკიცებას.

სტერეოტიპის განმტკიცებასთან ერთად იწყება მოძრაობათა ავტომატიზაცია. ავტომატური მოძრაობების შესრულება არ თხოულობს ენერჯის დიდ ხარჯვას, მიმდინარეობს სრულყოფილად და ეკონომიურად.

გონებრივი მუშაობის დროს დინამიკური სტერეოტიპი ისევე ყალიბდება, როგორც ფიზიკური მუშაობისას. ამ დროს უმჯობესდება უმაღლესი ნერვული მოქმედების ისეთი რთული აქტები, როგორცაა აზროვნება, მეხსიერება, ყურადღება, მოსაზრებულობა და სხვა.

ამრიგად, წვრთნის შედეგად ორგანიზმში მყარდება ახალი მდგომარეობა, რომელიც ხელს უწყობს ფიზიკური და გონებრივი სამუშაოების უკეთ შესრულებას, ენერჯის ეკონომიურად ხარჯვას, მრავალი მოძრაობის ავტომატიზაციას, მუშაობის ჩვეული რიტმების გამომუშავებას.

წარმოების მოწინავეთა შრომა გამომუშავებული დინამიკური სტერეოტიპის მაგალითია.

წვრთნა და ვარჯიში ორგანიზმში იწვევენ მთელ რიგ ცვლილებებს, წვრთნის შედეგად კუნთებში მატულობს გლიკოგენის რაოდენობა, მნიშვნელოვნად იზრდება კრეატინ-ფოსფორმეჯვას შემცველობაც.

წვრთნის შედეგად მატულობს სისხლის სისტოლური მოცულობა და ერთდროულად კლებულობს გულის შეკუმშვების სიხშირე, ე. ი. გული მუშაობს უფრო ეკონომიურად. წვრთნის დროს იზრდება ორგანიზმის მიერ ენერჯის უტილიზაცია და მცირდება სისხლის წუთმოცულობა.

წვრთნის დროს დიდდება ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა და მცირდება სუნთქვის სიხშირე.

წვრთნის გაუმჯობესებისათვის საჭიროა გარკვეული პირობები. თუ განმეორებითი მუშაობა სრულდება აღდგენითი პროცესების დამთავრების შემდეგ და მისი შედეგი წინა სამუშაოს შედეგზე უკეთესია, მაშინ წვრთნის ეფექტი გამოვლინებულია. მაგრამ თუ სამუ-

შაოებს შორის შესვენება იქნება მეტად ხანგრძლივი, მაშინ მომდევნო სამუშაოს შედეგი წინა სამუშაოს შედეგის ტოლი ან უფრო მცირე იქნება. ამ შემთხვევაში წვრთნის ეფექტი დაკარგულად უნდა ჩაეთვალოს. ცნობილია, რომ საწარმოო სამუშაოს შესრულების შემდეგ რჩება კვალის ეფექტი, რომელიც აღწევს გარკვეულ მაქსიმუმს და ქრება. წვრთნის ეფექტს ვლტულობთ მხოლოდ მაშინ, როცა სამუშაოს განმეორება ემთხვევა კვალის მაქსიმალურ ეფექტს. თუ განმეორებითი მუშაობის შესრულება ხდება, როცა ჯერ კიდევ არ ჩამთავრებულა აღდგენითი პროცესები, მაშინ შეიძლება განვითარდეს ქრონიკული დაღლის მოვლენები — გადაღლა (ფოლბორტი).

დადგენილია, რომ თუ საწვრთნელი ვარჯიშები მცირე ძალისა და ხანგრძლივობის სპორტის დროს არ იწვევენ დაღლას, მაშინ წვრთნის ეფექტი უმნიშვნელოა, მაგრამ ვარჯიშში, რომელიც იწვევს მკვეთრ დაღლას, გადაქანცვას, ვერასოდეს ვერ მიგვიყვანს წვრთნის ეფექტამდე, პირიქით, ასეთი ვარჯიში ამცირებს ორგანიზმის შრომისუნარიანობას.

სამუშაო დრო. დაღლის თავიდან აცილების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა სამუშაო დღის ხანგრძლივობის შემცირება. საბჭოთა კავშირში ეს საკითხი უკვე გადაწყვეტილია. 1919 წლიდან დადგენილი იყო რვა საათიანი სამუშაო დღე. დღეისათვის უკვე განხორციელებულია ყველა მუშისა და მოსამსახურისათვის შეიღისათიან სამუშაო დღეზე გადასვლა, ხოლო ქვანახშირისა და სამთამადნო მრეწველობის მუშებისათვის, მიწისქვეშა მომუშავეთათვის და აგრეთვე მოზარდთათვის დადგენილია ექვსსაათიანი სამუშაო დღე. შაბათსა და დღესასწაულის წინა დღეებში მუშაობის ხანგრძლივობა შემცირებულია 2 საათით. ბევრ დაწესებულებაში დადგენილია კვირაში ორი დასვენების დღე. ახლო მომავალში განზრახულია სამუშაო დღის შემდგომი შემცირება.

შრომის პროცესების ავტომატიზაცია და მექანიზაცია. დაღლის პროფილაქტიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა შრომის პროცესების ავტომატიზაცია და მექანიზაცია, რაც დიდი მასშტაბით ტარდება ჩვენი ქვეყნის საწარმოებში. ჩვენს პირობებში შესაძლებელი გახდა ტექნიკის მიღწევები გამოვიყენოთ მუშათა. კლასის შრომის პირობების გაუმჯობესებისათვის. მექანიზაციის დახმარებით შრომითი ოპერაციები, რომელიც ხელით სრულდებოდა, თანამედროვე მანქანებით იცვლება.

შრომატევადი სამუშაოების მექანიზაცია, მექანიზმების შემდგომი სრულყოფა, მათი მართვის წესების გამარტივება — დაღლის თავიდან აცილების საშუალებაა.

შრომის პროცესის ორგანიზაცია. ფიზიოლოგიური თავისებუ-

რებების მიხედვით შრომის პროცესების რაციონალურ ორგანიზაციას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს დაღლის პროფილაქტიკისა და შრომისუნარიანობის ამაღლებაში. ამასთან აუცილებელია სტატიკური კომპონენტის მაქსიმალური შემოკლება, დატვირთვის თანაბარი განაწილება კუნთების სხვადასხვა ჯგუფებს შორის. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ზედმეტი მოძრაობების აღკვეთას. დაღლის პროფილაქტიკისათვის წამყვანი როლი ეკუთვნის მუშაობის რიტმს.

სწორი რიტმით სტერეოტიპური მოძრაობების განმეორებისას ადვილად გამომუშავდება პირობითი რეფლექსი დროზე, თავის ტვინის ქერქში წარმოიქმნება პირობითრეფლექსური სისტემა, რომელშიც ერთი მოძრაობა აღძრავს მომდევნო მოძრაობას.

საწარმოო და ლაბორატორულ პირობებში დასაბუთებულია, რომ ძლიერი რიტმული მუშაობა ფიზიოლოგიურად უფრო რაციონალურია, ვიდრე მსუბუქი არარიტმული მუშაობა. და ბოლოს, მაღალი შრომისუნარიანობისა და დაღლის პროფილაქტიკის მნიშვნელოვან პირობას წარმოადგენს შრომის ერთი ფორმის მეორე ფორმით შეცვლა.

შრომითი მოღვაწეობის დროს მონოტონურობასთან ბრძოლის მიზნით კონვეიერზე მომუშავე მუშები ერთი ოპერაციიდან მეორე ოპერაციაზე გადაყავთ.

შრომისა და დასვენების რეჟიმი. შრომის კანონმდებლობა ითვალისწინებს აუცილებელ შესვენებებს მუშაობის დროს. სამუშაო დღის განმავლობაში მუშებს შესვენება ეძლევათ მუშაობის დაწყებიდან 4 საათის შემდეგ.

5 დღის მუშაობის შემდეგ ეძლევათ ორი დასვენების დღე. ყველა მუშა და მოსამსახურე წელიწადში ერთხელ სამუშაოს ხასიათისა და პირობების მიხედვით ლებულობს სხვადასხვა ხანგრძლივობის შევებულებას.

მკვლევარების მიერ შეგროვილი მრავალრიცხოვანი მონაცემები მუშაობის დროს რეგულარულ ხანმოკლე შესვენებების შესახებ, ადასტურებენ მათ დადებით გავლენას.

ხანმოკლე შესვენებების მოწყობისას ხელმძღვანელობენ აღდგენითი პერიოდის მონაცემებით. შესვენებები ეწყობა შრომის ნაყოფიერების დაქვეითების დროს.

ინტენსიური კუნთური მუშაობის დროს მიზანშეწონილია ხანგრძლივი შესვენება, ხოლო ნაკლებად ინტენსიური მუშაობისას — ხშირი და ხანმოკლე შესვენებები.

მნიშვნელობა აქვს თვით დასვენების ხასიათსაც.

ი. სეჩენოვმა მთელი რიგი ცდებით დაასაბუთა, რომ მომუშავე ხელი დაღლის მდგომარეობიდან გამოდის ბევრად უფრო ადრე,

როცა მისი მოსვენების მდგომარეობაში გადასვლისას მეორე ხელი იწყებს მუშაობას. ამრიგად, წამოყენებული იყო აქტიური დასვენების იდეა. შემდეგში აქტიური დასვენების იდეა საწარმოო ფიზკულტურის სახით დაამუშავეს და პრაქტიკაში დანერგეს საბჭოთა ფიზიოლოგებმა (მ. მარშაკი და სხვა).

საწარმოო შესვენებების დროს ფიზკულტურის დანერგვა კარგ ეფექტს იძლევა. ბევრ ფაბრიკასა და ქარხანაში ფიზკულტურის დანერგვის შემდეგ ფიზიოლოგიური მაჩვენებლების გაუმჯობესებასთან ერთად შრომის ნაყოფიერება რამდენიმე პროცენტით გაიზარდა (3—14 %).

დაღლის პროფილაქტიკის სხვა ღონისძიებანი. დაღლასთან ბრძოლაში და შრომისუნარიანობის მომატებისათვის შეიქმნა გამოვიყენოთ ადვილად ასათვისებელი ნახშირწყლები და ვიტამინები.

ინტენსიური ფიზიკური და გონებრივი მუშაობის დროს კარგ ეფექტს ვაღწევთ 40—50 გრამი შაქრის მიღებისას. როგორც ფიზიკური, ისე გონებრივი შრომისუნარიანობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მომუშავე ორგანიზმის ვიტამინებით მომარაგებას, პირველ რიგში C, B₁ ვიტამინებითა და ნიკოტინის მკვავით.

ვიტამინები დიდ როლს ასრულებენ იმ ქიმიურ გარდაქმნებში, რომლებიც მიმდინარეობენ კუნთური მოქმედების დროს. კერძოდ, კუნთის შეკუმშვის დროს ნახშირწყლების ცვლის ერთ-ერთი რგოლის, პიროყურძნის მკვავას დაჟანგვაში B₁ ვიტამინი მონაწილეობს.

სწორი სამუშაო პოზა უზრუნველყოფს სხეულში დატვირთვის თანაბარ განაწილებას, ქმნის ხელსაყრელ პირობებს სისხლის მიმოქცევისა და სუნთქვის პროცესების განხორციელებისათვის, რითაც დადებით გავლენას ახდენს შუშის ჭანმრთელობის მდგომარეობასა და შრომისუნარიანობაზე.

სხეულის იძულებითი მდგომარეობა (ფეხზე დგომა, ჯდომა იწვევს ცალკეული ორგანოების დაქანცვას, შეგუბებით მოვლენებსა და დაავადებების განვითარებას.

დაღლის ასაკობრივი თავისებურებანი

ბავშვთა და მოზარდთა სასწავლო მუშაობა ძირითადად გონებრივი შრომაა, რომელიც უმთავრესად თავის ტვინის ქერქისა და გრძნობათა ორგანოების მოქმედებასთანაა დაკავშირებული. ამა თუ იმ ორგანოს მოქმედების შედეგად გარკვეული დროის გავლის შემდეგ იწყება დაღლა.

აღსანიშნავია, რომ სასწავლო პროცესის დროსაც ადგილი აქვს ფიზიკურ მუშაობას, რაც დაკავშირებულია კუნთების დაძაბვასა და

მოქმედებასთან (ფიზკულტურის გაკვეთილები, ლაბორატორიული სამუშაოები, მერხზე ჯდომა). ამრიგად, მოსწავლეთა გონებრივი მოქმედებაც კი რამდენადმე ფიზიკურ მუშაობასთანაა დაკავშირებული.

მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოება, რომ გონებრივი და ფიზიკური შრომის მარეგულირებელი თავის ტვინის ქერქი სხვა ორგანოებთან შედარებით უფრო ადრე იღლება.

ეს გარემოება მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ბავშვთა და მოზარდთა შორის სკოლაში და ოჯახში სასწავლო-სააღმზრდელო მუშაობის ორგანიზაციასა და გატარების დროს.

გაძლიერებული გონებრივი მუშაობის დროს ზოგჯერ ბავშვებსა და მოზარდებში ადგილი აქვს თავის ტვინის, ცხვირიდან სისხლის დენას, კუნთოვანი ძალის შესუსტებას, გულმავიწყობას, აპათიას, ყველაფრისადმი გულგრილობას.

დაღლილობის გრძნობა, რომელიც გამოიხატება მუშაობის შეწყვეტის სურვილით ან მუშაობისადმი ინტერესის დაქვეითებით, შეიძლება მაშინაც კი გამოვლინდეს, როცა ადგილი არა აქვს თავის ტვინის ქერქის ან კუნთოვანი სისტემის ხანგრძლივ დაძაბულობას.

დაღლილობის შეგრძნება ზოგჯერ ძილისადმი მიდრეკილებით შეიძლება გამოვლინდეს მაშინაც კი, როდესაც დაღლა, ხანგრძლივი მუშაობის შედეგი არაა. ასეთი „დაღლილობა“ ზოგჯერ დილითაც პირველ გაკვეთილზე შეიმჩნევა, თუ მოსწავლეს ღამით ცუდად ეძინა. იგი შესაძლებელია აგრეთვე მოწათის ავადმყოფური მდგომარეობის დროსაც გამოვლინდეს.

დაღლილობას ზოგჯერ ადგილი აქვს სასწავლო მასალის მონოტონური ახსნის დროს, თვალსაჩინოებისა და სურათების უქონლობისას და სხვ. რაც უფრო უმცროსია ბავშვი, ეს მით უფრო მკვეთრად ვლინდება, რადგან მისი ორგანიზმი ნაკლებად ეგუება მონოტონურ, სუსტ გაღიზიანებებს.

გონებრივი მუშაობის დროს დაღლა ორ ფაზას გაივლის: მოძრაობითი მოუსვენრობის ფაზას და საერთო შეკავების ფაზას მოდუნებისა და მძინარობის მოვლენებით. ბავშვებსა და მოზარდებს, რომელთაც შეკავების უნარი აწეული აქვთ ან ფიზიკურად სუსტნი არიან, პირველი ფაზა შეიძლება სულ არ ჰქონდეთ ან სუსტად ჰქონდეთ გამოხატული. ამიტომ ცხადია, რომ დაღლის პროფილაქტიკაში მნიშვნელობა აქვს სასწავლო მასალას, მასწავლებლის პიროვნებას და აგრეთვე პედაგოგიური პროცესის ორგანიზაციას.

თუ თავის ტვინის ქერქის საგრძნობი დაქანცვა ხშირად ხდება და დასვენებას ადგილი არა აქვს, მაშინ დაქანცვა გადადის, პათოლოგიურ მდგომარეობაში, რასაც გადაქანცვა (გადაღლა) ეწოდება. გადაქანცვა ქრონიკული დაავადებაა და რიგი ნიშნებით ხა-

სიათღება: ფსიქიკურ ფუნქციათა (აზროვნების, აღქმის, მეხსიერების, ყურადღების და სხვ.) შესუსტებით, თავის ტკივილებით, უძილობით, უმადობით, აპათიითა და სხვ.

მოსწავლეთა გადაქანცვის განვითარებას ხელს უწყობს ანტიპიგიენური პირობები, არასაკმაო კვება, გონებრივი მუშაობის გადატვირთვა, ფსიქიკური განცდები და სხვ.

გადაქანცვის შემთხვევაში აუცილებელია ბავშვთა და მოზარდთათვის განსაკუთრებული რეჟიმის დაწესება და ხანგრძლივი მკურნალობა, რაც ხშირად სწავლის შეწყვეტას მოითხოვს.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

ფიზიოლოგიის საგანი და კვლევის მეთოდები	3
ფიზიოლოგიის განვითარების მოკლე ისტორია	7
ანატომია-ფიზიოლოგიის განვითარება უძველესი დროიდან მე-15 საუკუნემდე	7
ფიზიოლოგიის განვითარება მე-17—18 საუკუნეებში	10
ფიზიოლოგიის განვითარება მე-19 საუკუნეში	11
ფიზიოლოგიის განვითარება მე-20 საუკუნეში	14
ფიზიოლოგიის განვითარება რუსეთში	18
ორგანიზმი და მისი ძირითადი ფიზიოლოგიური პროცესების დახასიათება	20

თ ა ე ი . პ ი რ ე ე ლ ი

ს ი ს ხ ლ ი

სისხლის მნიშვნელობა	26
სისხლის შედგენილობა	27
სისხლის რაოდენობა, ხვედრითი წონა და სიბლანტე	27
სისხლის შედგენილობისა და თვისებების გართულება ევოლუციის პროცესში	28
სისხლის პლაზმა	29
პლაზმის შედგენილობა	29
პლაზმის ოსმოსური წნევა	29
პლაზმის ცილები	30
სისხლის რეაქცია	31
სისხლის შედედება	33
სისხლის ფორმიანი ელემენტები	
ერითროციტები	34
ჰემოგლობინი	35
ჰემოლიზი	36
ერითროციტების დალექვის რეაქცია	36
ლეიკოციტები	36
სისხლის ფირფიტები	38
სისხლის წარმოქმნა	38
სისხლის წარმოქმნის თავისებურებანი ონტოგენეზში	40
სისხლის ჭვუფები	41
რეზუს — ფაქტორი	43
სისხლის დაკვითი ფუნქცია	44
სისხლის ასაკობრივ თავისებურებანი	46

თ ა ვ ი მ ე ო რ ე

სისხლის მიმოქცევა

სისხლის მიმოქცევის მნიშვნელობა	49
სისხლის მიმოქცევის ევოლუცია	49
სისხლის მიმოქცევის ზოგადი სქემა	50
გ უ ლ ი	51
გულის კუნთის აგებულება	51
გულის მოქმედების ფაზები	52
გულის ტონები	53
სისხლის სისტოლური და წუთის მოცულობა	53
გულში აგზნების წარმოქმნა და გატარება	54
გულის ავტომატია	55
გულის კუნთის ფიზიოლოგიური თავისებურებანი	37
ელექტროკარდიოგრაფია	59
გულის მუშაობის რეგულაცია	60
სისხლძარღვები	64
სისხლის მოძრაობა სისხლძარღვებში	64
სისხლის წნევა	66
არტერიული პულსი	68
სისხლის მოძრაობა კაპილარებში	69
სისხლის მოძრაობა ვენებში	70
სისხლის მიმოქცევის დრო	72
სისხლის მოძრაობის რეგულაცია	72
ციკულაციაში მყოფი სისხლის რაოდენობის რეგულაცია	76
გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ასაკობრივი თავისებურებანი	77
ნაყოფის სისხლის მიმოქცევა	79
ლიმფა და ლიმფის მიმოქცევა	82

თ ა ვ ი მ ე ს ა მ ე

ს უ ნ თ ქ ე ა

სუნთქვის მნიშვნელობა	81
სუნთქვის ტიპების ევოლუცია	85
გარეგანი სუნთქვა	86
შესუნთქვისა და ამოსუნთქვის მექანიზმი	87
ჰაერის გადასვლის მიზეზები სუნთქვითი მოძრაობების დროს	88
ფილტვის ქსოვილის ელასტიკური წევა	89
ფილტვების საერთო ტევადობა	91
ფილტვების ვენტილაცია	92
ჩასუნთქული, ამოსუნთქული და ალვეოლური ჰაერის შედგენილობა	93
გ ა ზ თ ა ცვლა ფილტვებსა და ქსოვილებში	94
გაზთა ცვლა ფილტვებში	94
გაზთა ცვლა ქსოვილებში	96
გ ა ზ ე ბ ის ტრანსპორტი სისხლით	97
ჟანგბადის ტრანსპორტი სისხლით	97

ნახშირორქანგის ტრანსპორტი სისხლით	100
სუნთქვის რეგულაცია	101
სუნთქვის ცენტრი	101
სუნთქვის ცენტრის რიტმული აქტივობა	103
სხვადასხვა რეცეპტორებიდან აფერენტული იმპულსების გავლენა სუნთქვის ცენტრზე	103
თავის ტვინის ღიდი ჰემისფერობის ქერკის მნიშვნელობა სუნთქვის რეგულაციაში	105
სუნთქვის თავისებურებანი სხვადასხვა პირობებში	106
სუნთქვა კუნთური მუშაობის დროს	106
სუნთქვა დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში	107
სუნთქვა მაღალი ატმოსფერული წნევის პირობებში	109
სუნთქვის ასაკობრივი თავისებურებანი	110

თ ა ვ ი მ ე ო თ ხ ე

საკმლის მონელება

უჩრედღშიდა და უჩრედღგარეთა მონელება	113
სეკრეციული პროცესი	114
საკმლის მონელების შეგუებითი ევოლუცია	115
საკმლის მომწელებელი ტრაქტის ფუნქციის შესწავლის მეთოდთა	115
საკმლის მონელება პირის ღრუში	118
სანერწყვე ჭირკვლები	118
ნერწყვის შედგენილობა და თვისებები	120
ნერწყვის გამოყოფის რეგულაცია	121
საკმლის მონელება კუჭში	124
სხვადასხვა საკვების გავლენა კუჭის წვენის შედგენილობაზე	127
კუჭის ჭირკვლების ინერვაცია	128
კუჭის წვენის სეკრეციის ფაზები	129
საკმლის მონელება თორმეტგოჯა ნაწლავში	133
პანკრეასის წვენის შედგენილობა და თვისებები	133
პანკრეასის წვენის სეკრეციის რეგულაცია	135
ნაღველი, მისი წარმოქმნა და მონაწილეობა საკმლის მონელებაში	137
ნაღვლის გამოყოფის ნერვული და ჰუმორალური რეგულაცია	138
საკმლის მონელება წერილსა და მსხვილ ნაწლავებში	139
ნაწლავის წვენის ფერმენტული შედგენილობა	139
ნაწლავის წვენის სეკრეციის რეგულაცია	140
საკმლის მომწელებელი აპარატის მოძრაობითი ფუნქცია	141
წოვის, ღეკვისა და ყლაპვის რეფლექსები	141
კუჭის მოტორული ფუნქცია	143
ნაწლავის ავტომატური მოძრაობები	145
შეწოვა	148
საკმლის მომწელებელი არხის დაცვითი ფუნქცია	150
საკმლის მომწელებელი არხის პერიოდული მოქმედება	150
ღეფეკაცია	151
საკმლის მონელების ასაკობრივი თავისებურებანი	152

თ ა ვ ი მ ე ხ უ თ ე

ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა

ნივთიერებათა ცვლა	154
ცილების ცვლა	155
ცხიმების ცვლა	158
ნახშირწყლების ცვლა	160
მინერალური მარილებისა და წყლის ცვლა	162
მარილებისა და წყლის მნიშვნელობა	162
მინერალური მარილების ცვლა	162
წყლის ცვლა	164
ვიტამინები	166
B ₁ ვიტამინი (თიამინი)	167
B ₂ ვიტამინი (რიბოფლავინი)	167
B ₆ ვიტამინი (პირიდოქსინი)	168
B ₁₂ ვიტამინი (ციანკობალამინი)	168
B ₁₅ ვიტამინი (პანგამის მჟავა)	169
PP ვიტამინი (ნიკოტინამიდი, ანტიპელაგრული ფაქტორი)	169
პანტოთენის მჟავა	170
ბიოტინი (ვიტამინი H)	170
ფოლიუმის მჟავა	170
ქოლინი	171
C ვიტამინი (ასკორბინის მჟავა)	171
P ვიტამინი (განვლადობის ვიტამინი)	172
A ვიტამინი (რეტინოლი)	172
D ვიტამინი (ერგოკალციფეროლი, ანტირაქიტული ვიტამინი)	173
E ვიტამინი (ტოკოფეროლი, გამრავლების ვიტამინი)	173
K ვიტამინი (ფილოქინონი, ანტიჰემორაგიული ფაქტორი)	173
ენერგიის ცვლა	174
ენერგიის გამოყოფა და ხარჯვა	174
ენერგიის დანახარჯის განსაზღვრა	174
ძირითადი ცვლა	178
ენერგიის ხარჯვა მუშაობის დროს	179
კვება	180
საკვების ათვისება და კალორიულობა	180
კვების ნორმები	181
თერმორეგულაცია	183
იზოთერმია	183
ჰიმიური თერმორეგულაცია	184
ფიზიკური თერმორეგულაცია	185
თერმორეგულაციის ნერვული და ჰუმორალური მექანიზმი	186
ჰიპოთერმია და ჰიპერთერმია	188
ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლის ასაკობრივი თავისებურებანი	189
ბავშვის კვება	193

თ ა ვ ი შ ე ე ქ ე ს ე

შინაგანი სეკრეცია

შინაგანი სეკრეციის ჭირკვლების ზოგადი დახასიათება	194
პორმონალური რეგულაციის ევოლუცია	196
ფარისებრი ჭირკვალი	197
ფარისებრახლო (პარათიროიდული) ჭირკვლები	202
პანკრეასის (ცუპუანა ქირკვლის) შინაგანი სეკრეცია	204
თირკმელზედ. ჭირკვლები	208
პიპოფიზი ანუ ტვინის ქვედა დანამატი	216
ეპიფიზი ანუ ტვინის ზედა დანამატი	226
მკერდუკანა ჭირკვალი ანუ თიმუსი	227
სასქესო ჭირკვლები, მათი შინაგანი სეკრეცია	229
ენდოკრინული ჭირკვლების ფუნქციის ნერვული და ჰუმორალური რეგულაცია	239
ორგანიზმის ფუნქციების რეგულაციის სხვა ჰუმორალური ფაქტორები	242
ენდოკრინული ჭირკვლების ფუნქციონირების ასაკობრივი თავისებურებანი	245

თ ა ვ ი შ ე შ ვ ი დ ე

გ ა მ ო ყ ო ფ ა

ცვლის საბოლოო პროდუქტების გამოყოფის გზები	246
გამომყოფი სისტემის ევოლუცია	247
თირკმლისა და ნეფრონის შენება	247
შარდის რაოდენობა, შედგენილობა და თვისებები	251
შარდის წარმოქმნის მექანიზმი	253
შარდის წარმოქმნის რეგულაცია	257
შარდის გამოყოფა	257
დამატებითი გამომყოფი ორგანოები	260
ღვიძლისა და ფილტვების ექსკრეციული ფუნქცია	261
გამოყოფის ასაკობრივი თავისებურებანი	261

თ ა ვ ი შ ე რ ე ე

კ ა ნ ის ფ ი ზ ი ო ლ ო გ ი ა

კანის ფუნქციები	263
კანის რეცეპტორები	268
კანის ჭირკვლები	271
კანის სითბოს მარეგულირებელი ფუნქცია	275
კანის როლი ორგანიზმის გამორწობაში	278
კანის ასაკობრივი თავისებურებანი	279

თ ა ვ ი შ ე ც ხ რ ე

შ რ ო მ ის ფ ი ზ ი ო ლ ო გ ი ა

ზოგადი ცნობები	280
ფიზიკური შრომა	282
გონებრივი შრომა	287
დაღლა	289
ორგანიზმის შრომისუნარიანობის მომატება და დაღლის პროფილაქტიკა	291
დაღლის ასაკობრივი თავისებურებანი	295

ИБ № 785

რედაქტორი ი. კალანდია
ტექნორედაქტორი თ. მანჯგალაძე
მხატვრული რედაქტორი გ. ინასარიძე
უფროსი კორექტორი ე. ბაბალაშვილი
კორექტორი ნ. ცირამუა
გამომშვები ჯ. ცაგური

გადაეცა წარმოებას 6/VIII-79 წ. ხელმოწერილია დასაბუქდად 30/IV-80 წ.
საბუქდი ქალაქი № 2. ქალაქის ზომა 60X90^{1/16}.
ნაბეჭდი თაბახი 19. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 17,97.
უე 00372. შუეკ. № 1337. ტირაჟი 2000.

ფასი 75 კაპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, მარჯანიშვილის ქ. № 5.
Издательство «Ганатლება», Тбилиси, ул. Марджанишвили № 5.
1980

საქართველოს სსრ გამსახეობის თბილისის, № 4 სტამბა
380060, მედქალაქის II კორპ.
Тбилисская типография № 4 Госкомиздата
Грузинской ССР. Тбилиси 380060. Медгородок, II корп.