

109
4

სსოვნელთა ფიზიკოზოგია.

ბუნებისმეტყველ და სამ სტრუქტურათა

სახელმძღვანელი.

II ტომი.

ნაკვეთი:

(სტრ. და გეოგრაფიკ. მათემატიკა)
გეოგრაფიკ. და გეოგრაფიკ. მათემატიკა
გეოგრაფიკ. და გეოგრაფიკ. მათემატიკა



ტფილისის უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკა.

ტფილისი. სტამბა ქართული მეცნიერების გამანათლებლობის. ჟურნალის № 20

1920 წ.

ცხოველთა ფიზიოლოგია.

ბუნებისმეტყველ და ექიმ სტუდენტთა
სახელმძღვანელო.

II ტომი.

I ნაკვეთი:

(სისხლის მიმოქცევის და სუნთ-
ქვის ფიზიოლოგია.



ტფილისის უნივერსიტეტის/ბუნებისმეტყველების ფაკულტეტის,

ჯაიზეჭდა საეჭიმო უაქულუტეის დადგენილებით.

დეკანი სვიმონ ამირაჯიბი.

ფინანსიტყვაობა

პირველი ნაკვეთი ცხოველთა ფიზიოლოგიის მეორე ტომისა სისხლის მიმოქცევის და სუნთქვას შეიცავს. ეს ნაწარმოები ორიგინალური ნაშრომი არ არის. იგი კომპილიაციას წარმოადგენს. მის შედგენისას ვსარგებლობდი სხვადასხვა ცნობილი სახელმძღვანელოთი თვით-ულიდან გადმოვიღე ის, რაც ჩემის აზრით საუკეთესოდ იყო განმარტებული.

სისხლის მიმოქცევის შედგენისას უმთავრესად მივადგედი ცნობილი სპეციალისტის ლანგენდორფის წერილს ცუნც-ლენგის ფიზიოლოგიის სახელმძღვანელოდან. ხოლო მრავალ ალაგას ვსარგებლობდი აგრეთვე დანელენსკის, ტიგერშტედტის და ლანდუას სახელმძღვანელოთი.

სუნთქვის ფიზიოლოგია აგრეთვე უმთავრესად ცნობილ სპეციალისტებს ეკუთვნის ი. იოჰანსონს (ჰიშია) და რ. დუბუა-რეიმონს (მეტანიკა და ინერვაცია), რომელთა წერილები ამის შესახებ ცუნც-ლენგის წიგნშია მოთავსებული. მაგრამ ეს ნაწილიც ბევრ ალაგას შესწორებულ-დამატებულია ზემოხსენებული ავტორების სახელმძღვანელოებიდან.

მსგავსად პირველი ტომისა ამ წიგნშიაც მოყვანილია შეთოდებისა და ცდების აღწერილობა სტუდენტთა პრაქტიკული მუშაობისათვის. ცდების აღწერილობა მეტწილად ციტოვიჩის წიგნიდან (Цитовичъ, физиология въ опытахъ) გადმოვიღე. ვსარგებლობდი აგრეთვე პემბრეის (Pembrey, practical physiology) და რ. ტიგერშტედტის (Tigerstedt, physiologische Übungen) პრაქტიკული სახელმძღვანელოებით.

მთავარი ნაკლი ამ წიგნისა მასში მდგომარეობს, რომ აქ განხილული ფიზიოლოგია უმთავრესად ადამიანზე და უმალეს ხერხიმილიან ცხოველებზე მოპოვებულ მასალაზეა აგებული. ეს მოხდა ჩემდა ჯნებურად, რადგან მე ხელთ არ მქონდა საკირო ლიტერატურა ან ისეთი სახელმძღვანელოები, რომ შესაძლებელი ყოფილიყო ამ ფიზიოლოგიას უფრო საზოგადო ხასიათი ჰქონოდა.

ივ. ბერიტაშვილი.

15. XII. 1920.

ტფილისი.

სისხლის ფიზიოლოგია.

1. სისხლის ფუნქცია და სისხლის საშოვადო ქარაქტერისტიკა.

ზოგადი ცნება ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლისა. როდესაც ჩვენი სხეულის საწვავ შემაღენელ ნაწილთა პოტენციური ენერგია კინეტიკურ (თავისუფალ) ენერგიად ქცეულობს (სითბო, მოძრაობა), მაშინ ეს ქიმიური მასალა დაშლის განუწყვეტელ პროცესს განიცდის. უკანასკნელი უმთავრესად სხეულის უჯრედებში სწარმოებს დანაკუწება — დარღვევის და დაქანგების პროცესთა სახით. დაწვის ნაყოფი რომ შეგროვილიყო სხეულში დიდის კონცენტრაციით, იგი უთუოდ ენებდა სიცოცხლეს; ამიტომ იგი აუცილებლად უნდა განიდევნოს სხეულიდან და მასთან რაც შეიძლება მალე. მეოფეს მხრივ, აუცილებლად საჭიროა, რომ დაშლილი ნივთიერება განუწყვეტლივ ანაზღაურდეს გარედან შემოტანით საჭმლის მიღების საშუალებით, რომ ამით ორგანიზმი ასცდეს სიკვდილს სიმშლის გამო. ამნაირად, არსებობს მოთხოვნილება ნივთიერებათა მუდმივი გაცვლა-გამოცვლისა ცოცხალ ორგანიზმსა და გარემო არეს შორის. საერთოდ იმ პროცესებს, რომელნიც ამ ნივთიერებათა გაცვლაში მონაწილეობას იღებენ, უწოდებენ **ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას**.

ერთ უჯრედიანი ცხოველები (protozoa) თავიანთი სიმცირის გამო აწარმოებენ ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას გარემო არესთან (წყალი) უმთავრესად დიფუზიის საშუალებით. უმაღლეს ცხოველთა სხეულში მდებარე უჯრედი კი მოკლებულია ამ შეძლებას; ამიტომ აქ ნივთიერებათა ტრანსპორტს გარეგან არედან უჯრედში და უკუღმა უჯრედიდან გარეთა არეში განსაკუთრებით ორგანო ასრულებს. რადგან ეს ნივთიერებათა ტრანსპორტი განუწყვეტლივი მოძრაობის პირობებში უნდა ხდებოდეს, ამიტომ მისი განმახორციელებელი ორგანო სითხეს უნდა წარმოადგენდეს. ეს სითხე არის სისხლი. სისხლი იღებს საჭმლის მომნელებელი აპარატიდან გასახსნელ მასაზრდოვებელ ნივთიერებათ, ფილტვებიდან ენგაზს, და მიაქვს ერთიც და მეორეც სხეუ-

ლის უჯრედებში. თვითონ უჯრედებიდან კიდე სისხლს გამოაქვს ნახშირის სიმკვლე და სხვა დაწვის ნაყოფი და მათგან იგი განავალის ორგანოებში თავისუფლდება. ამას გარდა, სისხლივე დაიცავს ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას სხვადასხვა ორგანოთა შორის.

სისხლის ფიზიკური თვისებები. ყველა ხერხემლიან ცხოველთ (გარდა უშპარტყვის amphioxus lanceolatus-ისა) სისხლი წითელი ფერისა აქვთ. აქტერიის სისხლი მხიარული წითელია, ალის ფერი, ენდოსა კიდე—მუქი წითელია. დაწარბობით მოპაკედავი ცხოველების სისხლი თითქმის შავი ფერისაა. ეს ფერის სხვადასხვაობა დამოკიდებულია ქანგბადის სხვადასხვა შემადგენლობაზე. კანის ზედაპირზე ვენები მუდამ ლურჯად მოჩანან. მაგრამ ეს ფერი სისხლის თვისებას არ ეკუთვნის. ლურჯი შეხედულობა იმავე გარემოებით გამოიწვევა, რაზედაცაა დამოკიდებული ცის სილურჯე **ლეონარდო დე ვინჩის** აზრით: განუქვრეტელი არე (კანი) საგნის ბნელ ფონზე (ვენის ძარღვი) სანათლის ინტერფერენციის გამო ლურჯად გვეჩვენება.

სისხლი განუქვრეტელია თითქმის უუთხელეს ფენებშიაც. ეს იმაზეა დამოკიდებული, რომ სისხლის საღებავი გახსნილი არაა. იგი წარმოადგენს საღებავი ნივთიერების სუსპენსიას (სიმღვრივეს) სითხეში, რომელიც თავისთავად არაა შეღებილი. მაშას, სისხლის ოპტიკური თვისებების მიხედვით შეიძლება დავსკვნათ, რომ სისხლის საღებავი სისხლში არაა გახსნილი. მაგრამ უფრო ნათლად ეს შეიძლება აღმოვაჩინოთ მიკროსკოპის საშუალებით. ცოცხალ ბაყაყს ფეხის თითების შუა ე. ი. საცურავი აპკი რომ გაუშინჯოთ მიკროსკოპში, ადვილად დაგვწყუნდებით, რომ პლაზმის შეუღებავ აუეში მრავალი ფორმიანი ელემენტი სცურავს, რომ მეტ წილს ამ ელემენტებისას ცალკეალები მწვანე—მოყვითალო ფერი აქვს; მხოლოდ სქელ ფენებში ისინი წითელ ფერს ეღებულობენ მაშასადამე, სისხლის საღებავს ეს წითელი ფორმიანი ელემენტები ანუ **ერითროციტები** ჰატარებენ. ამ სისხლის საღებავს **ჰემოგლობინის** უწოდებენ. სისხლში მოიპოვებიან სხვა ფორმიანი ელემენტებიც, სახელდობრ, **ლეიკოციტები** ანუ უფერო სისხლის ელემენტები და ეგ. წოდ. **სისხლის ფირფიტები** ანუ **ტრომბოციტები**. ამნაირად, ჰისტოლოგიური თვალთახრისით სისხლი წარმოადგენს ისეთ ქსოვილს, რომელიც შესდგება უჯრედებისაგან და შუამდებარე სითხიან ნივთიერებისგან ანუ პლაზმისაგან. **უხერხემლო ცხოველთა სისხლი** ან უფეროა და შეიცავს უფერო ფორმიან ელემენტებს, ან და შეფერილია, ხოლო ფერი ერთნაირი

არაა; ზოგს წითელი სისხლი აქვს, ზოგს ლურჯი ან მწვანე ან მუქი წითელი. ამ შემთხვევაში პიგმენტი ხან შედის მხოლოდ ფორმიან ელემენტებში, ხან კიდე პლაზმაშია გახსნილი. მაგ., წვიმის ქიანყელას, კოლოს მატლს აქვს ჰემოგლობინიანი წითელი პლაზმა და უფერო ფორმიანი ელემენტები. ჰემოგლობინი გავრცელებულია ქიანყელათა და საერთოდ უმდაბლეს კიბოსებრ ცხოველებში (crustacea). სხვა ცხოველებს სხეანაირი პიგმენტები აქვს: **ექინოქრომი** (წითელი) echinodermata-ს, **ქლოროკრუორინი** (მწვანე) და ჰემერიტრინი (წითელი) ქიანყელებს (vermes), **ჰემოციანინი** (სოსანი) ლოკოკანებს (molluska) და კიბოსებრთ (crustacea). ჰემოციანინს ეანგბადი უკავშირდება სპილენძის საშუალებით. **ჰენცემ** (Henze) მიიღო იგი კრისტალური ფორმით. იგი აკავშირებს ობხჯერ ნაკლებ ეანგბადს, ვიდრე ჰემოგლობინი. არტერიული სისხლი, რომელიც ეანგბადს შეიცავს, ლურჯი ფერისაა, ვენური კიდე უფეროა. ზოგიერთ მოლიუსკებს და ტუნიკატებს აქვს ისეთი ფორმიანი ელემენტებიც, რომლებიც უფეროა, მაგრამ ეანგბადს კი აკავშირებს — **ახროგლობინი**.

ნიშანდობლივი წონა ანუ აბსოლუტური სიმკვრივე. პიკნომეტრის საშუალებით ძნელია სისხლის ნიშანდობლივის წონის განსაზღვრა. ამას უშლის შეკერა და აკრთვე ძლიერი ქაფის მოგდება. ამიტომ ჩვეულებრივ ნიშანდობლივი წონის გასაკებად საჩვენებლობენ **როის** და **ჰამერშლაგის** მიერ მოცემულ მეთოდით. ეს მეთოდი საჭიროებს მხოლოდ სისხლის რამდენიმე წვეთს. ამ მეთოდის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს. მოამზადებენ იმნაირ ნარევეს, რომლის ნიშანდობლივი წონა სისხლისას უდრის და მერე ჩვეულებრივი გზით ამ ნარევის წონას გამოიკვლევენ. ჩვეულებრივ ამ ნარევის მოსამზადებლად სარგებლობენ ორი სითხით: ბენზოლით, რომელსაც მცირე ნიშანდობლივი წონა აქვს (0,874), და ქლოროფორმით, რომელიც პირიქით დიდი ნიშანდობლივი წონისაა (1,488). ამ ნარევეში პიკეტით შეაქვთ სისხლის წვეთი. თუ წვეთი ძირს დაეშვა, სჩანს, ნარევის ნიშანდობლივი წონა სისხლისაზე ნაკლებია, და მაშინ ნარევეს ქლოროფორმი უნდა მიემატოს. თუ კიდე, პირიქით, სისხლის წვეთი ზემოთ მოექცა, სჩანს, ნარევის წონა მეტად დიდია და საჭიროა ბენზოლი მიემატოს, ვიდრე სისხლის წვეთი ყველა დონეზე ცურვას არ დაიწყებს. ამნაირი გამოკვლევით აღმოჩნდა, რომ სისხლის ნიშანდობლივი წონა მუდმივ ერთნაირი არაა. რომ იგი მერყევია ასაკის და სქესის მიხედვით, აკრთვე საქმლის მიხედვით და იმ

ორგანოს მიხედვით, საიდანაც საცდელ სისხლის წვეთს იღებენ. საშუალოდ ეს წონა 1,055 უდრის.

წებოიანობა. სისხლის კაპილარული დენის გასაგებად დიდი მნიშვნელობა აქვს სისხლის წებოიანობის ანუ მის შინაგან ხახუნს (დრეკას). სითხის წებოიანობა დამოკიდებულია სითხის ნაწილაკების შეკაუჭებაზე ანუ უმცირეს ნაწილთა ურთიერთ მიტაცებაზე. ამიტომ, **წებოიანობა წარმოადგენს მუშაობის საზომს, რომელიც სითხის ფორმის შენაცვლელად უნდა დაიხარჯოს**, ე. ი. მისი ნაწილთა ერთი ერთმანეთისგან დასაშორებლად განსაზღვრულ მანძილზე. შინაგანი ხახუნის განსაზღვრულად სითხეს გამოადენენ ერთი განსაზღვრული წოლით (D) და ერთი ტემპერატურით განსაზღვრული რადიუსის (r) და განსაზღვრული სიძვის (1) კაპილარულ ლულიდან. წებოიანობის კოეფიციენტი η გამოიანგარიშება პოაზეილის ფორმულით $\eta = \frac{\pi D r}{8 l V}$; ამ ფორმულაში

V აღნიშნავს სითხის მოცულობას, რომელიც ერთი წუთის განმავლობაში გამომდინარეობს; $\pi = 3, 1416$. η წარმოადგენს მუშაობის ოდნობას, რომელიც საჭიროა დაიხარჯოს, რომ ერთი წუთის განმავლობაში სითხის ორი პრტყელი ზედაპირი ერთი კვ. სანტ. ოდნობისა ერთიერთმანეთთან პარალელურად ამოძრავდეს ერთი ერთეულის სისწრაფით. მაგრამ ტენზიკური მოსაზრებით ჩვეულებრივ კმაყოფილებიან **შეფარდებითი წებოიანობის** განსაზღვრით. ეს ოდნობა გვაჩვენებს თუ სისხლის წებოიანობა რამდენად მეტია მოხდილ (დისტილიაციურ) წყალთან შედარებით. ერთი და იმავე ტემპერატურისას და წოლისას რომ ერთსა და იმავე კაპილარში გაუშვათ ერთნაირი მოცულობის წყალი და სისხლი, მშინ მთელი ამოცანა იმაში მდგომარეობს, რომ სისწორით განვსაზღვროთ გამოდენილობის ხანგრძლივობა. მოვიყვანთ რამდენიმე ციფრს სისხლის შინაგანი ხახუნის შესახებ. ადამიანის სისხლის ეს ოდნობა 38° C-ისას 5,1 უდრის; ძალისა კიდე—4,7-ს; კატისა—4,2 (წებოიანობა წყლისა მიღებულია ერთეულად).

სისხლის გაყინვა. წყალი იყინება როდესაც მისი ტემპერატურა 0° უდრის. წყლის ხსნილები იყინება მით უფრო დაბალ ტემპერატურისას, რაც უფრო მეტი ნივთიერებაა გახსნილი. სხვანაირად რომ ვსთქვათ, ხსნილი განიკდის გაყინვის წერტილის დაქვეითებას ხსნილის კონცენტრაციის მიხედვით. ამ ტემპერატურის დაქვეითებას (დეპრესიას) აღნიშნავენ Δ-თი. სისხლის გაყინვის წერტილი ცოტად თუ მეტად მუდ-

მივია და იგი— $0,56^{\circ}\text{C}$ უდრის. ეს ოდნობა მცირეთ ცვალებადობს საკმლის მოღების და სხვა ფაქტორთა მიხედვით. ამ ოდნობას ღიღს მნიშვნელობას მიაკუთვნებენ. ცნობილ ქირურგთა აზრით, არ შეიძლება დაავადყოფებულ თირკმელს ექსტრაქცია უყონ, თუ სისხლის $\Delta-0,58^{\circ}$ -ზე ნაკლებია, რადგან ეს იმას უჩვენებს, რომ მეორე თირკმელიც დაავადყოფებულია.

სისხლის რეაქცია. სულ ბოლო დრომდის სისხლის რეაქცია ტუტიანად იყო მიჩნეული, რადგან სისხლი წითელი ლაქმუის ქაღალდს ლურჯად ღებავს. ტუტის ოდნობა ტიტრის საშუალებით განსაზღვრული და Na_2CO_3 -ზე გამოანგარიშებული ნორმულ სისხლისთვის $0,43\%$ -ს უდრიდა. მაგრამ, ფრიდენტალმა პირველად გვაჩვენა, რომ ნამდვილად სისხლი ნეიტრალური სითხეა. ცნობილია, წყლის ხსნილებში ელექტროლიტები დისოციაციას ე. ი. იონებად დაშლას განიცდის. მაშასადამე, თუ სითხეში წყალბადის იონება აჭარბებენ, მაშინ სითხე იქნება მჟავა; თუ კიდე გადააჭარბებს ჰიდროქსიდის იონები, მაშინ რეაქცია ტუტიანი იქნება. სისხლის ფიზიკო-ქიმიური წესით გამოკვლევამ გვაჩვენა, რომ ერთ ლიტრ სისხლში $0,3-7 \times 10^7$ წყალბადის იონები შედის ანუ 1 გრამი წყალბადის იონებისა 24 მილიონ ლიტრ წყალში შედის. თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ წყალბადის იონების კონცენტრაცია უშუალოდ წყალში $0,8 \times 10^{-7}$ უდრის. ცხადია, სისხლი უნდა იყოს მიჩნეული ნეიტრალურ სითხედ.

მაგრამ, აგრეთვე სისხლის „ტუტიანობა“, რომელიც ძველებური აზრით ნატრის ნახშირ მჟავიანი მარილის შემადგენლობაზე არის დამოკიდებული, თავის მნიშვნელობას არ ჰკარგავს. ცუნცმა გვაჩვენა, რომ სისხლის „ტუტიანობა“ მატულობს ნახშირის სიმკვით გაძლიებისას. ეს ფაქტი იმით აიხსნება, რომ ნახშირის სიმკვის გავლენით პლაზმის ცილოვან ნივთიერებათა ტუტიანი შენაერთებთან იზღვებიან: ნახშირის სიმკვე—მასის მოქმედების კანონით—უერთდება გამოყოფილ ტუტას. ამასთან ერთად სწარმოებს ძლიერ რთული პროცესი იონების გაცვლის სახით პლაზმასა და სისხლის ელემენტებს შორის (სხვათა შორის ქლორი ერიტროციტების შემადგენლობაში გადადის). ამნაირად, ტუტების არსებობის გამო სისხლი იღებს CO_2 -ის სხვა და სხვა რაოდენობას. ამას გარდა, სისხლის ტუტიანობის გამოისობით ნეიტრალდებიან და მით მანებლობას ჰკარგავენ მანეთ მოქმედი ორგანიული სიმკვენი, რომელნიც ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ნიადაგზედ აღმოცენდებიან.

სისხლის ცვალებადობა. როდესაც სისხლი გამოვიდა ძარღვებიდან, რადენიმე წამის შემდეგ იგი შეიკვრება, ე. ი. შედუღდება თათარის კონსისტენციის მსგავსად. სისხლი რომ საცდელ შუშაში ჩავსახათ,

ორგანოს მიხედვით, საიდანაც საცდელ სისხლის წვეთს იღებენ. საშუალოდ ეს წონა 1,055 უდრის.

წებოიანობა. სისხლის კაპილარული დენის გასაგებად დიდი მნიშვნელობა აქვს სისხლის წებოიანობის ანუ მის შინაგან ხახუნს (დრესას). სითხის წებოიანობა დამოკიდებულია სითხის ნაწილაკების შეკაუჩებაზე ანუ უმცირეს ნაწილთა ურთიერთ მიტაცებაზე. ამიტომ, **წებოიანობა წარმოადგენს მუშაობის საზომს, რომელიც სითხის ფორმის შენაცვლელად უნდა დაიხარჯოს**, ე. ი. მისი ნაწილთა ერთი ერთმანეთისგან დასაშორებლად განსაზღვრულ მანძილზე. შინაგანი ხახუნის განსაზღვრელად სითხეს გამოადენენ ერთი განსაზღვრული წოლით (D) და ერთი ტემპერატურით განსაზღვრული რადიუსის (r) და განსაზღვრული სიგძის (l) კაპილარულ ლულიდან. წებოიანობის კოეფიციენტი η გამოიანგარიშება პოაზეილის ფორმულით $\eta = \frac{\pi D r l}{8 V}$; ამ ფორმულაში

V აღნიშნავს სითხის მოცულობას, რომელიც ერთი წუთის განმავლობაში გამოდინარეობს; $\pi = 3, 1416$. η წარმოადგენს მუშაობის ოდნობას, რომელიც საჭიროა დაიხარჯოს, რომ ერთი წუთის განმავლობაში სითხის ორი პრტყელი ზედაპირი ერთი კვ. სანტ. ოდნობისა ერთიერთმანეთთან პარალელურად ამოძრავდეს ერთი ერთეულის სისწრაფით. მაგრამ ტექნიკური მოსაზრებით ჩვეულებრივ კმაყოფილებიან **შეფარდებითი წებოიანობის** განსაზღვრით. ეს ოდნობა გვაჩვენებს თუ სისხლის წებოიანობა რამდენად მეტია მოხდილ (დისტილიაციურ) წყალთან შედარებით. ერთი და იმავე ტემპერატურისას და წოლისას რომ ერთსა და იმავე კაპილარში გაუშვათ ერთნაირი მოცულობის წყალი და სისხლი, მაშინ მთელიამოცანა იმაში მდგომარეობს, რომ სისწორით განესაზღვროთ გამოდენილობის ხანგრძლივობა. მოვიყვანთ რამდენიმე ციფრს სისხლის შინაგანი ხახუნის შესახებ. ადამიანის სისხლის ეს ოდნობა 38° C-ისას 5,1 უდრის; ძალღისა კიდევ—4,7-ს; კატისა—4,2 (წებოიანობა წყლისა მიღებულია ერთეულიად).

სისხლის გაყინვა. წყალი იყინება როდესაც მისი ტემპერატურა 0° უდრის. წყლის ხსნილები იყინება მით უფრო დაბალ ტემპერატურისას, რაც უფრო მეტი ნივთიერებაა გახსნილი. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ხსნილი განიცდის გაყინვის წერტილის დაქვეითებას ხსნილის კონცენტრაციის მიხედვით. ამ ტემპერატურის დაქვეითებას (დებრესიას) აღნიშნავენ Δ -თი. სისხლის გაყინვის წერტილი ცოტად თუ მეტად მუდ-

მივია და იგი— $0,56^{\circ}\text{C}$ უდრის. ეს ოდნობა მცირეთ ცვალებადობს საკმლის მოღების და სხვა ფაქტორთა მიხედვით. ამ ოდნობას დიდს მნიშვნელობას მიაკუთვნებენ. ცნობილ ქირურგთა აზრით, არ შეიძლება დაავადმყოფებულ თირკმელს ექსტირპაცია უყონ, თუ სისხლის $\Delta-0,58^{\circ}$ -ზე ნაკლებია, რადგან ეს იმას უჩვენებს, რომ მეორე თირკმელიც დაავადმყოფებულია.

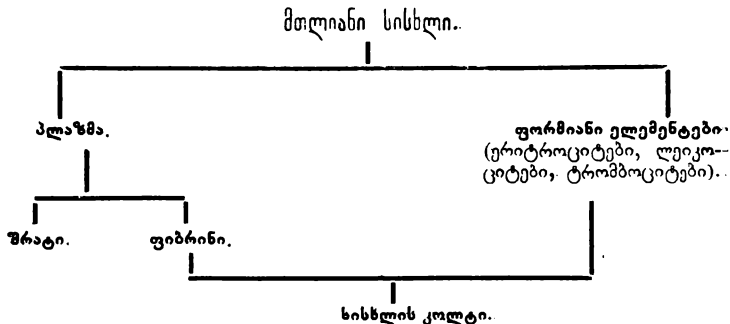
სისხლის რეაქცია. სულ ბოლო დრომდის სისხლის რეაქცია ტუტიანად იყო მიჩნეული, რადგან სისხლი წითელი ლაქუსის ქაღალდს ლურჯად ღებავს. ტუტის ოდნობა ტიტრის საშუალებით განსაზღვრული და Na_2CO_3 -ზე გამოანგარიშებული ნორმულ სისხლისთვის $0,43\%$ -ს უდრიდა. მაგრამ, ფრიდენტალმა პირველად გვაჩვენა, რომ ნამდვილად სისხლი ნეიტრალური სითხეა. ცნობილია, წყლის ხსნილებში ელექტროლიტები დისოციაციას ე. ი. იონებად დაშლას განიცდის. მაშასადამე, თუ სითხეში წყალბადის იონები აკარბებენ, მაშინ სითხე იქნება მჟავა; თუ კიდე გადააქარბებს ჰიდროქსილის იონები, მაშინ რეაქცია ტუტიანი იქნება. სისხლის ფიზიკო-ქიმიური წესით გამოკვლევამ გვაჩვენა, რომ ერთ ლიტრ სისხლში $0,3-7 \times 10^7$ წყალბადის იონები შედის ანუ 1 გრამი წყალბადის იონებისა 24 მილიონ ლიტრ წყალში შედის. თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ წყალბადის იონების კონცენტრაცია უწმინდეს გამოხდილ წყალში $0,8 \times 10^{-7}$ უდრის, ცხადია, სისხლი უნდა იყოს მიჩნეული სრულიად ნეიტრალურ სითხედ.

მაგრამ, აგრეთვე სისხლის „ტუტიანობა“, რომელიც ძველებური აზრით ნატრის ნახშირ მკაფიანი მარილის შემადგენლობაზე არის დამოკიდებული, თავის მნიშვნელობას არ ჰკარგავს. ცუნცმა გვაჩვენა, რომ სისხლის „ტუტიანობა“ მატულობს ნახშირის სიმკაფიით გამომდისას. ეს ფაქტი იმით აიხსნება, რომ ნახშირის სიმკაფიის გავლენით პლაზმის ცილოვან ნივთიერებათა ტუტიანი შენაერთებიანი იმლებიან: ნახშირის სიმკაფიე—მასის მოქმედების კანონით—უერთდება გამოყოფილ ტუტას. ამასთან ერთად სწარმოებს ძლიერ რთული პროცესი იონების გაცვლის სახით პლაზმასა და სისხლის ელემენტებს შორის (სხვათა შორის ქლორი ერიტროციტების შემადგენლობაში გადადის). ამნაირად, ტუტების არსებობის გამო სისხლი იღებს CO_2 -ის სხვა და სხვა რაოდენობას. ამას გარდა, სისხლის ტუტიანობის გამოისობით ნეიტრალდება და მით მვენებლობას ჰკარგავენ მვენეთ მომქმედი ორგანიული სიმკაფიე, რომელნიც ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ნიადაგზედ აღმოცენდებიან.

სისხლის ცვალებადობა. როდესაც სისხლი გამოვიდა ძარღვებიდან, რამდენიმე წამის შემდეგ იგი შეიკვრება, ე. ი. შედღეღება თათარის კონსისტენციის მსგავსად. სისხლი რომ საცდელ შუშაში ჩავსახათ,

შეკვრის შემდგომ შეიძლება იგი გადმოვაბრუნოთ და მასთან არც ერთი წვეთი არ დაედვაროთ. მაგრამ დროს განმავლობაში სისხლის კოლტი (cruor) შეიჭიმება, მოცულობით მცირდება და გამოსწურავს ჭარვისებრ მოყვითალო სითხეს ეგ. წოდ. **სისხლის შრატს**. მაგარი ელასტური მასა, წითელი ფერისა, რომელიც შრატის გამოწურვის შემდეგ რჩება, იწოდება **სისხლის კოლტად**. უკანასკნელი შესდგება წერილ-ბო-კოიანი ნაბადის მსგავს ნივთიერებისაგან, რომელიც შეკვრის დროს პლაზმის ნივთიერებიდან აღმოცენდება, ეგ. წოდ. **ფიბრინისგან**. ბო-კოიან ბალურში სისხლის ფორმიანი ელემენტები მრავლადაა გაჩხირული. ფიბრინის ბოკოები მეტად ელასტურია; სწორეთ ამის გამო გამოიწვევა ხოლმე სისხლის კოლტიდან შრატის გამოწურვა. სხეულიდან ახლად გა-მოშვებული სისხლი რომ გაეთქვიფოთ ხორკლიანი ჩხირებით, ფიბრინი გამოიყოფა ჩხირებზედ ერთმანეთში გადახლართული მსხვილი ელასტიური ძაფების სახით. მრავალჯერ გარეცხვის შემდეგ მდინარე წყალში ეს ძაფე-ბი თეთრდება. სისხლი, რომლიდანაც ფიბრინია გამოყოფილი, იწოდება **უფიბრინო სისხლად**. ანნაირი სისხლი, რასაკვირველია, შემდეგში აღარ იკვრება, რადგან შეკვრა არის ფიბრინის გამოყოფა, რომელიც ერთს დროს და ერთნაირად სწარმოებს სისხლის მთელ მასასში.

ფიბრინი გამოიყოფა ხოლმე პლაზმიდან და არა სისხლის ფორმიან ელემენტებთან. ეს მტკიცდება იმ ცდიდან, რომელიც პირველად **იოჰანე მიულერმა** შეასრულა, ბაყაყის სისხლს რომ გაურითო შაქრის ხსნილი და გავწუროთ, სისხლის ფორმიანი ელემენტები ფილტრზე რჩება, პლაზმა კი გაივლის ფილტრს, რომელიც რამდენიმე ხანში იკვრება. თუ შცე-ყენებთ შეკვრის პროცესს, მივიღებთ წმინდა პლაზმას უუჯრედოთ. ეს სითხეც იკვრება დროს განმავლობაში, თუმცა მასში ფორმიანი ელემენ-ტები არ არის. შემდეგი სქემა გამოხატავს სისხლის შემადგენლობას შეკვრის წინ და მის შემდეგ:



უფიბრინო სისხლი შესდგება შრატისაგან (და არა პლაზმისგან, რადგან მას ფიბრინი გამოეყო) და სისხლის ფორმიან ელემენტებიდან.

1) **სისხლის დეფიბრინაციის წარმოება.** უფიბრინო სისხლის მიღება უკვე აწერილია ტექსტში. ზორკლიანი ჩხირით ურევენ ახლად გამოდენილ სისხლს, ფიბრინი მსხვილი ძაფების სახით ჩხირებს ედება. ამ სახით სისხლიდან მთელი ფიბრინი შეიძლება გამოეყოთ. როგორც ფიბრინი, ისე უფიბრინო სისხლი წითელი ფერისაა, რადგან ორივე ფორმიან ელემენტებს შეიცავს. ფიბრინი მამდინარე წყალში რომ გაირეცხოს და შემდეგ სპირტით დაეთვრიოს, იგი თეთრდება, რადგან საღებავი—ჰემოგლობინი წყალს მიაქვს.

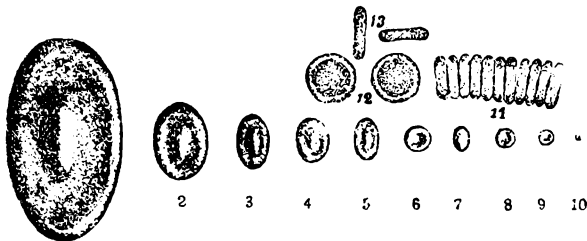
2) **სისხლის პლაზმის და შრატის მიღება.** ჯერ სისხლს ცენტრუფუგის საშუალებით გაანთავისუფლებენ ფორმიან ელემენტებიდან ე. ი. მაილებენ პლაზმას. მერე ამას დეფიბრინაციას უშვრებიან და მით მიიღებენ სისხლის შრატს.

2. წითელი სისხლის ელემენტები ანუ ერიტროციტები.

წითელი ელემენტების მორფოლოგია. ადამიანის და მეტ წილად ძუძუმწოვარ ცხოველთა სისხლის წითელი ელემენტები მრგვალი ფორმის ფორმისაა გასქელებული ნაპირებით და მკირეთ შეზენქილი შუაგულით. მკვლევატა აზოით, ეს შეღრმავება ორივე მხრიდან არის, ასე რომ წითელ ელემენტს ორ-მხრიდან შეზენქილი სხეული აქვს (სურ. 1). მაგრამ ზოგიერთი ჰისტოლოგები მიაწერენ წითელ ელემენტებს ზარის მსგავს ფორმას—შეზენქილ ამოზურკულს. გამონაკლისს შეადგენს აქლემი, ლამა და მათგვარი ცხოველები, რომელთა წითელ ელემენტებს ოვალური ფორმა აქვს. დიდი სირბილისა და ელასტობისა გამო ერიტროციტები ადვილად გადიან კაპილარებს, რომელთა დიამეტრი მათსაკუთარ დიამეტრზედ ნაკლებია. წითელ უჯრედებს ბირთვი არა აქვთ. ხოლო გარსი კი უნდა ჰქონდეთ, რომელიც აღმოჩნდება ხოლო ისეთი საღებავით, როგორც მეთილენოლეთია. ეს გარსი შესდგება ცილიან ნივთიერებისაგან და ლიპოიდებისგან (ლესიტინი, ქოლესტერინი).

უმაღალეს ხერხებლიან ცხოველთა ფორმიანი ელემენტები. რეპტილიების, ამფიბიების და თევზების ერიტროციტებს მოგრძო ელიპტიური ფორმა აქვს. გამონაკლისს ციკლოსტომა შეადგენს (თევზია), რომლის ერიტროციტი მრგვალია. ყველა ამ ცხოველთა ერიტროციტების შუაგული მოგრძო ბირთვს უქირავს.

ერიტროციტების ოდნობა. ადამიანის ერიტროციტის დიამეტრი საშუალოდ 7, 5 მიკრონს უდრის, მისი სისქე ნაპირებზე — 2 მიკრონს, შუაში კიდეც ერთს. მაგრამ შეიძლება შევხვდეთ ისეთ წითელ ელემენტებს, რომელთა დიამეტრი 12 მიკ. უდრის (მეგალოციტი) და აგრეთვე ისეთ მცირე ელემენტებსაც, რომელთა დიამეტრი 2 მიკ. არ აღემატება.



სურათი 1.

სურ. 1. ადამიანის და სხვა ცხოველთა ერიტროციტები: პროტეისა; 2—ბაყაყისა, 3—ხელიკისა; 4—*tinca v.*; 5—მტრედისა; 6—ადამიანისა; 7—ლამასი; 8—*aretomys*; 9—თხისა; 10—*moschus moschiferus*; 11—ადამიანის ერიტროციტების სვეტი ფულების მსგავსად; 12—ადამიანის ერიტროციტი გადიღებული სიპრტიდან; 13—ადამიანის ერიტროციტი გვერდიდან. (დან ილევსკი და ნ. ცუნცლევინი).

ძუძუმწოვარ ცხოველთა შორის ერიტროციტების ოდნობა სულ სხვადასხვა ნაირია, ხოლო მეტ წილად უფრო ადამიანისაზე მცირეა, მაგ., ძაღლს — 4,25 მ., *moschus moschiferus*-ს — 2,5 მიკრ. ხოლო ცივ სისხლიანთა ერიტროციტების ოდნობა ბევრად მეტია, მაგ., ბაყაყის ერიტროციტების სიგძე — 25,0 მიკრ., სიგანე კიდე — 16,3, პროტეისა სიგძე — 58,2, სიგანე — 35,6.

რადგან ნიშანდობლივი წონა ერიტროციტებისა (1,09—1,105) პლაზმისაზე (1,028) მეტია, ცხადია უფიბრინო სისხლში ერიტროციტები ძირს ეცემა. ცენტროფუგის საშუალებით ეს პროცესი ძლიერ სწრაფად მიმდინარეობს. ამით სარგებლობენ იმის გამოსაკვლევეად, თუ რანაირია ფორმიანი ელემენტების საერთო მოცულობა სისხლის მიმართ. ერთგვარ საზომე ჭურჭელში, რომელსაც „ჰემატოკრიტ“ უწოდებენ, კაპილარული პიპეტით შეაქვთ ცოტადენი სისხლი (0,02 კუბ. სანტ.), რომელსაც შეკერისგან იცავენ ამა თუ იმ გზით. ამ სისხლს თუ საჭიროა იზოტონური

ხსნილით ანზაფებენ (იხ. ქვემოთ). მერე საზომაე ჭურჭელს ცენტროფუგის საშუალებით ატრიალებენ წამში 5000-ჯერ, ვიდრე ღადირული ელემენტების საერთო მოცულობა შემცირებას აკ შესწყვეტს. ამ შემთხვევაში ერიტროციტებს შორის სითხე აღარ მოიპოვება. ამნაირად, გამოირკვევა ელემენტების საერთო მოცულობა, სახელოდობრ, იგი შეადგენს სისხლის 30—45 პროცენტს. ამნაირად, სისხლის $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{5}$ მოდის სისხლის ფორმიან ელემენტებზე, $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{5}$ კიდე—პლაზმაზე.

ადამიანის ფორმიანი ელემენტების რაოდენობა. წითელი ელემენტების რიცხვი დიდი. მამაკაცების სისხლის ერთს კუბიკურ მილიმეტრში 5 მილიონამდე ერიტროციტია, დედაკაცისაში კიდე—4,5 მილიონამდე. სისხლის რაოდენობა სხეულის საერთო წონის $5\frac{1}{2}\%$ შეადგენს, იგი უდრის ხნიერი მამაკაცის მიმართ $4\frac{1}{2}$ ლიტრს.

სისხლის საერთო რაოდენობის განსაზღვრას წინეთ აწარმოებდენ ვალკერის მეთოდი. ცხოველს ჰკლავდენ სისხლის გამოშვებით, სისხლის ძარღვებს გამოარეცხავდენ ფიზიოლოგიური ხსნილით, შემდეგ დაჰკუწავდენ ორგანოებს და დააყენებდენ წყალზე. საერთო გამოწურულ მასაში კოლორიმეტრიული წესით ჰემოგლობინის რაოდენობას იკვლეოდნ. აქედან კიდე გამოიანგარიშებდენ თუ რამდენი სისხლი უნდა ყოფილიყო მთელს სხეულში. ამ წესით იყო ნაპოვნი, რომ ¹/₁₃ სხეულის წონისა სისხლს უჭირავს. შემდეგში მიმართავდენ სხვა მეთოდებს. მაგ., გრეგანმა და კენკომ მოგვეცეს ისეთი მეთოდი, რომელიც ცოცხალ ცხოველებზე და ადამიანებზედაც შეიძლება მისი მოხმარება. ცხოველს შეასუნთქებენ განსაზღვრული რაოდენობის CO ს, რომელიც ჰემოგლობინს უკავშირდება და აქედან სამაგიეროდ O-ს გაჟოდევის. მერე გამოიკვლევენ CO-ის შემადგენლობას სისხლის ნიმუშში. თუ შეკავშირებული CO-ის რაოდენობა ცნობილია, შესაძლებელია საერთო სისხლის რაოდენობის გამოარკვევაც. ამ მეთოდით იყო აღმოჩენილი შედარებით ნაკლები სისხლის რაოდენობა, ვიდრე ვალკერის მეთოდით.

ფორმიანი ელემენტების ზედაპირი. მიკროსკოპის საშუალებით შეიძლება გაიზომოს ერიტროციტების ზედაპირის ოდნობა. ერთი ერიტროციტის ზედაპირი შეადგენს 0,000128 კვადრ. მილიმეტრს; მასასადამე, ყველა ერიტროციტების ზედაპირი მამაკაცის მიმართ უნდა შეადგენდეს 3560 კვადრატულ მეტრს. ასეთი უშველებელი ზედაპირის არსებობის მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ სისხლმა რაც შეიძლება უკეთესად შეასრულოს თავისი მოვალეობა: ჟანგბადის მიმღებ-

ლობა და გაცემა. ამ მხრით დიდად საინტერესო მასალას იძლევა შემდეგი ცხრილი:

	ერთი ერთობლივობის ზედაპირი მიკრონებით.	m mm სისხლის შეიცავს ერთობლივობებს:	ერთი კუბიკური მილიმეტრის ერთობლივობებს აქვთ:		
			ზედაპირი mm ² .	მოცულობა mm ³ .	მოცულობა კუბიკური mm ³ .
აღმართი . . .	128	5.000.000	640	0,36	0,64
თხა . . .	56	9.720.000	545	0,20	0,80
ლაზა . . .	64	13.900.000	893	0,37	0,63
ნიბლია ჩიტი	162	3.500.000	592	0,32	0,68
ხელიკი . .	274	1.420.000	387	0,28	0,72
ბაყაყი . .	602	404.000	243	0,26	0,74
Proteus anguineus . .	3.444	30.000	124	0,33	0,67

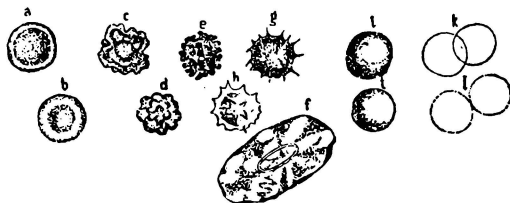
მოყვანილი ცხრილი გვაჩვენებს, რაც უფრო მეტია ერთობლივობების ოდნობა და ზედაპირი, მით უფრო ნაკლებია მათი რიცხვი. მაგრამ ერთობლივობების საერთო მასა (მოცულობა) სისხლის თითო კუბიკურ მილიმეტრში ყველა ცხოველებს დაახლოებით ერთი და იგივე აქვს. მნიშვნელოვნად ცვალებადობს აგრეთვე ერთობლივობების საერთო ზედაპირი. მცირედი გამოჩენილი, რაც უფრო დაბალ საფეხურზე სდგას ცხოველი, მით უფრო ნაკლებია ეს ზედაპირი. ამ მხრით მეტად დიდი გარჩევა არსებობს თბილ და ცივ სისხლიან ცხოველთა შორის. ეს მით არის გამოწვეული, რომ ცივისხლიანთ სითბოს განვითარება უფრო ნაკლები ხარისხით სჭირდება, ვიდრე თბილ სისხლიანთ, ამიტომ პირველები დაწვის პროცესისთვის მოითხოვენ ჟანგბადს უფრო ნაკლებად, ვიდრე მეორეები.

რომ ფორმის ელემენტების რაოდენობა დამოკიდებულია ორგანიზმის მოთხოვნილებაზე ჟანგბადის მიმართ, ცხადად სწას შემდეგ ფაქტით:

დან: მაღალ მთებზე მცხოვრებ ადამიანთა წითელი ელემენტების რაოდენობა რვა მილიონამდე აღწევს ერთს კუბიკ. მილიმეტრში. მაღალ მთებზე ჰაერის წოლა მცირეა, ჰაეი თხელია, ამიტომ საჭირო შეიქმნა საკმაო ჯანგბადის შესათვისებლად წითელი ელემენტების საერთო ზედაპირის გადიდება. მაგრამ ამის წინააღმდეგ იყო გამოთქმული სერიოზული მოსაზრებანი. მაგ., შეიძლება, რომ დიდ სიმაღლეზე სისხლის ფორმიანი ელემენტების სხეანარი გაწესრიგება ხდებოდესო, რომ ამის გამო პერიფერიულ ძარღვებში, საიდანაც გამოსაქვლევი სისხლი იღება, მათი რაოდენობა მატულობდეს; ხოლო სამაგიეროდ იგი კლებულობდეს შიგნულეობათა ძარღვებშიო. აგრედვე შეიძლება დიდ სიმაღლეზე სისხლის გასქელება სწარმოებდეს პლაზმის შემცირების გამო, მაშასადამე, ერიტროციტების აბსოლუტური რაოდენობა საერთოდ უცვლელი რჩებოდესო.

ფორმიანი ელემენტების მოცულობის ცვალებადობა. როდესაც იმ არეში, რომელშიაც ერიტროციტები იმყოფებიან, კონცენტრაცია ცვალებადობს (პლაზმა, შრავი), მაშინ მათი მოცულობაც იცვლება. ასე, თუ კონცენტრაცია მატულობს, ერიტროციტების მოცულობა კლებულობს, ისინი შეიკუმხებიან და იძლევიან ეკალივით გამწვანებულ მორჩებს (სურ. 2), თუ კიდე არეს კონცენტრაცია შემცირდა წყლის გარევით, მაშინ წითელი ელემენტები იძირება და თვითიფლი ბურთის ფორმას ღებულობს. თუ კიდე წყლით განზავება მეტად დიდია, მაშინ ერიტროციტები გაბერისას სქდება; მათი შემადგენლობა გარეთ არეში ეპოვის და პლაზმა ამით წითლად იღებება. ფიზიკო-ქიმიური თვალთაზრისით აღნიშნული მოვლენა, რასიკვირველია, დამოკიდებულია ერიტროციტების და გარეშე სითხის ოსმოსური წოლის სხეადასხვაობაზე. ამ თვალთაზრისით თვითიფლი ერიტროციტი უნდა განვიხილოთ როგორც ბუშტი, რომელსაც ნახევრად გამავალი აპკი აქვს და რომელიც შეიცავს სითხეს, **ენდოზემას**. ნორმულ პლაზმას ისეთივე ოსმოსური წოლა აქვს, როგორც ენდოზემას, ე. ი. ორივეში მარილთა და სხვა გახსნილ ნივთიერებათა კონცენტრაცია იზოტონურია. ნორმულად ერიტროციტების ფორმა გამოკიდებულია ენდოზემის მოლეკულთა მოქმედებაზე, რომელნიც გაზის მოლეკულთა მსგავსად, ეხეთქებიან ერიტროციტის გარს შიგნიდან და აფართოვებენ მას იმდენად, რომ ენდოზემის სითხის კონცენტრაცია პლაზმისას უდრიდეს. ამიტომ პლაზმას წყალი რომ მიეუბნათ და მით მისი კონცენტრაცია დავსწოთ, მაშინ წყალი შედის ერიტროციტში მისი აპკით, ვიდრე ენდოზემის კონცენტრაცია პლაზმისას არ დაემსგავსება. თუ პლაზმის კონცენტრაცია მეტად

მცირეა, მაშინ ერიტროციტში იმდენად ბევრი წყალი შედის, რომ გარსი მისი ველარ უძლებს და სქდება. პიჩიქით, თუ პლაზმაში მარილი შეეცნენ და მისი კონცენტრაცია ავსწიეთ, ერიტროციტიდან წყალი გამოდის პლაზმაში მანამ პირველის კონცენტრაცია მეორისას არ დამსგავსება. ამ შევსხვევაში, რასაკვირველია, ერიტროციტის მოცულობა კლებულობს, მისი გარსი შეიკუმხნება.



სურათი 2.

სურათი 2. ერიტროციტების სხეულების ფორმის ცვლებადობა დარღვევის ზედადასხვა ფაზებში: *a* და *b* — ადამიანის ერიტროციტები მიკროსკოპის სხვა და სხვანაირ დაყენებისას; მისდა მიხედვით თუ როგორია მიკროსკოპის დაყენება თეფშისებრი ჩაღრმავება ხან უფრო განიერია, ხან უფრო ნაკლებია; *c*, *d* და *e* — შეცვლილი ერიტროციტები *ე. წოდ.* თუთის მსგავსი ფორმისა; *g* და *h* — შეცვლილი ფორმები *ე. წოდ.* ადილის ვარსკულავისა; *i* — მრგვალი ბურთისებრი ფორმა; *k* — ფერ დაკარგული ერიტროციტები; *l* — სტრომა; *f* — ბაჟაყის ერიტროციტი, შეიკუმხული წყლის წილობრივ გამოცლის გამო (Landois).

სისხლის იზოტონური ხსნილი. სისხლის მიმართ იზოტონურ ხსნილად ითვლება ამფიბიებთა შორის $0,7\%$ Na Cl-ის ხსნილი, *ე. ი.* ფიზიოლოგიური ხსნილი, რომელშიაც ცხოველთა თვითმული ცოცხალი ქსოვილი დაცავს სიცოცხლეს. ადამიანის და საერთოდ თხილ სისხლიან ცხოველთა მიმართ ეს ხსნილი უნდა შეიცავდეს საჭედი მარილის (NaCl) $0,9\%$ -ს.

ერიტროციტების აპკის განმავლობა. ეს აპკი არაა აბსოლუტურად ნახევარგამავალი. მასში გაივლიან ყველა ის ნივთიერებანი, რომელნიც ლიპოიდებში (ლეციტინი, ქოლესტერინი) გაიხსნებაან, მაგ., სპირტები, ეთერები, რთული ეთერები, გლიცერინი, შაზღჰანი და სხვა. მაგრამ არ გაივლიან ნეიტრალური მარილები, მრავალატომიანი სპირტები, როგორც მანნიტი, ყუჰძნის და რძის შაქარი, ერთი სიტყვით ყველა ის ნივთიერებანი, რომელნიც ლიპოიდებში არ იხსნებიან.

ლაქური სისხლი. ზევით აღენიშნეთ, რომ წმინდა წყალში ერიტროციტები სკდება, მათი ენდოზემა გამოდის და პლაზმას წითლად ფერავს. ამნაირ სისხლს უწოდებენ „ლაქურს“, რადგან ამის შემდეგ სისხლი გამჭირვალე ხდება. სისხლი შეიძლება ვაქცოთ ლაქურად სხვა საშუალებითაც, მაგ., ეთერის, ქლოროფორმის, საპონინის შერევით, აგრეთვე განმეორებითი გაყინვით და მოლხობით, ელექტრული ნაყადის გატარებით. ეთერის და ქლოროფორმის მოქმედება აიხსნება ამნაირად. ჯერ ერთი, ეს ნივთიერებანი გაივლიან ერიტროციტის გარსს, როგორც ლიპოიდს, და უერთდებიან მის ენდოზემას. ამის გამო ერიტროციტი იზბერება. შემდეგ, ერიტროციტების გაზის თვით იხსნება ეთერში და ქლოროფორმში.

ლაქური სისხლიდან ცენტროფუგის საშუალებით შეიძლება გამოვყოთ ერიტროციტების ჩონჩხი ანუ „სტრომა“. უკანასკნელი შესდგება გარსისგან და ბირთვისგან, თუ უკანასკნელი არსებობდა ერიტროციტში. სტრომის შემადგენლობაში შედის ცილოვანი ნივთიერება, ქალესტერინი, ლეციტინი და ცხიმები. ის ენდოზემის ნაწილი კი, რომელიც წყალში იხსნება, შეიცავს KCl , KH_2PO_4 -ს და აგრეთვე Mg O-ის ნიშნებს. Na აგრეთვე შედის ამის შემადგენლობაში, ხოლო ყველგან არაა, მაგ., იგი არ არის ღორის, ცხენის, შინაური კურდღლის ერიტროციტებში. მაგრამ იქაც, სადაც ნატრი მოიპოვება, მისი რაოდენობა კალიზე ბევრად ნაკლებია. ადამიანის ერიტროციტებში K_2O ხუთჯერ უფრო მეტია, ვიდრე Na_2O . ($3,99\%$: $0,7\%$). კალი მეტად ბლომად აქვს შინაურ კურდღელს. ამიტომ ამ ცხოველის ლაქური სისხლი მეტად ძლიერ შხამს წარმოადგენს თავისუფალი კალის გამოისობით.

მაგრამ ჰემოგლობინთან შედარებით ერიტროციტის ყველა არაორგანიული ნაწილი ძლიერ მცირე წილს შეადგენს. ადამიანის ერიტროციტები შეიცავს $65-70\%$ წყალს და $30-35\%$ მშრალ ნივთიერებას. ამ მშრალ ნივთიერებიდან ჰემოგლობინზე მოდის $86,8-94,4\%$. მაშასადამე, თითქმის ერიტროციტების ერთ მესამედს ჰემოგლობინი შეადგენს.

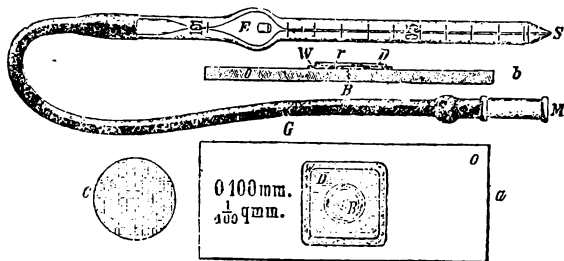
ერიტროციტების გამრავლება. ერიტროციტები მრავლად ილუპებიან სხეულში. ისინი ილუპებიან ღვიძლში და ელენთაში. რკინა, რომელიც თავისუფლდება, იკრიფება ელენთაში. ამისდა შესაფერად ერიტროციტები განუწყვეტილად მრავლდებიან. როგორც, ემბრიონალურ პერიოდში, ისე პოსტემბრიონულში ერიტროციტები ვითარდებიან ძარღვთა გარეშე ერთგვარ „ცთომილ უჯრედთაგან“, რომელთაგან აგრეთვე

ლიმფოციტები წარმოიშობა (მაქსიმოვი). ერიტროციტების განვითარება ძეღლის ტვინში უნდა სწარმოებდეს. შეიძლება, ერიტროციტები ვითარდებოდნენ აგრეთვე ელენთაში, რადგან თუ ელენთას ექსტრაპაცია უყვეს, სისხლის გამოშვების შემდეგ ერიტროციტების გამრავლება უფრო ნელა სწარმოებს, ვიდრე ნორმულ პირობებში.

1) ლაქური სისხლის მიღება. იღებენ სისხლს საცდელ შუშაში, მერე მიუმატებენ მას წყალს. ამის შემდეგ სისხლი გამჭვირვალე ხდება, როგორც ლაქის საღებავი.

2) სისხლის წითელი ფორმიანი ელემენტების ცვალებადობა პლაზმის ოსმოსური წალის ცვლილების მიხედვით. სისხლის პრეპარატს მიკროსკოპში გაშინჯვის დროს რომ წყალი მიემატოს, მაშინვე წითელი ფორმიანი ელემენტები სივდებიან, სქდებიან და მასთან უფერული ხდებიან. როდესაც სისხლის პრეპარატს მარილის ხსნილს მიუმატებენ, მაშინ პირიქით ერიტროციტები პატარავდებიან, შეიკუმხებიან და წვეტიან მორჩებს უშვებენ.

3) ერიტროციტების რაოდენობის განსაზღვრა. ამისათვის ხმარობენ თომას-ცეისის (Thoma-Zeiss) სათელელი აპარატით. ეს აპარატი - სათელელი კამერა - შესდგება საგნის მიწისგან, რომელზედაც ჯერ ერთი დიდი კვადრატისანი შუშა მიკრული; რომელსაც შუაგული ამოჭრილი აქვს, და მერე მეორე მრგვალი შუშა, რომელიც პირველის გულშია მოქცეული. ამ უკანასკნელის სისქე $\frac{1}{10}$ მილიმეტრით ნაკლებია კვადრატთან შუშაზე. ამის გამო, თუ მჭიდროდ დახუროთ საფარავი შუშით, მაშინ შუაში იქნება კამერა, რომლის სიმაღლე $\frac{1}{10}$



სურათი 3.

სურ. 3. სისხლის ფორმიანი ელემენტების დამოუკიდებელი აპარატი ტომას-ცეისისა. დაწვრილებითი აღწერილობა იხ. ტექსტში (უწეს-ლევიდან).

მილიმეტრს უნდა უდრიდეს (სურ. 3). ამ კამერის შუაგულში გაყვანილია 20 გასწვრივი და ოცეც გარდიგარდმო ხაზი, და მით ერთი კვადრატურა მილი-

მეტრის ზედაპირი 400 პაჟარა კვადრატებად იყოფა (სურ. 3, B, C). ანაი-
რად, ამ კამერის შუაგულში რომ მოეპყროთ სისხლის წვეთი და მჭიდროდ
დაეხუროთ საფარი, (სურ. 3 D), მაშინ მივიღებთ სისხლის სვეტს, რომლის სიმაღლე
 $\frac{1}{10}$ მილიმეტრი იქნება, ფუტე კიდე, რომელიც ხაზების ფარგალში მოჰყვება,
ერთს კვადრატურ მილიმეტრს უდრის. შემდეგ დასთვლიან ერიტროციტებს
მიკროსკოპის საშუალებით (გადიღება ორასამდე) ცალკეულ კვადრატებში
და ისე გამოარკვევენ თუ საშუალოდ თვითნებ კამერის კვადრატზედ
რამდენი მოდის. აქედან, ცხადია, აღვილია მისი გამოარკვევაც თუ რამდენი
ერიტროციტი ზი მადის თითო კუბიკურ მილიმეტრში. მაგრამ თუ ნორმული სის-
ხლი ავიღეთ, კამერის თვითნებ კვადრატზედ იმდენად ბევრი ერიტროციტები
მოდის, რომ შეუძლებელი ხდება მისი დათვა. აიტოვ კამერაში ათავსებენ ჰიპერ-
ტონური ხსნილი ($30\frac{1}{10}$ NaCl) 100 ჯერ განზავებულ სისხლის წვეთს. ეს განზავება
სწარმოებს სპეციალურ ლულაში (Potain-ის). იგი წარმოადგენს კაპილარულ მილს.
სადაც შესრუტყვენ სისხლს იმ ალაგამდინ, სადაც ცოფრა 1 ზის. (სურ. 3, S). ეს
კაპილარი თავდება გაგანიერებული ამჟულით, რომლის მოცულობა კაპილარი-
სას ასევე აღმეტება. სისხლის შემდეგ შესრუტყვენ ჰიპერტონური მარილის (Cl-
Na) ხსნილს, ვიდრე ეს ამჟულა არ აივსება. (ჰიპერტონურ ხსნილს იპოტომ ხმა-
რობენ, რომ მასში ერიტროციტები შეიკუმხნებიან და მათ მძივებიან, რაც
აადილეს მკროსკოპულ გამოკვლევას). ამ ამჟულში ხდება არევა და მერე
ნარევა სასხლიდან ერთს წვეთს კამერაში მოაქყვენ. რადგან მთელი კამერა მი-
როსკოპში არა სჩანს, ცხადია, ჯერ დასთვლიან იმ კვადრატებში ($=\frac{1}{400}$ კვ.
მილიმ.), რომელნიც მიკროსკოპში მოჩანან და მერე სხვებში. რაოც ასე დათვა-
ლება 60-80 კვადრატში, მერე გამოიანგარიშებენ ერიტროციტების საშუალო
რაოდენობას თითო კვადრატზე. ვთქვათ, იგი უდრის 11. შემდეგ ამას გაამრავლე-
ბენ ოთხასზე და მით გაივებენ რამდენი მოდის იმ სვეტში, რომლის სიმაღლე
 $\frac{1}{10}$ mm უდრის, ფუტე კიდე ერთს კვ. მილიმეტრს. აქედან გაივებენ, თუ რამ-
დენი უნდა მოდიოდეს ერთს კუბიკურ მილიმეტრში—($n \times 400$) 10. ეს რაოდე-
ნობა კიდე უნდა გამრავლდეს 100 ჯერ, რომ გავიგოთ ერიტროციტების რაოდ-
ენება ნორმულ სისხლის მიმართ, რადგან საცდელად აღებული სისხლი 100 ჯერ
განზავებულია იპოტონური ხსნილით: ე. ი. $= 1 \times 400 \times 10 \times 100$.

3. ჰემოგლობინი.

ჰემოგლობინის კრისტალების მიღება. სისხლის წითელი საღებავი
ანუ ჰემოგლობინი შეიძლება მივიღოთ კრისტალური ფორმით (ყანგ-
ბადთან შენაერთი ე. ი. ოქსი ჰემოგლობინის სახით). ამისთვის ცვენტრო-
ფუგის საშუალებით მიღებული ერიტროციტების მასსა წყალში იხსნება
და ზედაც ცოტადენ ეთერს უჰატებენ. აცივებენ O° -მდის, ურევენ მას
 O° -მდის გაცივებულ ალკოჰოლსმის მოცულობის ერთს მეოთხედს და შემ-

დეგ დასტოვებენ რამდენიმე დღით — 5⁰.-იან სიცივეზე. ზოგიერთი ცხოველის სისხლი იძლევა ჰემოგლობინის კრისტალებს უკვე ჩვეულებრივ ტემპერატურისას, მაგ., ზღვის თაგვის სისხლი. ეს კრისტალები გვეუფენის რომბულ სისტემას (პრიზმები, ტეტრაედრები). მხოლოდ ციყვის სისხლი იძლევა ჰექსაგონული სისტემის კრისტალებს. (სურ. 4).



სურათი 4.

სურ. 4 ჰემოგლობინის კრისტალები. a და b—ადამიანისა; c—კატისა; d—ზღვის თაგვისა; e—crivetus frumeut (ეროვნური თაგვი); f—ციყვისა. (დან ილევსკის წიგნიდან).

ჰემოგლობინის პროცენტული შემადგენლობა ასეთია:

ჰემოგლობინი:	c	H	N	s	Fe	o	P ₂ O ₅
ძალოსა .	54,57	7,22	16,38	0,568	0,336	20,93	—
ცხენისა .	51,15	6,77	17,94	0,390	0,335	23,43	—
ლორისა .	54,71	7,38	17,43	0,479	0,399	19,602	—
ქათმისა .	52,47	7,19	16,45	0,857	0,335	22,500	0,197

ასეთი შემადგენლობა სრულიად ეგუება საერთოდ ცილოვანი ნივთიერების შემადგენლობას, ამიტომ ჰემოგლობინი წარმოადგენს რთულ ცილოვან ნივთიერებას ანუ პროტეიდს, რომლის დამახასიათებელ ნიშანს გვეუფენის რკინის შემცველი საღებავი, ჰემოზრომოგენი (იხ. ქვემოთ).

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ ჰემოგლობინის ერთს მოლეკულაში ერთი ატომი რკინისა შედის, შეიძლება გამოვიანგარიშოთ სისხლის საღებავის მოლეკულური წონა. აქედან შეიძლება გავითვალისწინოთ რაოდენობითი ურთიერთობა ჰემოგლობინის შემადგენელი ელემენტებისა, მაგ., ცხენის მიმართ ეს ურთიერთობა ასეთი უნდა იყოს: C—4,547; H—7,22; N—1,166; S—0,0177; O—1,308; Fe—0,006.

რადგან არ შეიძლება, რომ მოლეკულაში შედიოდეს ატომის ნაწილაკები, ამიტომ უნდა გავყოთ ყველა ციფრები სულ მცირე ციფრებად. ი. რკინის ციფრზე. ამ წესით მივიღებთ ასეთ უმარტივეს ემპირიულ ფორმულას ცხენის ჰემოგლობინის შესახებ: $C\ 758, H\ 1203, N\ 195, O\ 218, S\ 3, Fe$, რაც შეეფერება მოლეკულურ წონას: 16,669.

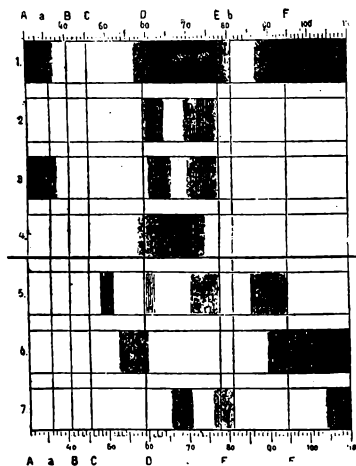
იგივე რეზულტატი შეიძლება მივაღწიოთ სხვა გზითაც, სახელობრ, თუ ვიხელომდვანელებთ იმ ფაქტით, რომ ჰემოგლობინის ერთი გრამი აკავშირებს ენგბადის 1,34 კუბ. სანტიმეტრს (იხ. ქვ.). 1 ლიტრი ენგბადისა, როდესაც მას 0° ტემპერატურა და 760 mm. წოლა აქვს, 0,14296 გრამს იწონავს. მაშას, ჰემოგლობინის 1 გრ. იკავშირებს 0, 001916 გრ. ენგბადს; ერთი მოლეკულა ენგბადისა კიდე (32 გრ.) აკავშირებს 16,700 გრ. ჰემოგლობინს. ამ გზით ნაპოვნი მოლეკულური წონა=16,700 სრულიად შეუფარდდება ზემო გამოანგარიშებულ ციფრს (16,669).

ხოლო ქიმიის თვალთახრისით ყველა ამ ანგარიშებს ძლიერ მცირე ღირებულება აქვს.

ჰემოგლობინის შეერთება გაზებთან: ჰემოგლობინი და ოქსი-ჰემოგლობინი. იუს. ლიბიხმა პირველად გვაჩვენა, რომ ენგბადი სისხლში ქიმიური კავშირით უნდა უერთდებოდეს, რადგან მისი რაოდენობა აღემატება იმ რაოდენობას, რომელიც შესაძლებელია ფიზიკურად შთანთქმული იყოს მის მიერ. შემდეგში ეს საკითხი დაწვრილობით იყო შესწავლილი ლოტარ მეიერის მიერ. ბოლოს იყო დამტკიცებული, რომ სწორეთ ჰემოგლობინი არის ენგბადის მატარებელი, რომ ერთი გრამი ჰემოგლობინისა იერთებს 1,34 კუბ. სანტიმ. ენგბადს სხეულის ტემპერატურისა და თუ ენგბადის წოლა=152 mm. Hg. ენგბადიანი ჰემოგლობინი—ოქსიჰემოგლობინი საღისისოკაციაკო შენაერთს წარმოადგენს. ეს იმას ნიშნავს, რომ მასში ენგბადი მეტად ლაღედ არის შეერთებული, რომ იგი გამოიყოფა წოლის დაწვეისას ან კიდე გაცხელებისას. ეს თვისება სრულიად წააგავს ნახშირის სიმეფავეს და ამ სიმეფავის ნატრიანი მარილს შორის წარმოებულ რეაქციას. ამ შემთხვევაში აღმოცენდება ორფუძიანი ნახშირის სიმეფავის მარილი, რომელიც ტემპერატურის აწვეისას უკუღმა იმავე ნაწილებზე იზლება. მაშასადამე, ეს რეაქცია ორმხრივია: $H_2CO_3 + Na_2CO_3 = 2NaHCO_3$. რეაქციის მიმართულება განისაზღვრება გარეგან, პირობებით (წოლა, ტემპერატურა, სარეაქციო ნივთიერებათა მასა) **Expt. Rec. I.**

იზ ნივთიერების დისოციაცია, რომელიც დაშლისას გაზს იძლევა, გამოიწვევა სხვათა შორის მაშინაც, როდესაც გაზის წოლა ამ ნივთიერების გარეშე მო შემცირებულია. აქედან სჩანს, რომ ჰლოზმის ჟანგბადის განსაზღვრულ წოლას შეუფარდდება განსაზღვრული რაოდენობა ჰემოგლობინის მიერ შთანთქმული ჟანგბადისა. ცხადია, ოქსიჰემოგლობინის სადისოციაციო წოლა ცვალებადია. დაწვრილებით ეს საკითხი განხილულ იქნება ქვემოთ.

ჰემოგლობინის ჟანგბადთან ლაღე შენაერთი, ეგ. წოდ. ოქსიჰემოგლობინი, აღისფერია ე. ი. ბაცი-წითელი ფერისა; უჟანგბადო ჰემოგლობინი კი მუქი-წითელია, ან ცოტა მოლურჯო. მუქი ფერი ეწეწური სისხლისა დამოკიდებულია უჟანგბადო ჰემოგლობინის სიჭარბეზე. თხელ ეწეწაში უჟანგბადო ჰემოგლობინი მწეწანე ფერისაა, მხოლოდ სქელ ფენებში იგი ლებულობს მუქ-წითელ ფერს. ასეთ მოვლენას „დიხროიზმს“ უწოდებენ (ორგვარი ფერი).



სურათი 5.

ჰემოგლობინის სპექტრები: 1—ოქსიჰემოგლობინისა 0,2%—იანი სხნილი; 2—იგივე 0,8%—იანი სხნილი; 3—ოქსიანჰიდრიდისა ჰემოგლობინისა; 4—აღდგენილი ჰემოგლობინისა; 5—მეტემოგლობინისა (იგივე ჰემატინის მუკე სხნილისა), 6—ჰემატინის ცუტიანი სხნილისა; 7—ჰემოგლობინისა; A, B, C...—ფრაქციონირების ზეზე; ციფრები აღნიშნავენ მილიმეტრულ სკალას. დაახლოებით 45 და 65 ზორის იმუფება ყვითელ ფერს; 67 და 97 ზორის—მწეწანე. (დანილესკის წიგნიდან).

ჰემოგლობინის და ოქსიჰემოგლობინის ფერის სხვადასხვაობა უფრო ცხადივ სჩანს სპექტრული ანალიზის დროს. თუ ოქსიჰემოგლობინის სხნილი მეტად განზავებულია ან და ძლიერ თხელ ფენას წარმოადგენს, მაშინ იგი ნოჰეს სპექტრის ლურჯ და ფიოლეტური ნაწილებს; ამას

გარდა იგი იძლევა ორ შთანთქმის ზოლს სპექტრის ყვეთელ-მწვანე ნაწილში ფრაუნჰოფერის D და E ხაზს შუა. უფანგბადო ჰემოგლობინი კიდევ ძლიერ კონცენტრაციულ ხსნილში იძლევა ერთი მხრივ ძლიერ ეწიწო შთანთქმის ზოლს სპექტრის ფიოლეტურ ნაწილში და მეორეს მხრივ ერთი განიერ შთანთქმის ზოლს D და E ხაზებს შუა. D-სთან ახლოს; ამ ზოლის შემოხაზულობა ბუნდად მოსჩანს (სურ. 5). იყო აგრეთვე ნაჩვენა, რომ სპექტრის ულტრაფიოლეტურ ნაწილშიაც აღმოჩნდება ხოლმე შთანთქმის ზოლები, რომლებიც ფოტოგრაფიის საშუალებით შეიძლება დადასტურდეს.

სინათლის შთანთქმის დამოკიდებულება კონცენტრაციაზე ანუ ფენის სისქეზე: ჟანგბადის კონცენტრაციის შიშვებებისას ორივე ზოლი ჰემოგლობინისა ერთმანეთს უერთდება, შემდეგ სპექტრის ყველა სიხვები, წითელის გარდა, ინთება.

ორგანიზმში ოქსიჰემოგლობინის გარდაქმნა ჰემოგლობინად სწორ-მოებს იმ აღმდგენელ ნივთ-ერებათა მოქმედებით, რომლებიც უჯრედებში აღმოცენდება. შეიძლება აღვადგინოთ ჰემოგლობინი ოქსიჰემოგლობინიდან აგრეთვე საცდელ შუშაში ცხოველთა ქსოვილების ნაჭრების გავლენით, და აღმდგენელი რეაქტივებით, მაგ., გოგირდიანი ამმონით, სტოქსის რეაქტივით (ღინის სიმეფის რკინის ნაქანგი ($C_4H_4O_6Fe$) ამმონის ხსნილში).

მეტჰემოგლობინი. ოქსიჰემოგლობინის გარდა არსებობს ერთი ჰემოგლობინის შენაერთი ჟანგბადთან, ეგ. წოდ. მეტჰემოგლობინი. სხეულში ეს ნივთიერება აღმოცენდება ბერთოლეს მარილით ($KClO_3$) მოწამელის შემდეგ, აგრეთვე ამილნიტრიტით და სხვ. საცდელ შუშაში ეს შეიძლება მივიღოთ ოქსიჰემოგლობინიდან, თუ მას მიუმატებთ წითელ სისხლიან მარილს ($Fe C_6H_6H_3$). უკანასკნელი ჯერ აცლის ჟანგბადის ერთს მოლეკულას, ამიტომ შეიძლება ვისარგებლოთ ამ მარილით სისხლის საღებავის რაოდენობის განსაზღვრელად. ამის შემდეგ ჰემოგლობინის მოლეკულას უკანვე უერთდება ჟანგბადის ორი ატომი, ხოლო სხვანაირი წესით და მით გამოვა მეტჰემოგლობინი. ამ შენაერთის ჟანგბადი იმდენად მჭიდროდ უკავშირდება ჰემოგლობინს, რომ იგი თავის თავად უპაერო სიერცეში ჟანგბადს არ გამოჰყოფს. ხოლო აღმდგენელ ნივთიერებათა ზედმოქმედებით იგი გამოიყოფა, მაგ., გოგირდიანი ამმონის მოქმედებით; ამასთან მეტჰემოგლობინი ჰემოგლობინად იქცევა. მეტჰემოგლობინის ნეიტრალური ხსნილი წაბლის ფერისაა,

ტუტიანი კიდე წითელი ფერისაა. ნეიტრალური ხსნილი იძლევა ერთს შთანთქმის ზოლს სპექტრის წითელ ნაწილში C და D-ს ხაზებს შუა.

ჰემოგლობინის შენაერთი ნახშირბადის ჟანგთან (CO) და აზოტის ჟანგთან (NO). ეს შენაერთები ადვილად განიცდიან დისსოციაციას, ხოლო დისსოციაცია CO-ჰემოგლობინისა ნაკლები სისწრაფით სწარმოებს, ვიდრე ოქსიჰემოგლობინისა, NO ჰემოგლობინის დისსოციაცია კიდე—ნაკლებად, ვიდრე CO-ჰემოგლობინის. სხვანაირად, CO უერთდება ჰემოგლობინს უფრო მჭიდროდ, ვიდრე ჟანგბადი, NO კიდე—უფრო მჭიდროდ, ვიდრე ის ორივე გაზი. CO და NO უერთდება ჰემოგლობინს მოლეკულის სწორედ იმ ალაგას, სადაც O_2 უერთდება. ცხადია, CO იჭერს O_2 -ის ალაგს. ამ ფაქტს ეფუძნება CO-ით მოწამვლა მნათობის გაზის შესუნთქვისას, დაბრუება, რადგან ჟანგბადის ალაგს იჭერს CO და ამის შემდეგ სისხლს არ ძალუძს ჟანგბადი შემოიერთოს.

ოქსინახშირბადიანი ჰემოგლობინი იძლევა სპექტრში შთანთქმის ორ ზოლს, რომელიც თითქმის იმავე ალაგას მოდის, როგორც ოქსიჰემოგლობინისა, მხოლოდ ცოტაოდენ გაწეულია ფიოლეტის მხრისკენ. გარჩევა ამაშია, რომ გოგირდიანი ამჟონის მომატების შემდეგ ეს CO-ჰემოგლობინის ზოლები ერთზოლიანად არ იქცევა.

CO-ჰემოგლობინის აღმოჩენა შეიძლება მოხდეს ჰოპკინსის მეთოდით. თუ მიუმატებთ ორჯერ მეტს მაგარ ნატრის ტუტას, მივიღებთ ნორმულ სისხლიდან მღვრიე მუქ-წითელ ნალექს, ოქსინახშირიან სისხლიდან კიდე—ბაც-წითელ ნალექს.

ჰემოგლობინის და ნახშირის სიმჟავის შენაერთი. დიდი მნიშვნელობა აქვს სუნთქვის ქიმიკში იმ ფაქტს, რომ ჰემოგლობინი იერთებს აგრეთვე ნახშირის სიმჟავეს, ხოლო ეს სიმჟავე აზ უერთდება მოლეკულის სწორეთ იმ ალაგს, სადაც ჟანგბადი უკავშირდება. აქედან ცხადია, რომ ნახშირის სიმჟავის შემოერთება არ განსდევნის მოლეკულიდან არსებულ ჟანგბადს. მაგრამ მიუხედავად ამისა ნახშირის სიმჟავე გავლენას ქონულობს მეტჰემოგლობინის დისსოციაციასზე (იხ. ქვ.)

ჰემოგლობინის დაშლის ნაყოფი. მძაფრი სიმჟავის, მაგ., მძაფრი ძმრის სიმჟავისა, და მძაფრი ტუტების მოქმედებით, სისხლის საღებავი იშლება ცოლოვან ნივთიერებად, გლობინად, და უცილოვანო ნივთიერებად, რომელიც რკინას შეიცავს. 100 წილი ჰემოგლობინისა დაშლისას იძლევა 94—96 წილს გლობინს და 4 წილს მღვრიე ნივთიერებას.

გლობინი ჰიდროლიტიურ დარღვევისას, ე. ი. წყლის გავლენით დაშლისას, იძლევა ბევრს ლეიცინს და ძლიერ ბევრს ჰისტიდინს და მის მსგავსს

შენაერთებს. მეტად ბევრია ჰისტიდინი იმ ცილოვან ნივთიერებაში, რომელსაც ჰისტონს უწოდებენ; ამიტომ გლობინს ჰისტონებს მიაკუთვნებენ. გლობულინის მსგავსად, გლობინი ოპტიკურად მომქმედია; ჰემოგლობინი ატრიალებს პოლიარიზაციის სიბრტყეს მარჯნვით, გლობინი კი — მარცხნით.

ძმრის სიმკვით რომ დავშალოთ უფანგბადო ჰემოგლობინი, მაშინ მივიღებთ საღებავს, რომელიც რკინას შეიცავს, ეგ. წოდ. **ჰემოხრომოგენს** (ჰოპკინ-ხეილერი). ოქსიჰემოგლობინიდან კიდე იმავე პირობაში მივიღებთ **ჰემატინს**. ორივე საღებავი განირჩევა ერთი ერთმანეთიდან იმით, რომ პირველი არ შეიცავს ჟანგბადს, მეორე კი შეიცავს. იმიტომ ჰემოხრომოგენს სხვანაირად უწოდებენ აგრეთვე **აღდგენილ ჰემატინს**.

ჰემატინს აქვს ასეთი ფორმულა: $C_{54}H_{34}N_4FeO_5$. ტუტთან ხსნილი მისი წითელი ფერისაა, მკავე კიდე — წაბლის ფერისაა. უკანასკნელის სპექტრი გვაძლევს ერთს შთანთქმის ზოლს, როგორც მეტჰემოგლობინი, მაგ., ტუტთან ხსნილში ჰემატინი იძლევა ამ ზოლს C-ს და D-ს შუა. ტუტთან ხსნილს რომ მიუმატოთ გოგირდიანი ამმონი ან სტოქსის სითხე, მაშინ გამოვა აღუბლისფერი ჰემოხრომოგენის ხსნილი, რომელსაც ორი შთანთქმის ზოლი აქვს მწვანე ფერში: ერთი მათვანი, უფრო ბნელი და უფრო ვიწრო D-ს და E-ს შუა მდებარეობს, მეორე კიდე უფრო განიერი უფრო ნათელი ალავს D-ს და C-ს შუა დაიჭერს და კიდევ გადალახავს ორივე თავისი საზღვრებით ამ ხაზებს.

ჰემატინის კრისტალები მიიღება, თუ ვაღუღეთ იგი მძაფრი ძმრის სიმკვითში და მასთან სულ მცირე $Cl Na$ -თან ერთად. ეს კრისტალები ეკუთვნის რომბის სისტემას და წაბლის ფერისაა. კრისტალური შენაერთი ჰემატინისა შეიცავს მარილის სიმკვითს და იწოდება ტეიხმანის კრისტალურად (სურ. 6.) ამ რეაქციით სარგებლობენ, როდესაც უნდათ დამტკიცონ სისხლის მსგავს ლაქაში სისხლის არსებობა. $Cl Na$ -ის მაგიერ შეიწლება ვიხმარათ JK . ამ შემთხვევაში მივიღებთ JH -ჰემატინს.

ჰემატოპოროფირინი. მძაფრი გოგირდის სიმკვითს გავლენით ან მძაფრი ძმრის სიმკვითში დუღილით ჰემატინს გამოეყოფა რკინა და ხდება ურკინო მღებავ ნივთიერებად, ეგ. წოდ. **ჰემატოპოროფირინად**. მცირეოდნად იგი იშუოფება შარდში, ნალევში. მკავე ხსნილი ჰემატოპოროფირინისა აღუბლის ფერია. მის სპექტრში მოსჩანს ერთი ვიწრო შთანთქმის ზოლი C-სა და D-ს შუა, D-სთან ახლო, და ერთი განიერი ზოლი D-სა და E-ს შუა.

ჰემატოპორფირინი რომ ენერგიულად აღვადგინოთ, მაშინ მივიღებთ წყალში ძნელად გასახსნელ ნივთიერებას, რომელიც ფიჭვის ნაფოტს მარილის სიმკვარეში დასველებულს წითლად ღებავს. ეს ზეპქია დამახასიათებელია პიროლისთვის. თუმცა აღნიშნული ნივთიერება წარმოადგენს სხვადასხვა ნივთიერებათა ნარევის, მაგრამ მის მთავარ ნაწილს β-მეტილ—β'-პროპილპიროლი უნდა შეადგენდეს: $\text{CH}_3\text{—C—C—C}_3\text{H}_7$



ასეთივე ნაყოფი მიიღება ქლოროფილის დაშლისას.



სურათი 6.

სურ. 6. ჰემინის კრისტალები: 1—ადამიანისა; 2—სელაპისა (P'hoea vit.) 3—ხბოსი; 4—ლორისა 5—ცხვრისა; 6—esox luc. (ქარიულაჰია თევზისა), 7—შინაური კურდღლისა; 8—სისხლის ლაქისგან მიღებული ჰემინის კრისტალები. (Landoisi.)

არსებობს ერთი ჰემოგლობინის დაშლის ნაყოფიც ურკინო საღებავი ნივთიერება ჰემატოინი, რომელიც ვერხოვმა ძველი სისხლის გამოწადენში აღმოაჩინა. ჰემატოინის კრისტალები რომბული სისტემისაა, მოკეთილმო ფერისა. ეს კრისტალები ძლიერ წაავაგს ნალევის საღებავ ნივთიერებას, ბილირუბინს.

ჰემოგლობინის რაოდენობა. ადამიანის სისხლში ჰემოგლობინი დაიჭერს 14 0/0-ს. მაშ., ერთი კუბიკური მილიმეტრი 0;14 მილიგრამ ჰემოგლობინს შეიცავს. ცხოველებში ამაზე მეტი ჰემოგლობინი აქვს მხოლოდ ფრინველებს (17 0/0), სხვა ცხოველებს კი ნაკლები: ცხენს—13 0/0, ლორს—12,7 0/0, ხარს—9,9 0/0, ძაღლს 9,70/0. ყველაზედ უფრო ნაკლებად ჰემოგლობინი ცივისხლიან ცხოველებს აქვს—8—90/0. ასაკის მიხედვით ყველაზედ მეტი ჰემოგლობინი ახლად დაბადებულთ აქვს, შემდეგ 29—45 წლისებს, ე. ი. იმ დროს, როდესაც ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლა ენერგიულია.

ჰემოგლობინის რაოდენობა არაა პირდაპირ დამოკიდებული მხოლოდ წითელ ელემენტების რაოდენობაზე. ხშირად ავადმყოფობისას ჰემოგლობინი მეტად ძლიერ კლებულობს, თუმცა ამ ელემენტთა რაოდენობა უცვლელი რჩება.

1) **ჰემოგლობინის კრისტალების მიღების** ერთი წესი უკვე ავწერეთ ზევით. ყველაზე მარტივია ამ კრისტალების მიღება ზღვის თავისი (cavia marina) სისხლისგან. სისხლის წვეთს მოაქცევენ საგნის მინაზე, შემოახვევენ კანადის ბალზამს და დაჰხურევენ სახურავი მინით. რამდენიმე წამს შინჯავენ მიკროსკოპში. პრეპარატის გარეშე ცხადივ გამოჩნდება სხედასხვა ოდნობის რომბული ტეტრაედრები (იხ. სურ. 4)

2) **ჰემინის კრისტალების მიღება.** გაშავებული სისხლის ერთ წვეთს საგნის მინაზე ან საათის შუშაზედ მოათავსებენ. მას მიუმატებენ Cl Na -ის პატარა კრისტალს და მძაფრი ძმრის სიმედიის (acid. acetic. glaciale) რამდენიმე წვეთს. შემდეგ დაჰხურავენ სახურავ შუშას და ფრთხილად გააცხელებენ პრეპარატს ცეცხლზედ ორთქლის განვითარებამდე. გაცივების შემდეგ მიკროსკოპში გაშინჯავენ; პრეპარატში აღმოჩნდება ჰემინის მრავალი რომბული კრისტალები. (სურ. 6).

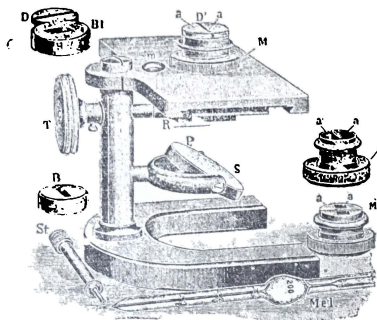
3) **ოქსიჰემოგლობინის და ჰემოგლობინის დადასტურება.** პატარა ჭურჭელში პრეტელი კედლებით ან საცდელ შუშაში ჩაასხამენ გამოხდილ წყალს და მასში ჩაუშვებენ რამდენიმე სისხლის წვეთს. სპექტროსკოპული გამოკლევა აჩვენებს სპექტრის ყვითელ-მწვანე ნაწილში ორ შავ ზოლს ოქსიჰემოგლობინის მომასწავებელს (სურ. 4).

შემდეგ ამას მიუმატებენ ცოტადენი სტოკისის (Stokes) სითხეს, ან გოგირდიან ამონიის, მჭიდროთ დაჰხურავენ ჭურჭელს და შეარბევენ. ახალი სპექტროსკოპული გამოკლევა გვაჩვენებს ორი ზოლის მაგიერ ერთს განიერ ბნელ ზოლს იმავე სპექტრის ნაწილში. (სურ. 5).

ჭურჭელს რომ პირი მოვხადოთ და ხელახლად შევარბიოთ ჰაერში, ხელახლად ჰემოგლობინი იქცევა ოქსიჰემოგლობინად და ხელახლად მისი სპექტრი იქნება ორზოლიანი სპექტრის ყვითელ-მწვანე ნაწილში.

სტოკისის სითხე უნდა დამზადდეს თვითიული ცდისთვის საკუთრად ex tempore. სამ წილს მაგარი გაწურული ferrum sulf. oxydatum-ის ხსნილისა და ერთ წილს acidum tartaricum-ისას ურევენ ერთმანეთში და შემდეგ შერბევისას უმატებენ მძაფრ ამონიის, ვიდრე არ მიიღებენ სასიამოვნო მუქ-მწვანე ფერს.

4) **ჰემოგლობინის რაოდენობის განსაზღვრა.** ამ მიზნით სარგებლობენ ფლეიშ-მ-ი-შერის ჰემომეტრით (სურ. 7). ხელში რომ გეჭონდეს ჰემოგლობინის განსაზღვრული კონცენტრაცია, მასში ჰემოგლობინის რაოდენობის განსაზღვრას ასე ევაწარმოვებთ. ჰემომეტრის მთავარ ნაწილს შუადგენს სოლის ფორმის



სურათი 7. ჰემატობრი ფლეიშ-მიუერისა. აღწერილია ტექსტში (Landis).

შუშა, რომელიც შეფერილია ოქროთი წითელ ფერად. თეთრ ჰემო-მერალ შესდგება კამე-რისაგან, რომელიც ორ ბუდედ არის გაყოფი-ლი (M სურ. 7). კამერა-სღვას აპარატის მივი-ლის მრგვალ ნახვრეტ-ზედ. ერთი ბუდის ქვეშ მოძრაობს ხრახინლის (M) საშუალებით სლი-წითელი შუშისაგან (R).

ამ პუდეს წყლით ავსებენ. წყალი გვეჩვენება შეფერილად მია უფრო მუქ წითლად, რაც უფრო მსხვილი სოლის ნიწილია მის ქვეშ. მეორე ბუდეში შეაქვთ სისხლის ცოტაოდენი განსაზღვრული რაოდენობა, რომელიც წანასწარ განზავებული იყო სოლის ხსნილით საკუთარ მრეველ პიპეტაში (Mel). კამერას ზურავენ მინით და სოლს ვატირებ-გამოატარებენ ბუდის ქვეშ, ვიდრე ორივე ბუდის ფერს ერთნაირი არ შეაჩვენება. მაშინ ჭურჭუტანის 10 სანუალე-ბით დანახული (ყოფრე გამოხატავს იმ ჰემოგლობინის კონცენტრაციას, რომელიც ბუდეში გამოჩენილ სოლის ფერს შეეფერება. აქედან გამოიანგარიშებენ აღებულ სისხლში ჰემოგლობინის რაოდენობას.

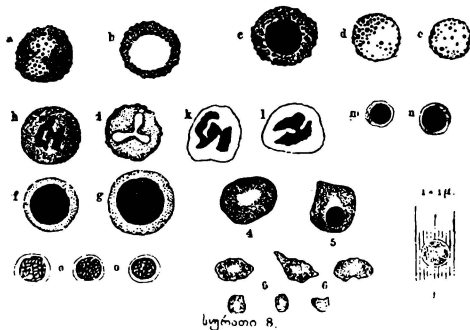
4. ლექსოქოცები.

მორფოლოგია. ლეიკოციტები ანუ უფერო სისხლის ელემენტები ნამდვილ უგარსო უჯრედებს წარმოადგენენ. მათ მარცვლოვანი პროტოპლაზმა და ერთი ან რამდენიმე ბირთვი აქვთ. ლეიკოციტების აგებულება ფრად მრავალგვარია. ზოგიერთი ლეიკოციტები განსხვავდება ოდნობით, ზოგი თავისი მიმართებით საღებავ ნივთიერებისადმი, ზოგიც ბირთვის აგებულობით. ამ ნიშნების მიხედვით ლეიკოციტთა შორის განიჩევიან:

1. **ლიმფოციტები**, რომელთაც ან ერიტროციტების ოდნობა აქვთ ან უკა ნაკლები (6 — 7,5 მიკრ.). მათი მსხვილი ბირთვი კარგად იღებება და გარშემორტყმულია პროტოპლაზმის თხელი ფენით. (სურ. 8).

2. **ეოზინოფილები ანუ აციდოფილები**. ამათი პროტოპლაზმა შეიცავს ისეთ შარცვლებს, რომლებიც კარგად იღებება ისეთი მჟავე საღებავით, როგორიც ეოზინია. (მჟავე საღებავს ერლიხი უწოდებს ისეთ საღებავს, რომლის შემდგომი ფუძე სიმჟავეს წარმოადგენს). ამ ლეიკოციტების ბირთვი მრავალნაწილიანი და მრავალგვარია: ხან ნაღის მსგავსია, ხან გულისა. ეოზინოფილების გარდიგარდმო ხაზი 14 მიკრონამდე აღის, ი. ი. ერიტროციტებზე ორჯერ მეტია. (სურ. 8).

3. **პოლინუკლარები ანუ ნეიტროფილები**. ამთ ეოზინოფილების სახე და ოდნობა აქვთ. ბირთვიც მრავალნაწილიანია, როგორც ეოზინოფილებისა. ხშირად იგი რამდენიმე ცალკე ნაწილისაგან შედგება. მათი მარცვლოვანი პროტოპლაზმა არ იღებება არც მჟავე და არც ტუტეიანი საღებავით. მაგრამ კარგად იღებება ნეიტრალური საღებავებით.



სურათი 8. ლეიკოციტების სხვადასხვა ფორმები. 1000-ჯერ გადიდებული. 1—ნორმული ერიტროციტი (მოყვანილია მისი ოდნობა შესადარებლად ლეიკოციტებთან); a, b, c—ეოზინოფილური ლეიკოციტები; d, e—მსუქანი ლეიკოციტები; f, g—მსხვილი მონონუკლარები; h, i, k, l—პოლიმორფული ნეიტროფილები; m, n—პოლიმორფული ნეიტროფილები; o, p—ლიმფოციტები; q, r—მეგალოციტები; s—პოლი-ლოციტები (Guineke).

ტარა ნეიტროფილები; o, p—ლიმფოციტები. 4, 5—მეგალოციტები, 9—პოლი-ლოციტები (Guineke).

ამთ გარდა არსებობს აგრეთვე სხვანაირი ლეიკოციტებიც სხვადასხვა ოდნობისა, ლიმფოციტების მსგავსი; ხოლო მათი ბირთვი ისე კარგად ვერ იღებება.

ლეიკოციტებში ხშირად შევხვდებით გაყოფის ფიგურებს. მაგრამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ ივინი ყველა სისხლის მილუმში მრავლდებიან. მეტი წილი ლეიკოციტებისა წარმოიშობა ლიმფოიდურ ორგანოებში (ლიმფის ჯირკვლებში, ელენთაში, ძვლის ტენში).

ლეიკოციტების რაოდენობა. საშუალოდ სისხლის თითო კუბიკურ მილიმეტრში 8 — 10 ათასი ლეიკოციტია, ე. ი. ერთი ლეიკოციტი 500 ერიტროციტზე მოდის. მაგრამ, ლეიკოციტების რაოდენობა მეტად ცვალებადია: ახლად შობილს, მაგ., ორჯერ მეტი აქვს, ვიდრე მოზრდილს. საკმლის მიღების შემდეგ, მეტადრე ცილოვანისა, ლეიკოციტების რიცხვი მატულობს (ეგ. წოდ. საკმლის მომწვლელელი ლეიკოციტოზი). ბოლოს, ლეიკოციტების რაოდენობა ერთი და იგივე არაა სხვადასხვა ორგანოებში. მაგ., ელენტას ვენაში მათი რაოდენობა საშუალოზე 7-ჯერ მეტია. საზოგადოდ ნორმულ სისხლში 70% ლეიკოციტებისა პოლინუკლეარებს ეკუთვნის; ერთ ბირთვიან ლეიკოციტები კი შეადგენენ 18%-ს, ამას გარდა 12% ლიმფოციტებს ეკუთვნის.

ლეიკოციტების დახასიათება. ამათი მთავარ თვისებად უნდა მივიღოთ მიღრეკილება ამიობის მსგავსი მოძრაობისადმი. ამ მოძრაობის შესწავლა თბილ სისხლიან ცხოველთა მიმართ უნდა სწარმოვბდეს ისეთ პირობებში, რომ ტემპერატურა აღებული სისხლისა სხეულისაზე ნაკლები არ იყოს. ცივისსხლიან ცხოველთა ლეიკოციტების მოძრაობა ჩვეულებრივ ოთახის სითბოშიაც შეიძლება ვინახულოთ. მე-9 სურათზე მოყვანილია ცვალებადი ფორმები, რომელიც ერთმა ლეიკოციტმა მიიღო რამდენიმე წამის განმავლობაში. ამიობის მსგავსად ლეიკოციტი უშვებს პროტოპლაზმურ მორჩებს ეგ. წოდ.



სურათი 9.

სურათი 9. ადამიანის ლეიკოციტების ამიობისებრი მოძრაობა. (დან ი. ლევსკი დან).

ფსევდოპოდოზებს. როდესაც ფსევდოპოდოზი მიემარგება ერთ რომელიმე წერტილს, მთელი პროტოპლაზმა გადადის ამ ფსევდოპოდში, და ამით ლეიკოციტი ალავს იცვლის. მაგრამ პროტოპლაზმის მოძრაობის შედეგი შეიძლება იყოს სხვანაირიც. ლეიკოციტის

ახლო რომ იღვას მაგარი ნაწილაკი და მისკენ გაეწოდოს ორი ფსევდოპოდი, მაშინ ფსევდოპოდიების შეერთებით და მათი შეკუმშვის წყა-

ლობით ეს ნაწილაკი შეეთრევა პროტოპლაზმის შიგნით: ლეიკოციტი „უკლავს“ ნაწილას.

ლეიკოციტების მოძრაობის წარმოშობა და ფაგოციტოზი. ლეიკოციტთა მოძრაობის მიზეზად ხშირად **ქემოტაქსური გავლენა** უნდა ჩაითვალოს. ქემოტაქსის უწოდებენ იმ მოვლენას, რომ თავისუფლად მცხოვრები უჯრედები მიიტაცება ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების მიერ (დადებითი ქემოტაქსისი) და გაუბრუნდებიან ზოგიერთ სხვა ნივთიერებას (უარყოფითი ქემოტაქსისი). ამ მოვლენის ლეიკოციტების მიმართ შესასწავლად შეუტრიალებენ ცხოველს (მაგ. ბაყაყის ზურგის ლიმფურ უბეში) კაპილარულ მილს რომელიმე ქიმიურ ნივთიერებით ვასებულს. ამ ნივთიერებას რომ დადებითი ქემოტაქსისის უნარი ჰქონდეს, მაშინ კაპილარული მილი გაიტენება ლეიკოციტებით. **მეტის მეტი სიძლიერით იგინი მიიტაცებიან ბაქტერიების ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ნაყოფთაგან.** ეს ფაქტი გვაჩვენებს, თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმისთვის ამ ლეიკოციტების შეძლებას მოძრაობისადმი და მაგარ ნივთიერებათა დაქერას ქემოტაქსისის გავლენით. როდესაც სადმე სხეულში გაჩნდება ავადმყოფობის აღმქრელი კეა, მაშინვე ამ ალავისკენ გაქერება მრავალი ლეიკოციტი. უკანასკნელი სისხლის ძარღვებიდან გაძვება სხეულის იმ ნაწილში საიდანაც ორგანიზმს ხიფათი მოვლის (ლეიკოციტების ემიგრაცია, დიაგნოზი), რომ აქ „გადაუკლავს“ ავადმყოფობის აღმქრელი. ამიტომ ლეიკოციტებს სხვათაგანად ფაგოციტებს ანუ „მკამელ უჯრედებს“ უწოდებენ (მგნიკოვის ფაგოციტოზი). სწორედ ჩირქის ელემენტები წარმოადგენენ იმ ლეიკოციტებს, რომლებმაც დაავადყოფებულ ალავს მოიკრიფეს თავი; მათი პროტოპლაზმა გატენილია ხოლმე დაქერლი ბაქტერიების სხეულებით.

ამოთხური მოძრაობა ალბად გამოიწვევა ხოლმე ლეიკოციტების პროტოპლაზმაში ზედაპირული ვაკიმულობის (დაძაფულობის) ადგილობრივი ცვლილებით. სხვა არა იყოს რა, მკვდარ ობიექტებზედაც ამგვარ მოვლენას ვინახულებთ, თუ სადმე შეცვალეთ ზედაპირული ვაკიმულობა (გადი).

ქემოტაქსისის მოვლენა აგრეთვე საიდუმლო რამეს არ წარმოადგენს. ამგვარი მოვლენის დაკვირვება მკვდარ ობიექტებზე ადვილი საქმეა. (რე მბლერი).

ლეიკოციტები ებრძვიან გადამდები ავადმყოფობის აღმქრელებს აგრეთვე სხვა გზით. ლეიკოციტები გამოიმუშავენ ხოლმე ერთგვარ

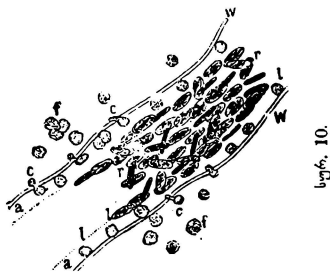
ნივთიერებათ, რომელთაც ბიუხერმა **ალექსინები** უწოდა. ამ ნივთიერებათა ბუნება ჯერ შესწავლილ არაა. მაგრამ კარგად ცნობილია, რომ ეს ნივთიერებანი „ბაქტერიოციდურია“ ე. ი. ბაქტერიებს ხოცვენ ან და ყოველ შემთხვევაში ანელებენ და სპობენ კიდეც მათ გამრავლებას. შემდეგ, ფილტვების ინფილტრატი (ფილტვების ანთებისას) იმის გამო ისპობა, რომ ლეიკოციტები, რომლებიც მრავლად იკრთებიან ფილტვის ალვეოლებში, პროტეოლიტიურ ფერმენტს უშვებენ.

ლეიკოციტების ფუნქცია სალ ორგანიზმში კარგად ცნობილი არაა. ეტუობა, ლეიკოციტები მონაწილეობენ გაუხსნელ ნივთიერებათა გადატან-გადმოტანაში, მაგ., ცხიმისა. ჰოფმეისტერის აზრით, ლეიკოციტები აღადგენენ ცილოვან ნივთიერებას მის მონელების ნაყოფიდან. საინტერესოა შემდეგი დაკვირვება: რძეში ნაყოფი ლეიკოციტები აგროვებენ თავის პროტოპლაზმაში ისეთ მარცვლებს, რომლებიც იოდის მიერ წაბლის ფრად იღებება გლიკოგენის მსგავსად. (ი. მიულერი). ალბად ლეიკოციტების სხეულში გლიკოგენი მზადდება. ეს მოვლენა არ ეწინააღმდეგება ქიმიის და ფიზიოლოგიის ცნობილ ფაქტებს. საკმლის მონელების ეპას ლეიკოციტები მრავლად გადასახლებიან ხოლმე საკმლის მომნელებელ მილში.

სისხლის ფირფიტები ანუ ტრომბოციტები. ესენი წარმოადგენენ მეტად მცირე ბირთვიან უჯრედებს, 0,5—2 მიკრონის დიამეტრი. ზედაპირიდან გვეჩვენებიან მრგვლად, გვერდებიდან კიდე სალესავ ქეპს ემსგავსებიან. ლეიკოციტების მსგავსად ტრომბოციტები ამიობურ მოძრაობას ეწევიან, თუმცა ნაკლები სისწრაფით. მათი რიცხვი ბევრად აღემატება ლეიკოციტებს. 1 კუბ. მილიმეტრზე 600,000 ტრომბოციტი მოდის. მათი სისწორით აღრიცხვა ბრკოლდება იმ გარემოებით, რომ ეს ფირფიტები მეტად ადვილად ირღვევა და ერომანეთს ეკვრება, რა წამს სისხლს მილებიდან გამოუშვებენ. ტრომბოციტები თავის წარმოშობით უნათესავლებიან ლეიკოციტებს. მათ დანიშნულებას სისხლის შეკერის მიმართ შემდეგ გავეცნობით.

1). **ლეიკოციტების რაოდენობის აღრიცხვა.** ამ მიზნით სარგებლობენ თომა—ცეისის მთვლელი კამერით. რადგან სისხლში ლეიკოციტები მეტად ნაკლებად არის, ამიტომ საკმარისია სისხლი განზავდეს ერთი ათად. განზავებულ სითხედ უნდა იხარებოდეს 0,3% ძმრის სიმეფე. ეს იმიტომაა საჭირო, რომ ძმრის სიმეფე ხსნის ერატროციტებს და მით აადვილებს ლეიკოციტების დანახვას.

2) **მიგრაციის და ფაგოციტოზის დაკვირვება.** ბაყაყს ზურგის სალიმფო უბეში შეუშაპუნებენ ცო ჯაოდენ წყალში გათქვეფილ ინდიგოს ან ჩინურ ტუშს. მერე მოშაპვენ კუარაეთი მოძრაობის მოსასპობად და რამდენიმე საათით თავდაყირა დაჰკიდებენ. რომ მიიღონ ენის ქვეშ მდებარე ლიმფურა ჯირკველის ჭეშუტება. ეს ჯირკველი იღებება იმ ფერად, რაც საღებავს ჰქონდა შემდეგ გასჭრიან ჯირკველს და სისხლის წვეთს საგნის ზუშაზე მოათავსებენ, დაზურვენ საფარ მინას და შემდეგ მიკროსკოპში გასინჯავენ ლეიკოციტებს, რომლებიც შეშაპუნებული საღებავის მარკვლებით გატენილი იქნება. ინახულებენ მათ მოძრაობას, ალაგის გადანაცვლებას ფსევდოპოდიების საშუალებით. იმავე ბაყაყს გაუჭრიან ბუცელს, გამონახავენ ჯორჯალოს. ბაყაყს გააკრავენ საცბო ფიცარზე, ჯორჯალოს კიდე ფიცრის ნახერცზე მოაქცევენ; შემდეგ მიკროსკოპით გასინჯავენ სისხლის მიმოქცევას. ადვილად შეამჩნევენ საღებავს გამო, რომ ადგილ-ადგილ ლეიკოციტები კაპილარებიდან ნელ-ნელა გამოდიან (სურ. 10).



სურ. 10.

სურ. 10. ლეიკოციტების გამოსვლა (c, c...) წვრილი ძარღვის კედლიდან ბაყაყის ჯორჯალოში; l, l—ლეიკოციტები სისხლის განაპირა ფენაში; t, t—ძარღვიდან გარეთ გამოსული ლეიკოციტები; r—ერიტროციტები. (Landois).

3) **კემოტაქსისის დაკვირვება ლეიკოციტების მიმართ:** ბაყაყს ლიმფურ უბეში შეურჭობენ კაპილარულ მილს ბაქტერიული ტოქსინით სავსეს, მაგ., სტაფილოკოკებისა (დაჩირქების ბაქტერიები); რამდენიმე საათის შემდეგ გამოიღებენ და გაშინჯავენ მიკროსკოპით. იგი აღმოჩნდება ლეიკოციტებით სავსე.

5. სისხლის ჩითხე ანუ პლაზმა.

პლაზმის შემადგენლობა. პლაზმა წარმოადგენს ქარვისებრს წითელ სითხეს, რომლის ნიშანდობლივი წონა 1,027—1,032 უდრის. იგი წითელ ლაკმუსის ქაღალდს ლურჯად ჰღებავს. მაგრამ ჩვენ უკვე განვიხილეთ ზემოთ, რომ ნამდვილად პლაზმა ნეიტრალური სითხეა.

პლაზმას შემადგენლობა მეტად ცვალებადია იმისდა მიხედვით არტერიულია სისხლი, ვენური თუ ნარევი; შემდეგ დიდი მნიშვნელობა აქვს

იმას თუ ძალეთა რომელ ფარგლიდანაა ამოღებული სანიმუშო სისხლი, აგრეთვე ინდივიდის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობას (სიმშლი და სხვა). ეს ცვალებადობა თავის თავად ცხადი იქნება, თუ მხედველობაში მივიღებთ სისხლის ფუნქციას (იხ. პირველი თავი). რასაკვირველია, ვენური სისხლი, მომუშავე კუნთიდან გამომომდინარი, უფრო მდიდარია ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ნაყოფით, არტერიული სისხლი კი — კუნთისკენ მიმდინარე, საწვავი მასალით უნდა იყოს მდიდარი. საერთოდ, მაგარ ნივთიერებათა შეკულობა მეჩყვია — 8-დან 9,7% მდე, ცილოვან ნივთიერებათა კიდე 6-დან 8,4 %-მდე.

პლაზმის ცილოვანი ნივთიერებანი. წილობრივი დალეკვით გოგირდიანი ამჟონის საშუალებით პლაზმის ცილოვანი ნივთიერება ორ ჯგუფად იყოფა. ჯერ ნახევარ მაძღრობისას ილეკება **გლობულინი**; შემდეგ მეტი მაძღრობისას ილეკება **საშრატო ალბუმინი**. ორივე ეს ცილოვანი ნალექი არ წარმოადგენს მარტივ ნივთიერებას, არამედ სხვადასხვა ცილოვან ნივთიერებათა ნარევს. გლობულინის ნალექში შედის: მაგ., ფიბრინოგენი, რომელსაც ქვემოთ გავეცნობით.

საშრატო ალბუმინი შეიძლება მივიღოთ კრისტალური ფორმით (ჰექსაგონური კრიზმები პირამიდით ერთ რომელიმე ბოლოს). ჯერ ცნობილად არ ითვლება, არის თუ არა ეს ნივთიერება მარტივი.

ქვემოთაყვანილი ცხრილი გვაჩვენებს პლაზმის ცილოვან ნივთიერებათა შემადგენლობას პროცენტებით.

	საერთო რაოდენობა ცილოვანი ნივთიერებისა.	ალბუმინი.	გლობულინი.	ფიბრინოგენი.
აღამიანი.	7,27	4,01	2,83	0,42
ძალდი.	6,03	3,17	2,26	0,50
ცხვარი.	7,29	3,83	3,00	0,46
ცხენი.	8,04	2,80	4,79	0,45
ლორი.	8,05	4,42	2,98	0,65

შესანიშნავია, რომ სიმშლილობისას გლობულინთა შეკულობა ალბუმინებს აკარბებს.

პლაზმაში ცილოვან ნივთიერებათა გარდა არსებობს სხვა ნივთიერებაც, ხოლო მათი ბუნება ცოტაოდნავ აჩის ცნობილი. რასაკვირველია, ყველა უჯრედის მასაზრდოვებლობა ნივთიერებამ და უჯრედიდან გამოსულმა ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ნაყოფმა სისხლით უნდა გაიაროს.

ცხიმოვანი ნივთიერებანი, ლეცთინი და ქოლესტერინის ცხიმ-მჟავე ეთერები. ე. ი. ეთერში გასახსნელი ნივთიერებანი, პლაზმაში შედიან $0,1—0,7\%$ -ის რაოდენობით. საქმლას მიღების შემდეგ მათი რაოდენობა მატულობს. ყურძნის შაქარი შედის $0,1\%$ რაოდენობით. ხოლო შაქრის ერთი წილი მოიპოვება პლაზმაში თავისუფლად: მეტი წილი შაქრისა შეკავშირებულია ლეცთინთან და ეს შენაერთი **იეკორანად** იწოდება. ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ნაწარმოები პლაზმაში მოიპოვება მცირეოდენი რაოდენობით: კარბამინის სიმჟავე, ქსანთინი, ხოლცჰიდის სიმჟავე, გლიკურონის სიმჟავე, და სხვა.

პლაზმის მოკვეთილად ფერი დამოკიდებულია უცნობი საღებავი ნივთიერების არსებობაზე, რომელიც ლუტეინებს ანუ ლიპოზომებს ეკუთვნის ე. ი. ცხიმოვან საღებავებს, როგორც ყვითელი საღებავი ყვერცხის გულისა).

პლაზმის შემადგენლობაში შედის აგრეთვე **ფერმენტები**: ლიპაზა, დიასტაზი, მალტაზა (ფერმენტი, მალტოზას დამრღვევი). აგრეთვე სცნობენ „ოქსიდაზას“, რომელსაც სისხლში შაქრის დარღვევას მიაწერენ.

მინერალური ნაწილები. მათი ანალიზი ძნელი საქმეა. პლაზმის დანაცარებისას ორგანიულად შეკავშირებული გოგირდისა და ფოსფორიდან ვითარდება გოგირდისა და ფოსფორის სიმჟავე, რომელთაც ანალიზის დროს პლაზმის სულფატებს და ფოსფატებს მიაწერენ. მაგრამ მაინც მთელი სიმჟავეთა რაოდენობა საკმარისი არაა ნატრის ყველა ფუძეთა შესაკავშირებლად. ადამიანის შრატის 1000 ნაწილზე ითვლება ქლორი 3,565 გრამი, გოგირდის სიმჟავე 0,130 გრ., ფოსფორის სიმჟავე 0,146 გრ., კალი 0,317 გრ., ნატრი 3,438 გრ.

მარტო ნატრი საჭიროებს შესაკავშირებლად 5,309 გრ. ქლორს საქმელი მარილის საწარმოებლად. თუ დავუშვებთ, რომ წილი ნატრისა შეკავშირებულია ნახშირის სიმჟავესთან (Na HOC_3 -ის სახით), მაინც უნდა მივიღოთ, რომ პლაზმის ტუტების ნაწილი ირავ შეერთებული მინერალურ სიმჟავეებთან. ეს ცხადად სჩენს ამაიარ ცდიდან. შრატს ან პლაზმას რომ დიალიზი უყოთ (მაგ., პერგამენტურ ტაპრაცში), დი-

ალიზატში ე. ი. განავალში აღმოჩნდება უფრო ნაკლები Na , ვიდრე შრატის ნაცარში. აქედან გამოდის, რომ ნატრის ნაწილა შეერთებულა ცილოვან ნივთიერებასთან. პლაზმის ანალიზიდან სჩანს, რომ იგი შეიცავს $0,49\%$ NaCl , ორ მეტალურ და ერთ მეტალურ ნახშირის სიმ-ჟავის ნატრის მარილს, მაგნის მარილს ფოსფორის სიმჟავისა, კალციის მარილს ნახშირის სიმჟავისა და შეიძლება ცოტაოდენ კალის მარილესაც. რადგან მარილები მეტ წილად დაშლილია იონებად, ამიტომ პლაზმაში უნდა იმყოფებოდეს ანიონები: Cl , SO_4 , CO_3 , PO_4 (?) და კატიონები: Na , Ca , Mg და K (?)

სისხლის შეკვრა. სისხლი ძარღვიდან გამოშვებული მცირე ხნის განმავლობაში იკვრება. გამოშვებიდან შეკვრამდე სხვა და სხვა ცხოველების მიმართ ერთი დრო არ გადის. ფრინველების სისხლი უფრო მალე იკვრება თითქმის გამოდენისვე დროს, ყველაზე დაგვიანებით ცხენის სისხლი იკვრება. ადამიანის სისხლი იკვრება 3—4 წამის განმავლობაში. სისხლის შეკვრას დიდი მნიშვნელობა აქვს ცხოველთა ცხოვრებაში: ამის წყალობით კრილობის პირი მცირდება, თუ იგი დიდი ოდნობისა იყო, და მით სისხლის დენა ნელდება. ეს რომ არ იყოს, ცხოველის სიცოცხლე სულ მცირე კრილობის გამოც დიდს განსაცდელში ჩაყარდებოდა. არსებობს ერთგვარი ავადმყოფობა **ჰემოფილიად** წოდებული, როდესაც სისხლი მეტის მეტად ნელა იკვრება. ჰემოფილიანები ხშირად იხოცებიან სულ უბრალო კრილობის გამო, როგორც კბილის ამოძრებისას.

ძარღვებში სისხლი არ იკვრება. გული სისხლით რომ ამოვჭრათ, სისხლი არც მასში შეიკვრება. რასაკვირველია, წინასწარ ვენები უნდა დაფით შეიკრას, რომ ჰაერი არ შევიდეს. ამიტომ წინეთ ამოზნდნენ, რომ ცოცხალი ძარღვის კედელი „აბრკოლებს“ სისხლის შეკვრასაო. მაგრამ საქმე ამ კედლების სიცოცხლეზე კი არაა დამოკიდებული, არამედ მის მოლიპულ ზედაპირზე. როდესაც ეს ზედაპირი ზოგჯერ იწმინდება, მაგ., ეგ წოდ. „არტერიოსკლეროზის“ დროს, მაშინ სისხლი შეიძლება შეიკვრეს ცოცხალი ძარღვის შიგნითაც. პირიქით, შეიძლება ძარღვების გაჩეხვაც შევინახოთ სისხლი შეუკვრელად, თუ მას მოვითავსებთ შიგნიდან მოლიპულ კურკელში, მაგ., თუ შიგნიდან მას რამე ზეთი ან ქონი წაუსვით. შეკვრა შეიძლება თავიდან ავიცილინოთ სხვა საშუალებითაც, მაგ., ძლიერი გაცივებით, ალბუმოზის შემზაუნებით სისხლის ძარღვებში, ან ჰერუდინისა, ერთგვარი ნივთიერებისა, რომელსაც

წურბელა თავის ნერწყვის ჯირკვლებში შეიცავს. აგრეთვე სისხლი ჰარგავს შეკერის თვისებას, თუ მას ბლომად ნეიტრალური მარილები მიუმატეთ, მაგ., თუ მას შეუერთეთ ერთი მესამედი (მოცულობით) ნაძღომი ხსნილის მგნის და გოგირდის სიმჟავის მარილისა. ასე ხდება თუ დავლევით კალციის მარილები მჟაუნას სიმჟავის და ნატრის მარილით ან ფტორული ნატრით. ამ ნაირ სისხლს რომ კალცი მიუმატათ, შეიძლება სისხლის შეკვრა გამოვიწვიოთ.

შეკვრა პირიქით სწრაფდება გათბობისას, ხორკლიანი ნივთის შეხებისას, მეტადრე ქსოვილთა ექსტრაქტების შერევისას (ლიმფური ჯირკვლები, ვი. thymus და სხვა). ზევით უკვე შევეხეთ შეკერის პროცესის ბუნებას, რომ იგი მდგომარეობს პლაზმის გახსნილი გლობულინის, ეგ. წოდ. **ფიბრინოგენის**, გარდაქცევაში გაუხსნელ ნივთიერებად, **ფიბრინად**. ფიბრინის მოცულობა შეკერის დროს დიდია გაბერისა გამო, ხოლო მისი ნამდვილი წონა სულ მცირეა, იგი სისხლის 0,2—0,3%-ს უდრის.

შეკერის წარმოშობა. ფიბრინოგენისგან ფიბრინის წარმოშობის ბუნება არა ბოლომდის გამოჩეკული. ზოგიერთი მკვლევარი სცნობს, რომ ფიბრინოგენი ირღვევა გაუხსნელ ფიბრინად და გახსნილ ფიბრინოგლობულინად. ხოლო, როგორც სჩანს, ეს უკანასკნელი უკვე შეუკრელ სისხლში მოიპოვება.

ფიბრინოგენი დალექილი პლაზმიდან ClNa -ის ნაძღომი ხსნილით ხელახლად შეიძლება გაიხსნას. ასეთი ხსნილი უკვე აღარ იკვრება თავისთავად. მაგრამ იგი შეიკვრება მაშინვე, თუ სულ ცოტადენი სისხლი მიუმატეთ. ცხადია, შეკერისათვის საჭიროა გარდა ფიბრინოგენისა კიდევ სხვა ნივთიერის არსებობაც, რომელსაც სისხლი შეიცავს და რომელმაც გამოიწვია გახსნილი ფიბრინოგენის დალექვა ზემო ცდაში. ეს ნივთიერება იჩენს თავის მოქმედებას სულ მცირე რაოდენობით, ამიტომ მას სთვლიან ფერმენტად და ჯოწოდებენ **ფიბრინ-ფერმენტს** ანუ **ტრომბინს**. ეს ფერმენტი სისხლში სულ მცირე რაოდენობით შედის.

აქას გარდა სისხლში არსებობს ისეთი ნივთიერებაც, რომლისაგან ფიბრინ-ფერმენტი წარმოიშვება, ეგ. წოდ. **ტრომბოგენი**. შეიძლება, რომ იგი თავის მხრივ წარმოიშვება დაშლილი ლეიკოციტების პროტოპლაზმისგან. ტრომბოგენი ერთგვარ კონაზის გავლენით—**ტრომბოკინაზისა**, რომელიც ტრომბოციტების დაშლისას აღმოცენდება, გარდაიქმნება იმ ნივთიერებად, რომელიც ტრომბინთან ახლოს სდგას, ეგ. წოდ.

პროტრომბინად. ლიმფური ჯირკვლების და *gl. thymus*-ის მოქმედებას რუ-
ლიად ისეთივეა, როგორც ტრომბოკინაზისა. პროტრომბინი იქცევა ხოლ-
მე ტრომბინად ანუ ფიბრინ-ფერმენტად კალციის მარილების გავლენით.
პლაზმის კალციის მარილები რომ დაეკავოთ, მაგ., მგაუნის სიმეფის
მარილებით, მაშინ პოფერმენტი ანუ პროტრომბინი ტრომბინად აღარ
იქცევა (Pekelharig). მაგრამ ცნობილია, რომ არააც თუ კალციის
მარილები, არამედ სულ სხვა ნივთიერებანიც აბრკოლებენ სისხლის შეკ-
ვრას, როგორც, მაგ., პებტონები და ალბუმოზები, ნეიტრალური მარი-
ლები (Na_2SO_4 , MgSO_4), გაცივება, ნალექის მარილები და სხვა. ამათი
ასეთი მოქმედება სულ სხვა მიზეზით უნდა იყოს გამოწვეული და არა
კალციის მარილების შეკავებით. ამაში გამოიხატება შეკერის საკითხის
გამოურკველობა.

რამდენადაც ცნობილია, სისხლის შეკვრა ნორმალურ პირობებში
ორი ტაზით უნდა მიმდინარეობდეს.

1. ტრომბოციტების თუ სხვა უჯრედების (ხედასხვა მიზეზებით)
დაშლის ნაყოფი — ტრომბოკინაზა კალციის მარილთა აუცილებელი
თანამონაწილეობით გარდასცვლის ნორმულ სისხლში არსებულ
პროტრომბინს მომზადებულ ტრომბინად ანუ ფიბრინ-ფერმენტად.

2. უკანასკნელი მოქმედებს რა სისხლის პლაზმის ფიბრინოგენ-
ზე აქცევს მას ფიბრინის კოლტად.

სისხლის დამცველი ნივთიერებანი. იყო დრო, როდესაც ადამიანის
სისხლის მეტის მეტად დანთქევის შემდეგ ხმარობდნ ხბოს სისხლის გადას-
ხმას ადამიანის ძარღვებში. ლანდუამ დაამტკიცა, რომ ამნაირი წაშლო-
ბა ძლიერ მავნებელია, ვინაიდან ხბოს შრატის გახსნის ადამიანის ერი-
ტროციტებს. ეს ეგ. წოდ. ციტოლიზი შეიძლება მიეწეროს სისხლთა
ფიზიკო-ქიმიურ თავისებურებას, რადგან ხბოს და ადამიანის სისხლი
იზოთონურია. ცხადია, ერთი ცხოველის მოდგმის სისხლში არსებობს
იმისთანა ნივთიერებანი, რომელნიც აღნიშნულ მოქმედებას იწენენ მე-
ორე მოდგმის სისხლის მიმართ. ფრიდენტალმა ციტოლიზის მოვ-
ლენა შესწავლა ცხოველთა მთელ რიგზე. მაგ., მან იპოვა, რომ შინა-
ური კურდღლის შრატის გახსნის ძალის ერიტროციტებს, ხოლო იგი
არ მოქმედებს გარეული კურდღლის სისხლზე. ადამიანის სისხლის
ერიტროციტები არ იხსნებიან ანტროპოიდური მაიმუნების სისხლში.
ამნაირად, ახლო მონათესავე ცხოველთა შორის ერთის სისხლი მეორე-
საზე ციტოლიზით არ მოქმედებს. ასეთი მოქმედება არსებობდა მხო-

ლოდ ცხოველთა დაშორებულ მოდგმათა შორის. აქედან ფრიდენტალმა წამოაყენა კიდევ ერთი საბუთი ცხოველთა წარმოშობის შესახებ ევოლუციის პრინციპის მიხედვით.

თუ განვიხილავთ ერთს ცხოველს შეუშხაპუნებთ მეორე მოდგმის ცხოველის სისხლი, პირველის სისხლი მოიპოვებს ერთგვარ უნარს: იგი იძლევა ამ მეორე მოდგმის ცხოველის სისხლთან შერევით ნალექს (ბორდეს); ეს ნალექი ნათლად გამოჩნდება ხოლმე თუ პლაზმას ცენტრიფუგის საშუალებით განვითავისუფლებთ ფორმიან ელემენტებისგან. ცხადია შეშხაპუნების წყალობით ვითარდება ერთგვარი ნივთიერება, რომელიც შეშხაპუნებული სისხლის ცილოვან ნივთიერებათ ერთგვარ მეთოქეობას უწყეს. ეს ნივთიერება იწოდება **პრეციპიტინად**. ულენგუტმა პრეციპიტინებით ისარგებლა ერთგვარი მეთოდის შესამუშავებლად, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სასამართლო მედიცინაში. იმის გასაგებად ეკუთვნის თუ არა ნაპოვნი სისხლის ლაქა ადამიანის სისხლს, რამდენჯერმე შეუშხაპუნებენ შინაურ კურდღელს ადამიანის სისხლს. თუ ამის შემდეგ ამ ლაქის ხსნილი შინაურ კურდღლის შრატს მიუმატებთ, ნარევი დაილექებს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ აღნიშნული ლაქა ადამიანის სისხლს ეკუთვნოდა.

პრეციპიტინების განვითარება არის მხოლოდ კერძო შემთხვევა ორგანიზმის საზოგადო ბიოლოგიურ რეაქციებში სისხლისთვის უცხო ცილოვან ნივთიერებათა მოქმედების საპასუხოდ. როდესაც ადამიანის სხეულში ბაქტერიები შეიჭრებიან, მაშინ აქ მუშავდება დამცველი ნივთიერებანი, რომელნიც ბაქტერიებს ერთი-ერთმანეთს აკრავენ (აგლიუტინაცია), ან ხსნიან მათ (ბაქტერიოლიზინები), ან კიდევ აბათილებენ შხამს (ტოქსინები) ერთგვარი საწინააღმდეგო ნივთიერების დამზადებით (ანტიტოქსინები).

აას გარდა სისხლში არსებობს აგრეთვე საკუთარი დამცველი ნივთიერებანი, შთამომავლობით გარდმოცემული. ისინი წარმოიშობიან ლეიკოციტების მიერ. ბუხნერმა მათ **ალექსინები** უწოდა.

ყველა აღნიშნული ნივთიერებანი ცილოვანი უნდა იყვნენ. გადამდები ავადმყოფობის მიუმღებლობის — იმპუნიტეტის სამეცნიერო თეორია მხოლოდ მაშინ იქნება შესაძლებელი, თუ ეს ნივთიერებანი გამოყოფილ იქნებიან და შესწავლილი ქიმიური თვალთაზრისით.

პლაზმის მიღება. სუფთა და გამშრალ შუშის მილს მოხრილ სწორ კუთხემდე და შევიწროვებულს ერთ მუხლში შეურკობენ გულაღმა გამავრებული ბაყაყს აორტაში და ძაფით შეჰკრავენ. მერე შუშის მეორე ბოლოს ვერტიკალურ მდებარეობაში გაამავრებენ და bulbous aortae ს მოხსნიან საჭერს, რომელიც მას ჰქონდა გაკეთებული სისხლის უბრალოდ დაღვრის თავიდან ასაცდელად. საჭერის მოხსნისას სისხლი შუშის მილში შევა 40-25 სანტიმეტრის სიმაღლეზედ. ეს სისხლის სვეტი მოძრაობს გულის ძეგრის თანაბარად რამდენიმე ხნის განმავლობაში. სვეტის ზემო ნაწილი გამჭირვალი ხდება, რადგან ფორმიანი ელემენტები სიმძიმის გამო სვეტის ქვემო ფენებისკენ დაიწეეს. რადგან ხელშეწყობ პირობებში სისხლი დიდხანს არ იკრება, ფორმიან ელემენტებისაგან განთავისუფლებული სუფთა პლაზმა შეიძლება ბლომად მივიღოთ.

კალციის მარილების მოქმედების დაცვირება. სახშირ შუშის ცილინდში ჩასხმენ 2 კუბ. სანტიმეტრს მჟაუნას სიმჟავის და კალის მარილის ერთ პროცენტთან ხსნილს. მერე შიგ ჩაყოფენ კაუჩუკის მილის ერთს ბოლოს, რომლის მეორე ბოლო არტერიულ კანიულას აქვს გაკეთებული; გაუშვებენ ცილინდში 20 კუბ. ს. სისხლს და თან განუწყვეტლივ ურევენ. ამნაირად მიღებული სისხლი არ იკრება. მაგრამ თუ ამ სისხლს მიუმატებთ Cl_2Ca (ქლორიანი კალცი) და კარგად ავრევთ, მაშინ 1-2 წამის განმავლობაში სისხლი შეიკრება.

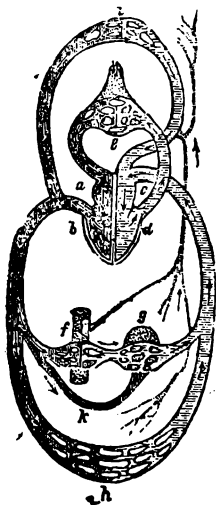
6. სისხლს მამოქცევის მოვადი ცნება.

ვიდრე ადამიანი ცოცხალია, მის ორგანოებში სისხლი განუწყვეტლივ მოძრაობს.

თვითნებულ ორგანოში არსებობს როგორც სისხლის მომტანი ძარღვები ანუ მილები (არტერიები), ისე სისხლის გამტანი მილები (ვენები). ამ მილების საშუალებით სისხლს ამოძრავებს გული. გული ერეკება სისხლს თავის ღრუებიდან სისხლის გამტარებელ სისტემაში და მიიღებს მას უკან თავის ღრუებში. ამას ეწოდება სისხლის მიმოქცევა. ჩვეულებრივ განარჩევენ დიდსა და მცირე მიმოქცევას, მაგრამ არც ერთი და არც მეორე დასრულებულ და დამოუკიდებელ წრეს არ წარმოადგენს. დიდი წრე შეიცავს მთელს სხეულს, მცირე კიდე უმთავრესად ფილტვებს. ადამიანსა და უმაღლეს ცხოველებში სისხლის დიდი მიმოქცევა ასე სწარმოებს:

მარცხენა პარკუჭში იმყოფება ალისფერი სისხლი, ჟანგბადით მდიდარი, **არტერიული სისხლი**. პარკუჭი ერეკება ამ სისხლს აორტის საშუალებით ყველა არტერიებში. სისხლი არტერიების ტოტებს გაივლის და ბოლოს მიაღწევს უწყრილეს მილებს, კაპილარად წოდებულს. კაპილარი კედლების საშუალებით გარდასცემს ქსოვილთ ჟანგბადს და

მასაზრდოებელ ნივთიერებათ; სამაგიეროთ მიიღებს ქსოვილებიდან და წვის ნაყოფთ, მეტ წილად, ნახშირის სიჟევეს. ამასთან სისხლი მეტი წითელი ხდება, ვენური. ვენური კაპილარები ერთდებთან და მით სულ უფრო და უფრო მსხვილი კალიბრის ვენებს წარმოშობენ. უკანასკნელთა სისხლი გულისკენ მიიქცევა. აქ სისხლი ჯერ მარჯვენა წინა გულში შედის (ზემო და ქვემო ღრუ ვენით). ამით თავდება დიდი მიმოქცევა. მარჯვენა წინა გული სისხლს მარჯვენა პარკულს გარდასცემს, საიდანაც იწყება პატარა მიმოქცევა. მარჯვენა პარკულიდან სისხლი ფილტვის არტერიით ფილტვში შედის. ფილტვებში სისხლი გაივლის ფილტვების ალვეოლების კარგად განვითარებულ კაპილარულ ბადეს; აქ სისხლი განიცდის უკუქცევით ცვლილებას: ფილტვში მოსული სისხლი შეიცავს მკირდლ ქანგბადს, ხოლო ბლომად ნახშირის სიმჟევეს; რადგან ფილტვების ალვეოლებში სისხლი ჰაერის გავლენის ქვეშ იმყოფება, იგი ხელახლად არტერიული ხდება; ჰაერიდან შთანთქმავს ქანგბადს და პირიქით გარდასცემს მას თავის ნახშირის სიმჟევეს. არტერიული სისხლი ფილტვის ვენებით მარცხენა წინაგულში შედის. აქ თავდება მკირდლ მიმოქცევის წრე. წინაგულიდან სისხლი მარცხენა პარკულში გადადის.



სურათი 11.

სურათი 11. სისხლის მიმოქცევის სქემა ზუგრის მხრიდან. a — მარცხენა წინაგული; b — მარცხენა პარკული; c — მარჯვენა წინაგული; d — მარჯვენა პარკული; e — საფლტუო ანუ მკირდლ მიმოქცევის წრე; f — საფლტუო მიმოქცევის მიღის კაპილარები; g — ღრუ ვენების კაპილარები; h — ქვედა კიდურთა კაპილარები; i — ღრუ ვენების კაპილარები; j — ღრუ ვენების კაპილარები; k — ღრუ ვენების კაპილარები. სურათი 11. სისხლის მიმოქცევის სქემა ზუგრის მხრიდან. a — მარცხენა წინაგული; b — მარცხენა პარკული; c — მარჯვენა წინაგული; d — მარჯვენა პარკული; e — საფლტუო ანუ მკირდლ მიმოქცევის წრე; f — საფლტუო მიმოქცევის მიღის კაპილარები; g — ღრუ ვენების კაპილარები; h — ქვედა კიდურთა კაპილარები; i — ღრუ ვენების კაპილარები; j — ღრუ ვენების კაპილარები; k — ღრუ ვენების კაპილარები. სურათი 11. სისხლის მიმოქცევის სქემა ზუგრის მხრიდან.

ამნაირად, მარჯვენა და მარცხენა გულის ნახევრებში სხვა და სხვა სისხლი იმყოფება: მარჯვენა ნახევარში

ვენური, მარცხენაში კიდე არტერიული. ამაში ადვილად შეიძლება დაეწმუნდეთ, თუ რომ შინაურ კურდღელს ან ზღვის თავგს გულს გადაუხსნით. წინა გულის თბელი კედლებიდან გამოსკვირტავს სისხლის

ფეროვნება: მარჯვენაში მუქი წითელი, ჰარცენაში კიდე—მხიარული წითელი.

ღვიძლის უჭირავს განსაკუთრებული ადგილი სისხლის სისტემაში. იგი მიიღებს არტერიულ სისხლს (a. hepatica-ს საშუალებით); მაგრამ მასში შედის აგრეთვე ვენური სისხლი, რომელიც წინასწარ გამოდის შინაგან ორგანოებიდან: ნაწლევებიდან, კუჭიდან, კუჭის ქვედა ჯირკვლიდან და ელენთიდან. ვენური სისხლი შედის ვე. წ. კარის ვენით; გაივლის რა ღვიძლის კაპილიარებს, ეს ვენური სისხლი უერთდება ღვიძლის არტერიულ სისხლს და შემდეგ ღვიძლის ვენებში შედის. ფრინველთა და რეპტილიებს ასეთი კარისებრი სისხლის მიმოქცევა თირკმელშია აქვთ. ორივე შემთხვევაში სისხლი ორჯერ მიმდინარეობს კაპილიარების საშუალებით. ვენით ღვიძლში შედის მასაზრდოვებული ნივთიერებანი, რაც წინასწარ საკმლის მომწვლელ მილიდან მიიღო.

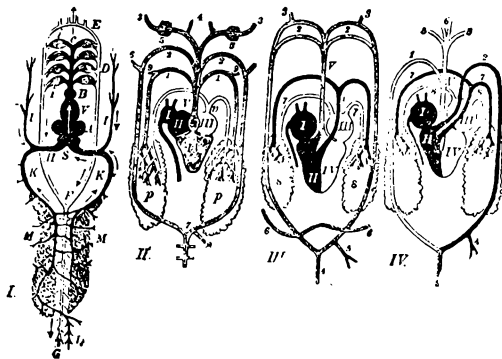
დღევანდელი მოძღვრება სისხლის მიმოქცევის შესახებ ეფუძნება უილიამ გარვეის აღწერილობაზე, ცდებზე და დაკვირვებაზე. მისი კლასიკური ნაწარმოები: „Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus“ გამოქვეყნდა 1619 წელს. აქ იყო აღწერილი გულის მოქმედების ფაზები, გულის მნიშვნელობა სისხლის მოძრაობის მიმართ, სისხლის მიმართულება არტერიებში და ვენებში და სხვა—ყველა თვით ავტორის ცდების და დაკვირვების მიხედვით. გარვეის წინამოადგილეთა შორის დავასახელებთ ჩეზალკინოს და სერვეტოს (დაწულია 1553 წ. ქ. ვენეციაში). ამათ ეკუთვნის მცირე საფილტვო მიმოქცევის წრის აღმოჩენა. არტერიების შეკავშირება ვენებთან კაპილიარების საშუალებით გარვეიმ მხოლოდ დასკვნით გამოიყენო; მისი ნამდვილი აღმოჩენა კი მალპიგის ეკუთვნის (1661 წ.).

სისხლის მიმოქცევის დაკვირვება. სისხლის მიმოქცევა ცხადად გამოჩნდება, თუ გამოვირგავ ცოცხალ ორგანოს მიკროსკოპში გავშინჯავთ, მაგ., ბაყაყის ენას, ან მაცურავებელ აპკს უკანა ფეხებზედ, ან და მის საშარდო ბუშტის კედელს. ამ დაკვირვების დროს ადვილად შევაცნობთ, რომ არტერიებში სისხლი მიმდინარეობს დიდი მილებიდან პატარებისკენ, ვენებში კიდე პირიქით პატარებიდან დიდი მილებში გადადის.

1. გულის მექანიკა.

გულის კუნთის მუშაობა. გული წარმოადგენს კუნთოვან ბუშტს, რომელიც იყოფა რამდენიმე ნაწილად. თევზების გული შესდგება ორი განყოფილებიდან—ერთ წინაგულიდან და ერთ პარკუჭიდან; ამფი-

ბიების გული—სამი განყოფილებიდან: ორი წინაგული და ორიც პარკუტი (იხ. სურ. 120). წინაგულიდან სისხლი *ostia venosa*-ს საშუალებით პარკუტებში გადაის, და პარკუტებიდან კიდე *ostia arteriosa*-ს საშუალებით დიდ არტერიებში გაივლის. გულის სხვადასხვა განყოფილებებში კუნთის სისტემა ერთნაირად არაა განვითარებული. ყველაზე სქელი კედელი მარცხენა პარკუტს აქვს; მარჯვენა პარკუტის კედელი ბევრად თხელია; წინაგულების კედლები კი ამაზე უფრო თხელია. ეს სრულიად შეეგუება მუშაობას, რასაც ისა თუ ეს გულის განყოფილება ეწევა. ყველაზე მეტი მუშაობა მარცხენ პარკუტს უხდება, რადგან იგი სისხლს ერეკება დიდი წრით. მარჯვენა პარკუტს ბევრად ნაკლები მუშაობა სჭირდება, რადგან იგი სისხლს მცირე წრით ამოძრავებს; ყველაზე ნაკლები მუშაობა წინაგულს მოსდით, რომელთა დანიშნულება მხოლოდ სისხლის პარკუტებისკენ გარდაცვაში მდგომარეობს.



სურათი 12.

სურათი 12. სისხლის მიმოქცევის სქემები: I—თევზისა (ბ—ვენური უბე, A—წინაგული, V—პარკუტი, B—ხსუს აორტისა); i, i—ლაფურების ე. ი. წყლით სასუნთქავი ორგანოს ძარღვები, F—აორტა, M—თირკმელები. II—ბაყაყისა (I—ვენური უბე, II—მარჯვენა წინაგული, III—მარცხენა წინაგული, IV—პარკუტი, V—აორტა ხსუს-ით, v—საფილტვო ვენები, p. p.—ფილტვები; ღრუ ვენები (შავი) უერთდება ვენურ უბეს, 1, 1—საფილტვო არტერიები; 2—აორტის რქალი). III—ხელიისა (II—მარჯვენა პარკუტი, IV—მარცხენა პარკუტი; სხვა ნიშნები, როგორც ბაყაყისაზე). IV—კუსი (1—მარჯვენა აორტა, 2—მარცხენა აორტა მარჯვენა პარკუტიდან; 7, 7—საფილტვო არტერიები). შავი ძარღვები ვენურ სისხლს მიერეკება, თეთრი—არტერიულს. (დან ი ლ ე ვ ს კ ი დ ა ნ).



სურათი 13.

სურათი 13. ხავსებით შეკუმშული გულის გარდიგარდმო განაქერი (აღმდინისა). მარჯვნივ მარცხენა პარკუჭია, მარცხნივ კიდე მარჯვენა. მარჯვენას ღრუ თითქმის ნულამდისაა შემცირებული. 1 აღნიშნავს შინაგან შრეს, 2—საშუალოს, 3—გარეგანს (Krehl ის მიხედვით).

კუნთის კონების განწყობილება ძუძუმწოვარ ცხოველთა გულისში მეტად რთულია. მარცხენა პარკუჭში გაირჩევა სამი შრე: გარეგანი და შინაგანი შრე დაფთა გასწვრივი მიმართულ-

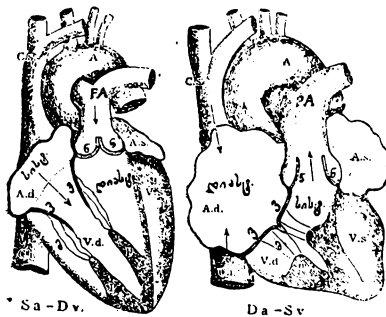
და საშუალო შრე დაფთა გარდიგარდმო და სიმრგვლივი განწყობით (სურ. 13).

პარკუჭის მოქმედებაში ამ საშუალო შრეს ყველაზე მეტი მნიშვნელობა აქვს. ამიტომ მას უწოდებენ გულის მოტორს ე. ი. მამოძრავლის. გასწვრივ ფენებს უერთდება პაპილის კუნთები, რომელთა შეკუმშვის მნიშვნელობა აქვს გულის კლანთა ე. ი. სარკველთა მუშაობაში.

მარჯვენა და მარცხენა წინაგულის მუსკულატურა გაერთებულია: ის კუნთების ფენა მეორეზე გადადის. ასეთივე კავშირი აქვს პარის მარჯვენა და მარცხენა განყოფილებას. ამას ის დანიშნულება, რომ ორივე წინაგული და ორივე პარკუჭი ერთს ღროს შეიქმნოს. მაგრამ ზოგჯერ ყველა ოთხი განყოფილება მაინც ერთმანე დამოუკიდებლად მუშაობს, ასე რომ ზოგიერთ პირობებში გულის ორივე ნახევრის მუშაობა ერთს ღროს არ სწარმოებს. წინა გულის კუნთებს მეტ წილად არა აქვთ პირდაპირი კავშირი პარკუჭის კუნთთან. მთავარ შემთხვევებში ხიდს წინაგულსა და პარკუჭს შორის ის კონა წარმოადგენს.

გულის მოქმედება ანუ გულის ცემა. იგი წარმოადგენს მუსკულურის მორიგეობით შეკუმშვას და მოღუნებას. გულის შეკუმშვას **იოლას** უწოდებენ, მოღუნებას კიდე—**დიასტოლას**. ამ თერმინებით იშვება მარტო პროცესი კი არა ე. ი. შეკუმშვა და მოღუნება,

არამედ მთელი ის ხანგრძლივი მდგომარეობაც, რომელშიაც შეეკუმშები-
სას და მოდუნებისას გული იმყოფება. სისტოლა და დისტოლა ერთი ერთ-
მანეთზე მოსდევნ. გულის მოკმედება ამიტომ რითმულია. ჯერ შეიკუმშე-
ბა წინაგულები (systole atriorum), მერე ორივე პარკუჭები (systole ve-
ntricularum). როდესაც პარკუჭები შეიკუმშება, მაშინ წინაგულები
მოდუნდება (diastole atriorum); პარკუჭების სისტოლას კიდე მოსდევს
მათი დისტოლა. პარკუჭის სისტოლის შემდეგ ვიდრე წინა გულის სი-
სტოლა დაიწყებოდეს გული მოსვენებას განიცდის, (იხ. სურ. 14). ამ
დროს გულის პაუზას უწოდებენ. მთელი ის პერიოდი კიდე, რომე-
ლიც წინა გულის ერთი სისტოლიდან მეორე მის სისტოლამდე გადის,
გულის პერიოდის სახელს ატარებს.



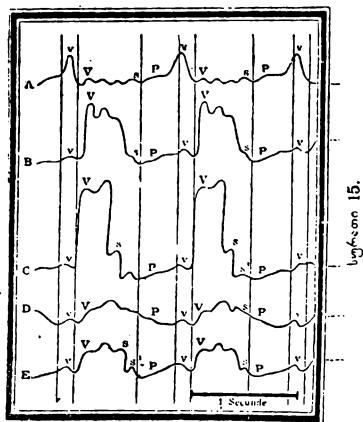
სურათი 14.

სურ. 14. მომუშავე გულის დრუ-
ბი. I მარჯვენა მხარეზე: წინა გუ-
ლის სისტოლა A. d.; პარკუჭის
დაისტოლა V. d.; ვენური სარკ-
ვლები ვ. ვ. გაღებულა; ნამგლი-
სებრი სარკვლები საფილტვო
არტერიაში ნ. ნ. დახურულია; C.
s.—ზემო ღრუ ვენა, C. i.—ქვემო-
თი; II მარცხენა მხარეზე—წინა
გულის დისტოლა, პარკუჭის კიდე
სისტოლა; ვენური სარკვლები ვ.ვ.
დახურულია; p.p.—პაპილას კუნ-
თები, რომლებიც მყესის სიმებს
მ, მ სჭიმვენ; სისხლი გადადის
ხენა პარკუჭი.

საფილტვო არტერიაში p. A: A—aorta; A. s.—მარცხენა ყური; V. S.—მარ-
ჯენა პარკუჭი.

ბაყაყის გულში წინაგულის და პარკუჭების გარდა სცემს ვენური
უბეებიც (sinus venosus), სადაც თავდებიან ქვემო და ზემო ღრუ ვე-
ნები და აგრეთვე ეგ. წოდ. bulbus cordis. გულის პერიოდი აქ იწყება
ვენური უბის შეკუმშვით ე. ი. სისტოლით, ამას მოსდევს ჯერ წინა
გულის, მერე პარკუჭის და ბოლოს აორტას სისტოლა. ეს თანდათანო-
ბა მეტად ცხადად გამოჩნდება ბოლმე გაცივებული ბაყაყის გულზე ან
მეტადრე კუისაზე. რადგან ამათი გულის ცემა ძლიერ ნელა მიიღინა-
რობს. ამათი წინაგული და პარკუჭი რომ ცალკე ბერკეტებს შეუკავ-

ზაროთ, აღეილა უეიძლეა გამოვიკლიოთ როგორც მათი მიმდევრობა, ისე მათი ხანგრძლიეობა (იხ. სურ. 15).



სურათი 15. გულის ნაწილთა წოლის მრუდენი და კარდიოგრამა. A—წოლის მრუდე მარჯვენა წინა-გულისა, V—მისი სისტოლა; B—მარჯვენა პარკუკის წოლა, V—მისი სისტოლა; C—მარცხენა პარკუკის წოლა (კატეტერი შეყვანილია სიძილე არტერიის და აორტის საშუალებით), V—მისი სისტოლა; S.—ნამგლისებრი კლაპანების დახურვის მომენტი, რაც C-ში უფრო ადრე მოდის, ვიდრე B-ში; D—აორტის წოლა; E—გულის წვეტის ძეგრა ე. ი. კარდიოგრამა; P—ყველგან პაუზის ე. ი. მოსვენების დროს აღნიშნავს (Chauveau და Marey).

პარკუკის სისტოლის დროს გულის ოდნობა მკირდება უმეტესად გარდიგარდმო დიამეტრით (სურ. 14). ცემულის გულის რომ შეეცხოთ დავრწმუნდებით, რომ სისტოლის დროს გულის კედელი მაგრდება. ამას ვარდა, სისტოლისას იცვლება არამც თუ გულის ფორმა, არამედ მისი მდებარეობაც: სახელდობრ გული მარჯვნივ მოტრიალდება გასწვრივი ღერძის გარეშემო, რომელიც ფუძეს გაივლის, და გადააქვს გულის წვეტი ზემოთ და წინ. (სურ. 14). ძუძუმწოვართა გულზე ყველა ეს უფრო ცხადად სჩანს. პარკუკების შიგნითი მოცულობა არამც თუ მკირდება სისტოლის დროს, არამედ მარჯვენაში კიდევაც სრულიად ისპობა, მარცხენაში კიდე თითქმის მოსპობამდის მკირდება. (სურ. 13).

ღიასტოლის დროს პარკუკის კედელი შეეზებაზე რბილად გვეჩვენება. გულის ფორმა ამ მდგომარეობისას დამოკიდებულია იმაზე, თუ აგი რამდენადაა სისხლით სავსე და აგრეთვე მის სიძიმეზე. გული მი-აღწევს ხოლმე უმეტეს მოცულობას, როდესაც იგი სრულ მოსვენებაში იმყოფება.

გულის სარკველების მოკმედება. გული წარმოადგენს საქანელას ზომელიც სისხლს გაატარებს მთელ სხეულში და შემდეგ უკან მისირუ-

ტავს თავის ღრუებში. ცხადია, რომ სისხლის ძარღვთა სისტემაში უნდა არსებობდეს ისეთი სარქველები (კლავანები), რომლებიც სისხლის მოძრაობის მიმართულებას განსაზღვრავს. პირველად ყოველიც ასეთი პნიშენელობა აქვს თვითონ გულის სარქველებს: მარჯვენა ვენურ კარში სამკარიან სარქველს და მარცხენაში ორკარიან სარქველს და ორივე არტერიულ კარში სამ-სამ ნამგლისებრ სარქველს. პირველები ანუ ატრიოვენტრიკულური სარქველები უშვებენ სისხლს წინაგულიდან პარკუჭებში, მაგრამ ეწინააღმდეგებიან სისხლის უკან გასვლას: პარკუჭიდან წინაგულებში. არტერიული სარქველები კიდე სისხლს პარკუჭიდან აორტაში და ფილტვის არტერიაში უშვებს, ხოლო შეუძლებლად ჰყოფს უკანსვლას პარკუჭებისკენ (სურ. 14). სარქველების მექანიზმი ასეთი: როდესაც პარკუჭი წინაგულიდან სისხლით ივსება ვენური ზეგლით, მაშინ ორივე ატრიოვენტრიკულური სარქველი ზემოთ აიწეეს და მასთან მათი ნაპირები უახლოვდება ერთი ერთმანეთს. ამას ეძახიან სარქველების განწყობას. პარკუჭის სისხლით გავსება რომ დასრულდება და მისი კედლები შეკუმშვას იწყებს, სისხლი ისეთი ძალით ამ სარქველების ნაპირებს ერთი ერთმანეთს მიაკრობს, რომ პარკუჭი ჰერმეტიულად იხურება. ვენური კარი დახურული რჩება მთელ იმ დროს, ვიდრე პარკუჭის შეკუმშვა გრძელდება. ამ სისტოლისას პარკუჭიდან სისხლი დაუბრკოლებრივ არტერიებში გადადის, რადგან პარკუჭში წოლა არტერიებისას აკარბებს. სისტოლას მოჰყვება პარკუჭის დიასტოლა. ამ დიასტოლის დროს წოლა პარკუჭის შიგნით მცირდება. არტერიებისაზე ნაკლები ხდება. სისხლი ამ დროს აორტიდან და არტერიებიდან უკან პარკუჭში დაბრუნდებოდა, რომ ამის საწინააღმდეგოთ არტერიული ნამგლისებრი სარქველები არ მოქმედობდეს: ამ სარქველების უბეები სისხლით ივსება, შორდება კედლებს. იწვევენ ერთი ერთმანეთისკენ, ხედებიან კარის შუა გულში და მით მთელი არტერიული კარი იხურება.

მეცხებრივი სიმები, რომლებიც პარკუჭის შიგნითა ზედაპირიდან ატრიოვენტრიკულური სარქველებისკენაა გაბმული, უშლიან სარქველების გადამბრუნებას წინაგულის მხარეზე. რასაკვირველია, ამ დროს მეცხებრივი სიმები იჭიმებიან. სისტოლის დროს ეს სიმები მოკლდებიან, რადგან მათი კუნთოვანი ნაწილიც იკუმშება, ე.ი. დგრილისებრი კუნთები. რომელთა მწერვალიდან მეცხებრივი სიმები იწყება.

სადაც ღრუ ვენა წინაგულს ერთვება, იქ სარქველები არ არის, არც კიდე ვენების სიგძეზე. ამისდამიუხედავად წინაგულის შეკუმშვისას სისხლი

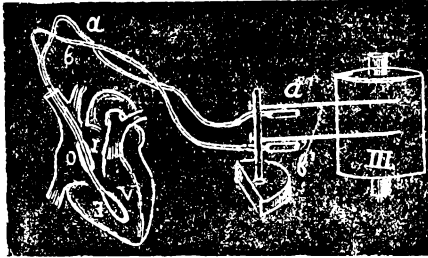
პარკუტისკენ მიეწევს და არა უკან. ეს იმაზეა დამოკიდებული, რამდენად ვენური ხვრელების გარშემო წინაგულში ერთგვარი კუნთის ფენა ატყვავდება, რომლის წყალობით წინაგულის სისტოლის დროს ეს ხვრელები ვიწროვდება, როგორც სფინქტერთა შეკუმშვისას ხდება. მართალია ეს შეუქცევადია და ატყვავს სისხლის უკან სვლას ვენებში. ამ უკუქცევით სისხლის დენაზე დამოკიდებულია დიდ ვენათა პულსი, რომელიც წინა გულის სისტოლის დროს სწარმოებს.

ღიატოლის დროს მომქმედო ძალები. დიდი ყურადღება იყო მიქცეული ერთი დროს შემდეგ საკითხზე: მოქმედობს თუ არა გული; როგორც შემსრუტავი მანქანა. ეს საკითხი ერთი მხრივ ეხება გულის დიატოლურ გაგანიერების ბუნებას. ზოგიერთი მეცნიერი ფიქრობდა, რომ გული თავის კუნთების ძალით ატყვავს თუ აქტიურად ავიწროვებს თავის ღრუებს, არამედ აქტიურადვე აგანიერებს მათ; მაგრამ თვით კუნთების ანატომიური განწყობილება ამ აზრს არ ამართლებს. რასაკვირველია, გული რომ აქტიურად ფართოვდებოდეს, იგი იმოქმედებდა წინაგულის და ვენების სისხლზე, როგორც შემსრუტავი მანქანა. იყო წამოყენებული სხვა მოსაზრებანიც იმის შესახებ, თუ სისხლი რად მისიწრაფვის წინაგულიდან და ვენებიდან პარკუტისკენ დიატოლის დროს; ყველა ამ მოსაზრებათ ის საერთო ჰქონდათ, რომ ყველა განიხილამდა გულის ბოლოს და ბოლოს როგორც შემსრუტავი მანქანა. მაგრამ შემდეგში გამოიკვია, რომ მართალია გული შემსრუტავი მოქმედებას იჩენს, ხოლო ეს დამოკიდებულია თვით გულის კედლების თავისებურებაზე კი არა, არამედ ფილტვების ელასტიკაზე და გულმკერდის ღრუს უარყოფით წოლაზე.

შოკო და მარეი საძირე არტერიის საშუალებით (ცხენებზე) შეიყვანდნენ მეტალურ ლულებს ორივე პარკუტში და მარჯვენა წინა გულში. მათ გულში შეყვანილ ბოლოებს კაუჩუკის ელასტიური ბუშტი ჰქონდა გაკეთებული, მათი ზემო ბოლოები კიდე შეერთებული იყო მარეის საწერავ კაპსულებთან: ამ წესით იწერებოდა გულის შიგნითა წოლა და მისი ცვალებადობა. ამავე მიზნით კიუტლმა მოიხსარა ორწვერა კატეტერი, რომელიც ისე შეჰყავდათ გულში, რომ ერთი მისი ნახვრეტი პარკუტში მოდიოდა (Ka) მეორე კიდე წინა გულში (vo) (სურ. 16). ასეთი კატეტერი უერთდებოდა ორ მარეის კაპსულას წოლის დასაწერად.

მე-15 სურ. მოყვანილი მრუდეები დაწერილია შოკო-მარეის წესით. ეს სურათი გვაჩვენებს, რომ წინაგულის შეკუმშვა პარკუტის შეკუმშვას

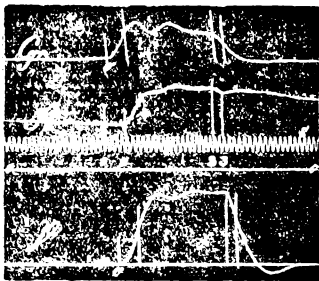
წინ უძღვის და უფრო მოკლე ხანს გრძელდება, ვიდრე კუანასკენლისა; რომ ორივე პარკუტი იკუმშება და ღუნდება ერთდროულად; თუმცა მარცხენა პარკუტის წოლა სისტოლის დროს უფრო მეტია, ვიდრე მარჯვენასი; რომ ბოლოს პარკუტის წოლას ტრაპეციის მსგავსი მრუდი აქვს.



სურათი 16.

სურ. 16. გულის ზონდი შოვა-მარეისა. კარკუტის ამჟღავნება (V) მარჯვენა პარკუტის (II) ღრუდან წოლა საწერავ კაპსულაზე (b) გადააქვს b-მილის საშუალებით; ამჟღავნება O-ს კიდე მარჯვენა წინაგულიდან (I) a-ს საშუალებით წოლა კაპსულა a'-ზე გადააქვს. III — საწერავი ცილინდი კიომგრაფისა; ზონდი შეყვანილია v. jugularis ext. საშუალებით.

გულის მოქმედების სხვა გარემოებანი გამოჩნდებიან მაშინ, თუ რომ შევადარებთ პარკუტისა და აორტის წოლას. შესაფერი მრუდეების მისაღებად საჭიროა, რომ ორწევრა გულის ზონდი გაუკეთდეს. აორტაში სისხლის წოლა მუდამ მაღალია. ცხადია, მარცხენა პარკუტი მხოლოდ მაშინ გარეკს სისხლს აორტაში, თუ რომ მისი წოლა არ გადააქარბებს აორტისას. სურ. 17 გამოხატავს ამ შეძლების მომენტს. აორტის წოლა მხოლოდ მაშინ იწყებს მატებას, როდესაც პარკუტის წოლამ უკვე დიდ სიმაღლეს მიაღწია. (ორივე მრუდეს თანაბარი მომენტები აღნიშნულია ვერტიკალური ხაზებით და თანაბარა ციფრებით). ვიდრე ეს გადაქარბებული წოლა პარკუტში არ არსებობს, აორტის სარკველები დახურულია. სისტოლის დასაწყისში იხურება ატრიო-ვენტრიკულური სარკველებიც, ამნაირად ამ მომენტში სისხლს პარკუტებიდან გამოსავალი არა აქვს, მიუხედავად იმისა, რომ იგი ცნობილ წოლას განიცდის. სისტოლის ამ პირველ ფაზას უწოდებენ დახურვის პერიოდს. ამას მოჰყვება მეორე ფაზა, ეგ. წოდ. გარეკის პერიოდი; ამ მომენტში ატრიო-ვენტრიკულური სარკველები დახურული რჩება, აორტისა კიდე იხსნება და სისხლი აორტაში გადადის.



სურათი 17.

სურათი 17. კარდიოგრაფია და წოლის ერთდროული მსვლელობა ძალზედ CGT-კარდიოგრაფია; A — წოლა აორტაში; V — წოლა პარკუჭში. თანაბარი ხაზები და ციფრები აღნიშნავენ ერთდროულ მომენტებს. თვითმუხლი კბილი დროს მრუდის $=0,01$ წუთს. K. Hürthle-ის მიხედვით.

როდესაც გარეგანი პერიოდი ბოლოვდება, დიასტოლა იწყება, აორტის სარქველები იხურება, ატრიო-ვენტრიკულური კიდე იხსნება:

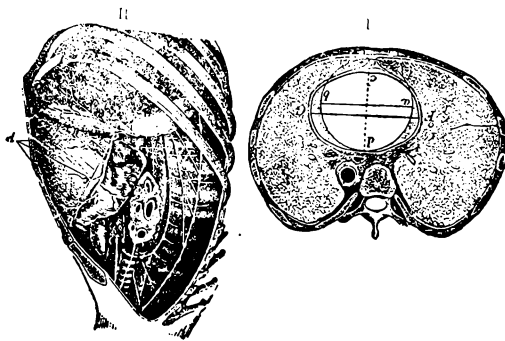
პარკუჭი ხელახლად ივსება სისხლით. ამ ფაზის დაწყებას შეიძლება დაუძახოთ ზოდუნების პერიოდი, რადგან იგი სისტოლის გათავებას შეუფარდება. ამას მოჰყვება გულის პაუზა, გულის სრული მოსვენება, ვიდრე არ დაიწყებოდეს წინაგულის სისტოლა.

გულის ტონები. მეგრდზე რომ ყური მივაღოთ, სადაც გული სცემს, შეიძლება მოგვეჩვენოს ორი გულის ტონი თვითმუხლი ცემის დროს. ერთი ტონი ისმის პარკუჭის სისტოლის დასაწყისში, მეორე კიდე დიასტოლის დასაწყისში. ამ ტონების საუკეთესოდ შესასწავლად მათ ლულების საშუალებით მოისმენენ (სტეტოსკოპი). უწინ ამ ტონების მიზეზად სარქველების გახსნის და დახურვის ხმაურობას სთვლიდნენ. ასეთი შეხედულება მართალია მხოლოდ მეორე ტონის შესახებ: სისხლი ეცემა რა აორტიდან უკან სარქველებზე დიასტოლის დასაწყისში, სარქველებს შეარხვეს. ამიტომ ამ სარქველების დაავადებულებისას მეორე ტონის მაგიერ ისმის შუილი. პირველი ტონის წარმოშობაში ატრიო-ვენტრიკულური სარქველების დახურვა და უბეების რჩევითი მოძრაობა მონაწილეობას ღებულობს. მაგრამ ამის გარდა პირველი ტონი დამოკიდებულია იმ ტონზე, რომელსაც პარკუჭის კედლების შეკუმშვა იძლევა. პირველი ტონი მაშინაც ისმის, თუ ხელოვნურად შეუძლებელ ვყავით ატრიოვენტრიკულური სარქველების მოქმედება (ლიუდვიგი და ლაგელი), ან და თუ მოვისმინეთ ძუძუშწავართ ამოჭრილი გული, და მასთან სრულიად უსისხლო. როდესაც ეს სარქველები დაავად-

მყოფებულია, მაშინ პარკუჭის კედლების ტონი დაიხშობა ხოლმე სარკველების შუილით.

გულის ტონები შეიძლება მოვისმინოთ შორს მანძილიდან თუ მიკროფონს მოვიხმართ. მიკროფონის საშუალებით გულის ტონი შეიძლება გარდავცეთ კაპილარულ ელექტრომეტრს ან ეინტჰოფენის სიმის გალვანომეტრს. გალვანომეტრის რხევას რომ ფოტოგრაფიული რეგისტრაცია უყუთ, მაშინ გულის ტონის მრუდეებს მივიღებთ (ფრანკი). შეიძლება აგრეთვე რეგისტრაცია უყუთ სტეტოსკოპში მოსმენილი ტონების რიტმს მარცხის კაპსულების საშუალებით (მარციუსის მეთოდი აკუსტიკური რეგისტრაციისა).

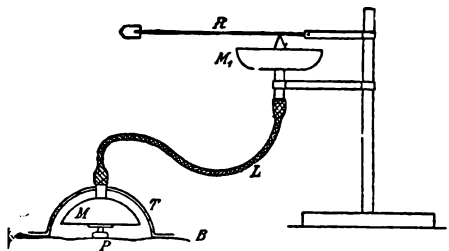
7 გულის ძეგრა. გულის ფორმისა და მდებარეობის ცვლილების გამოა დაგრეთვე მისი კონსისტენციის ცვლილებისა და სისხლით გატენის წყალობით გულის წვეტი სისტოლის დროს მკერდის კედელს უფრო ძლიერ აჭერს, ვიდრე დიასტოლისას. ეს მიწოლა შეიძლება თითოთაც ვიგარდნოთ მეტადრე მეზუეუ და მეექვსე ნეკნს შუა, იშვიათად მეექვსე და მეშვიდე ნეკნს შუა. (სურ. 18).



სურათი 18.

სურათი 18. I. გორიზონტული გაჭრა გულისა და ფილტვებისა გულმკერდისკედლებით გულის ფუძეს ფორმის ცვლილების სადემონსტრაციოდ. FG—პარკუჭთა გარდღივარდნო დიამეტრი და c—პარკუჭის წინა კედლის ადგილი დიასტოლის დროს; a b—პარკუჭთა გარდღივარდნო დიამეტრი სისტოლის დროს, e—მათი წინა კედელს მდებარეობა სისტოლის დროს. II. გულის მდებარეობის ცვლილება გვერდიდან შეხედულობით: i—გულის წვეტი დიასტოლის დროს; p. იგივე სისტოლის დროს (Ludwig-ის და Henke-ის მიხედვით).

ზოგჯერ გულის ძეგრა ჭედილი იცვლება. პათოლოგიურ შემთხვევებში ძეგრის ფარვალნი ფართოვდება, და თვით ძეგრა ისე ძლიერდება, რომ მთელი გულ-მკერდი ირხევა.



სურათი 19.

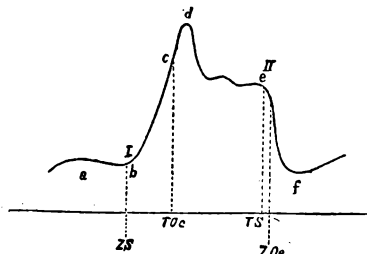
მაგრებენ ტანზე ზორტებით. წოლის ცეცლეება M —ში გადადის კაუჩუკის ბილის (L) საშუალებით მეორე საწერავ კაპსულში, რომლის მწერავი ბერკეტი (R) კიმოგრაფზედ სწერავს (დანაილევისკიდან).

სურათი 19. კარდიოგრაფი: M —მარგალი ღრუ კაპსულა (T), რომლის აბდოლ მხარეს გაკრული აქვს თხელი კაუჩუკის აპი; მას შუა ალაგზე მოქცეულია ლილისებრი თავი P ; უკანასკნელს მიადებენ გულის ძეგრის ალაგას (ან რომელიმე მსხვილი არტერიის პულსაციის ალაგს (სფიგმოგრაფიისთვის) და გაა-

გულის ძეგრის დაწერილობითი შესწავლა გრაფიკული მეოოდიტ სწარმოებს. ამ მიზნით გულის ძეგრის ალაგას მიადებენ მარეის მიმლებ კაპსულას, რომელსაც ლილისებრი ფეხი აქვს გაკეთებული (სურ. 19). ეს კაპსულა მილით უერთდება მეორე დამწერ მარეის კაპსულას, რომლის ბერკეტი კიმოგრაფზედ იწერება. ამ ხელსაწყოს კარდიოგრაფი ეწოდება. თვით მრუდეებს კიდე—კარდიოგრამმა. გულის ძეგრის მრუდეები ერთნაირი არაა. მაგრამ ყველას ერთი ძირითადი სახე აქვს. ყველაზე ხშირად კარდიოგრამას გაწვეტილი თავი აქვს, იშვიათად—პრტყელი; ხან კიდე კარდიოგრამა სრულიად მიემსგავსება გულის შიგნითა წოლის ბრუდეს, რომ გულის ძეგრა შეიძლება გულის შიგნითა წოლის ვამომხატველად ჩავთვალოთ. მაგრამ, გულის ძეგრა უფრო რთული ბუნებისაა; მეტადრე დიდი მნიშვნელობა აქვს პარკუჭის სისხლით ავსებას. (სურ. 15, E).

კარდიოგრამის აზრიანი გავება მხოლოდ მაშინ შეიძლება, თუ ერთდროულად დაიწერება არტერიის პულსი (ის. ქვემოთ), სარკლებების დაზურვა და გულის ტანები. პირველი ტონი, როგორც ვიცით, სისტოლის დასაწყისში ისმის, მეორე კიდე-დაისტოლისა, ასე რომ პარკუჭის სისტოლა ამ ტონთა შუა დროს მოდის. გულის ძეგრის მრუდეზედ სისტოლის დაწყება აღინიშნება ციცაბო ამავალი მუხლით,

სასტოლის ბოლო კიდე ციცაბოვან ჩაშვას მუხლით (სურ. 20). მეტი წილი ამაველი მუხლისა (bc) დახურვის პერიოდს შეუფარდდება. ამ დროს გული აწევს მეკრას ერთწილად კედლების შეკუმშვის გამო, ერთწილად კიდე სისხლით გაოვსების გამო. როდესაც მრუდე d-წერტილს მიაღწევს, სისხლით გავსება კლებულობს, მაგრამ მცირედ, ასე რომ გული განაგრძობს გულმეკრდზე მაქვას. ნხოლოდ e-წერტილიდან იწყება პარკუტის მოკულობის შემკირება, რაც სისხლიდან დაცარიელებას მოსდევს და იმასთან გულია მიკერაც კლებულობს (f-წერტილამდინ). მცირე ტალღა a-ად აღნიშნული შეფარდდება წინა გულის სისტოლას. ზემო აღწერილობის თანახმად გულის ძეგრა უმთავრესად დახურვის პერიოდს გამოხატავს.



სურათი. 20.

სურათი 20. კარდიოგრამის ანალიტიური სქემა - ZS და Z0e - დახურვა და გლეზა, ატრ ივენტრიკულური კლაპანების; T0e და TS - გლეზა და დახურვა ნაბჯლის პირი კლაპანების; a - წინა გულის შეკუმშვა; de - პარკუტის შეკუმშვა; bc - ამ კლაპანის დახურვის პერიოდი; ce - სისხლის გულიდან გარეკის პერიოდი; ef - დასტოლა; I და II აღნიშნავს გულის პირველ და მეორე ტონს. (ცუმიც-ლევიდან).

გულის ცემის ცალკე ფაზთა ხანგრძლივობა. ცხოველების გულის შიგნითა და არტერიული წოლის შესწავლით, აგრეთვე ადამიანის გულის ტონთა, გულის ძეგრის და არტერიული პულსის შესწავლით შეიძლება გამოვარკვეოთ სხვადასხვა გულის ცემის ფაზთა ხანგრძლივობა. ქვემოთმოყვანილ ცხრილში მოცემულია საშუალო ციფრები იმ შემთხვევებისთვის, როდესაც პულსის რიცხვი წაშში 75 უდრის.

მთელი გულის პერიოდი . . . 0,80 წუთი.

1. პარკუტის სისტოლა . . . 0,30 "

a) დახურვის პერიოდი . . . 0,10 "

b) გარეკის პერიოდი . . . 0,20 "

2. პარკუტის დიასტოლა . . . 0,50 "

a) მოდუნების პერიოდი . . . 0,30 "

b) გულის პაუზა . . . 0,05 "

c) წინა გულის სასტოლა . . . 0,15 "

სისტოლის დაწყებისას მოდის პირველი ტონი და ატრიო-ვენტრიკულური სარქველების დახურვა. გარეკის პერიოდის დაწყებისას კიდე აორტის სარქველები იხსნება. დიასტოლის დასაწყისში ეს სარქველები იხურება, ატრიო ვენტრიკულური კიდე იხსნება. აორტული სარქველების დახურვა მეორე ტონს იძლევა. ფიქაობენ, რომ პარაკეტის მოდუნება იმავე დროს უნდა, როგორც შეკუმშვა ე. ი. 0,3 წ-ით. შემდეგ გულის პაუზა მოსდევს და ბოლოს წინა გულის სისტოლა, რომელიც პარაკეტის დიასტოლის უკანასკნელ ხანს სწარმოებს. შემდეგ ხელახლად იწყება იმავე ფაზთა განმეორება.

გულის ცემის პულისის სიხშირე. გულის ცემის სიხშირე გამოიკველეოდა ხოლმე გულის ძგერის მიხედვით, ან და გულის ტონთა ან არტერიული პულსისა. ნორმალურ პირობებში ეს უკანასკნელი სრულიად შეეგუება გულის ცემას. მოზრდილ მამაკაცს დაწოლისას პულსის სიხშირე წამში 60 უდრის ფეხზე დგომისას კიდე—72—75 წამში. დედაცაცების პულსი მამაკაცებისაზე ხშირია, ზაღებს კიდე უფრო მეტი აქვთ, ვიდრე მოზრდილებს. მეტადრე ხშირი პულსი ახლად შობილთ აქვთ (120—140); წლოვანობის მომატებით სიხშირე პულსის კლებულაბს ჯერ სწრაფად და მერე სულ უფრო და უფრო ნელა. ადამიანი რომ 20—21 წლისა ხდებდა, პულსის სიხშირე ერთს რაოდენობას აღწევს და 65 წლამდე ეს რაოდენობა უცვლელი რჩება. ამ წლიდან კი პულსის სიხშირე ხელ ახლად მატულობს. ამ პირობისა და სხვა მრავალ უცნობ ინდივიდურ პირობათა გარდა არსებობს მთელი რიგი კარგად ცნობილი პირობებისა, რომლებიც პულსის სიხშირეზე გავლენას ქონულობს. ასე, მაგ., პულსის სიხშირეზე მოქმედობს ტანადობა: პატარა ადამიანთ უფრო ხშირი პულსი აქვთ, ვიდრე დიდ ტანიანთ. აგრეთვე პატარა ტანის ცხოველთ უფრო ხშირი პულსი აქვთ, ვიდრე დიდ ტანიანთ. მაგ., თავის გული წამში 175-ჯერ უცემს, შინაურ კურდღელს 150-ჯერ, ცხენს 35—50-ჯერ, სპილოს კიდე 25—28-ჯერ, ყველაზე ხშირი წვრილ მფრინველთ აქვთ.

გულის ცემის რითმი ცვალებადობს სხვათა შორის დღე-ღამის განმავლობაში: დღით პულსის რითმი უფრო მცირეა, საღილს შემდეგ მატულობს, საღამოზე კიდე ხელ ახლად მცირდება. ამათ უწოდებენ პულსის **დღე-ღამით რხევას**. ეს რხევა მიქსაგვსება სხეულის ტემპერატურის რხევას.

საქმლის მიღება პულსს ახშირებს, სიმშლი კიდე—აშვიათებს. ძლიერი აფექტები (სიხარული, შიში) ჩვეულებრივ გულისცემას ახშირებს.

კუნთების ინტენსიურ მუშაობისას (მათზე ასევე, სწრაფი სიარული და სხვა) აგრეთვე პულისის რითმი მატულობს. ამ მოვლენის მიზეზი გამოკვლეული არაა. შეიძლება ასეთნაირად ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ნაყოფი მოქმედებდეს გულზე.

შემდეგ, თვით სხეულის მდებარეობა მნიშვნელოვან მოქმედობს; დაწოლისას პულისის სიხშირე ნაკლებია, ჯდომისას მეტა და დგომისას კიდე უფრო მეტა. ცხოველებზედაც იყო შეჩნეული ანგარი მოვლენა: შინაურ კურდღლს რომ მავცეთ ვერტიკალური მდებარეობა თავით ზემოდ მისი პულისი გაცილებით მეტა, ვიდრე მაშინ როდესაც თავი ქვემოთ აქვს დაკიდული. მდებარეობის გავლენა გულის შეაკეცბელი წერვის (n. vagus) მოქმედებაზეა დამოკიდებული. ამ წერვის ვადაჭრის შემდეგ მდებარეობის ცვლილება გულის ცემაზედ აღარ მოქმედობს. ცხადია, მდებარეობა ისე უნდა მოქმედობდეს გულის ცემაზე, როგორც ჩონჩხის მუსკულატურის ტონუსზე ე. ი. ცენტრალური ნერვული სისტემის საშუალებით; ნერვული მექანიზმის მოქმედება აქცეულდა აღიპობდეს იმ მეორენდელ გაღიზიანებათა გამოისობით, რომელთაც მდებარეობის ცვლილება იწვევს. ხოლო ამ მხრივ ეს საკითხი სრულებით არაა გამოკვლეული.

ციებ-ცხელების დროს პულისი იზირდება. ეს გაზირება ტემპერატურის აწ ვით ითლება ციებ-ცხლების მნიშვნელოვან სიმპტომადა. სხვა და სხვა ავადმყოფობისას პულისი ან ხშირდება ან და იშვიათდება. ბევრი შხამი და წამალი გამოიწვევს პულისის რიამის გაზირებას, ბევრი კიდე მას გაანელებს. სპირტოვანი სასმელები: ჩაი, ყავა ჩვეულებრივ პულისის რითმ, ჰმატებს.

ციესისხლიან ცხოველთა პულისის სიხშირე მეტად ძლიერ გარეშე ბუნების ტემპერატურის გავლენის ქვეშ იმყოფება. სითბოზე პულისი ძლიერ ხშირდება, სიცივეში კიდე იგი ნელდება. თბილ სისხლიანების გულზე არეს ტემპერატურა არ მოქმედობს.

— **გულის მუშაობა.** გულის მუშაობა ორი ოდნობისგან შესდგება. ჯერ ერთი, შეკუმშვასან იგი აძლევს პარკუჭადან განავალ სისხლს ცნობილ სასწრაფეს, რომლის წყალობით სისხლი მოძრაობს. მეგრე, გული დაჰძლევის იმ დაბრკოლებას, რომელსაც მას მუშაობას არტერიებში არსებული სისხლი უჩენს. ეს დაბრკოლება მეტადრე დიდი აორტის სისტემაში ამიტომ გულის კუნთის ენერგია უმეტესად ამ დაბრკოლების დაძლევის უნდება. სიასწრაფის მიცემაზე კი იხარჯება გულის მუშაობის მხო-

ლოდ ორი პროცენტი. ამიტომ გულის მუშაობის გამომანგარიშებისას შეიძლება ეს ოდნობა შედეგობაში არ ეიქონიოთ.

მარცხენა პარკუქის სისტოლის მუშაობა (A) უდრის იმ განამრავლს, რომელიც წარმოსდგება ამ სისტოლის დროს გამოდენილ სისხლის მასიდან (სისტოლის მოცულობა) (P) და იმ დაბრკოლებიდან, რომელსაც გულმა უნდა დასძლიოს (h), ე. ი. იგი უდრის აორტაში სისხლის წოლას. მაშასადამე, $A = Ph$. ეს რაოდენობა სხვა და სხვანაირად გამოიკვლიეს. p ს ოდნობა ახალი გამოკვლევებით უნდა უდრიდეს 60 გრანს. ლევიმ და შრეტერმა გამოიკვლიეს გაზთა საერთო გაცვლა-გამოცლა, სახელობრ, არტერიულ და ვენურ სისხლში გაზთა შეცულობა, და აქედან მათ დასკვნეს თუ რამდენი სისხლი გაივლის ხოლმე აღმანიის ფილტვებში. აღმოჩნდა, რომ წაშში გაივლის 3,85 ლიტრი სისხლი. თუ პულისის სიხშირე წაშში 70 უდრის, მაშინ ერთი სისტოლის მოცულობა 55 კუბ. სანტიმეტრს უნდა უდრიდეს.

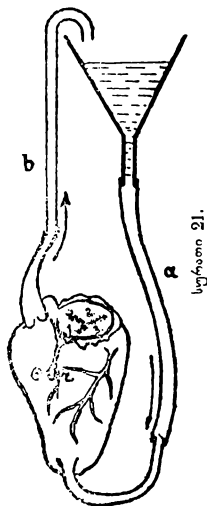
აორტაში სისხლის წოლა უდრის იმ სიმაღლეს, რამდენადაც გული ასწევს ხოლმე სისხლს აორტაში გაქეთებულ ვერტიკალურ მილში. ეს სიმაღლე დაახლოვებით 1, 5 მეტრია. მაშასადამე, მარცხენა პარკუქის მუშაობა თვითუფლი სისტოლის დროს A უდრის 0,055 კილოგრამს გამრავლებულს 1,5 მეტრზედ ანუ 0,08 კილოგრამმეტრს.

მარჯვენა პარკუქის მუშაობა გაცილებით ნაკლებია. იგი შეიძლება ჩუვუვლოთ მარცხენა კუქის $\frac{2}{3}$ ად ე. ი. 0,038 კილოგრამმეტრად. ამნაირად, ორივე პარკუქის მუშაობა მე-0,11 კილოგრამმეტრს უდრის მაშასადამე, წაშში გულის მუშაობა შეადგენს $0,11 \times 70 = 7,7$ კილოგრამმეტრს, საათში 462, დღე ღამეში კიდე საშუალოდ—11000 კილოგრამმეტრს.

რასაკვირველია, გულის სისტოლური მუშაობა ცვალებადია მისდამიხედვით თუ იგი რა მოთხოვნილებას აკმაყოფილებს; ორგანოთა მეტებუფლი მუშაობა, მეტადრე მასზრდოებელი ორგანოებისა და კუნთებისა თხოულობს მომეტებულ სისხლის დენას. ეს კიდე იწვევს გულის მომეტებულ მუშაობას. აგრედე მათულობს გულის მუშაობა თვითუფლჯერ დაბრკოლების გადიდებით დრდს ან მკირე სისხლის მიმოქცევის წრეში. თუ ასეთი ზედმეტი მოთხოვნილება გულის მუშაობისადმი დიდხანს გრძელდება, გულის პარკუქებს ჰიპერტროფია ემართება. იზრდება გულის კუნთის მასსა და აგრეთვე მისი მუშაობის უნარი.

გულის სარქველთა მოქმედების დავკირება. ახალ ხარის გულს მოაქრებს ფოთხილად მარცხენა წინაგულს, ომ ატრიო-ვენტრიკულურ-

რი კარი კარგად სჩანდეს. მერე მარცხენა პარკუტის წვერში შეიჭობენ და დაამგრებენ მოგრებილი შუშის მილს, რომლის მეორე ბოლოს ძაბრი აქვს გაკეთებული (სურ. 21). აორტაში სარქველთა ცოტა ზემოთ ამაგრებენ ერთს შუშის ბოლოს, რომლის მეორე ბოლო ძაბრს დაჰყუდებს ზემოდან. გული და მთელი ეს სისტემა ჰაერში დაკიდული რკინის შტატივზე.



სურათი 21. ატრიოვენტრიკულური სარქველების მუშაობა. განმარტება იხ. ტექსტი. (ციტოვიჩი).

შემდეგ, ძაბრში ჩასხვენ წყალს, რომელიც შევა მარცხენა პარკუტში. მაშინვე გახსნილი ატრიო-ვენტრიკულური სარქველი ამოტივტივდება და დაიხურება.

მერე, თუ მარცხენა პარკუტს ხელს მოუქერთ, მისი შეცულობა აორტისა და მილის საშუალებით ძაბრში გადავა, ისე რომ ერთი წვეთიც კი უკან აორტით პარკუტში არ გადმოვა. თუ ამავე დროს პარკუტში შეყოფილი მაღლი საღებო კაჟიუკიან ნაწილში (ა) შევრულია, მაშინ მარცხენა პარკუტი მისი მოქერის შემდეგ ცარიელდება: ახალი წყალი იქ არ შედის ძაბრიდან, აორტიდან კიდევ დახურული სარქველები არ უშვებენ. ეს აორტის სარქველების მუშაობა ნათლად დაინახვება, თუ მოყვანილი ცდის შემდეგ ამ აორტას სარქველების ქვემოთ მოვკრით: დახურული

სარქველები ქვემოდან დაინახვება.

1. კარდიოგრაფიის მიღება მარცხენა სფიგმოგრაფის საშუალებით. ეს წესი აწერილი იყო ზევით. (იხ. სურ. 19).

2. ბაჟაყის გულის ცემის რეგისტრაცია გულის პინცეტით. იხ. ამ იარაღის ხმარება გვ. 100. თუ გულის პინცეტის ჯამბუს შორის მოჰყავთ მთელი გული, მაშინ პინცეტის დაჰყვარი ბერკეტი დასწერს ორფაზიან მრუდეს; ჯერ წინა გულსას—უფრო ხანმოკლეს და მერე პარკუტისას—უფრო ხანგრძლივს და მაღალს. ამ ცდის საშუალებით შეიძლება კარგად გათვალისწინდეს გულის მოქმედების სხვა და სხვა ფაზათა მიმდინარეობა.

3. სტეფოცკოპით მოსმენა გულის ტონთა აღდამიანზედ და ძალზედ. ამ დაკვირვების წარმოებას განმარტება არ სჭირია.

4. პარკუტის შიგნითა წოლის დაკვირვება სისტოლისა და დიატოლის დროს. უმოძრაო ცხოველს (ნარკოზი, დაკურარეგება) მარცხენა პარკუტში საძილე ძარღვის საშუალებით შეუყოფენ კატეტერს. უკანასკნელი წინდაწინედ ავსებულია ფიზიოლოგიური ხსნილით და კაუჩუკის მილით შეერთებულია ვერცხლ წყლიან მანომეტრთან. ამ მილს გზაზე გაკეთებული აქვს ევრეთ წოდებული გოლც-გაულის (Goltz-Gaule) ონკანი, რომელიც მხოლოდ ხან ერთი მიმართულებით იხსნება, ხან მეროვით.

ა) თუ ეს ონკანი ისეა დაყენებული, რომ იგი იღება მხოლოდ გულიდან მომავალი სისხლის მიმართულებით, მაშინ თვითუღ შეკუმშვისას მანომეტრის თავისუფალ მუხლში ვერცხლის წყალი ზევით აიწევს: რამდენიმე სისტოლის შემდეგ ვერცხლის წყლის დონე მიაღწევს ერთგვარ სიმაღლეს, რომელიც პარკუტის მაქსიმალურ წოლას შეუფარდდება. სისხლი უკან არ ბრუნდება ონკანის წყალობით. ეს სიმაღლე ცხენის მიმართ უდრის 200—300 mm Hg., ძალის მიმართ 150 mm Hg., (აღამიანის მიმართ კიდე 200 mm Hg.).

ბ) თუ რომ ონკანი უკუქცევითი მიმართულებით გაუკეთეთ, მაშინ ცხადია მანომეტრი მინიმალურ წოლას მოგვცემს: პარკუტის დიატოლის დროს იგი ცხენზედ—50 mm Hg-ს უდრის. ძალზედ კიდე—20 mm Hg.-ს, (აღამიანზედ—40 mm Hg.-ს).

ეს უარყოფითი წოლის ოდნობა დამოკიდებულია, როგორც ვიცით, ორ გარემოებაზე: გულის ყაფახის შემსრუტავ მოქმედაზე და საკუთრად გულის ძალაზე. თუ აღწერილ ცდას ვაწარმოებთ გულ-პეკრდ გახსნილ პრეპარატზედ და ამით გულ-მეკრდის შემსრუტავი მოქმედება შეუძლებელია, მაშინ უარყოფითი წოლა პარკუტისა გარკვევით მცირდება.

5. ბაყაყის გულის ავტომატური მოქმედება. ბაყაყს მიაკრობენ გულადგა. გაუხსნიან გულს, მოაქლიან გულის პერანგს, დააკვირდებიან გულის განყოფილებათა ცემას: პირველად შეიკუმშებიან სინუსები, შემდეგ წინაგულები და ბოლოს პარკუტი.

ა) შემდეგ ამოაჭრიან გულს და გადიტანენ სუფთა თევზზედ. იგივე გულის მოქმედება აქაც გავრცელდება. მხოლოდ რითმმა შეიძლება იკლოს.

ბ) მკრელი მაკრატლით მოაჭრიან სინუსებს. გულს ცემა ამის შემდეგ არ შესდგება: სინუსები და გული ორივე იმოქმედებს.

გ) მაკრატლით მოაჭრიან პარკუტს. წინაგულის ნარჩენი იმოქმედებს სპონტანურად, პარკუტი კი არა.

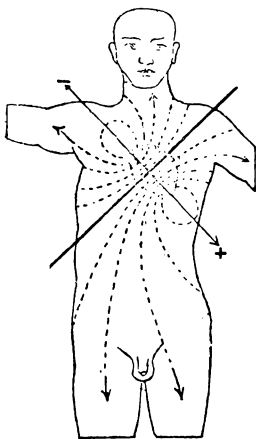
დ) პარკუტს უჩველეთნ ქინძისთავით ან პინცეტით. იგი ერთხელ შეიკუმშება. მიაღებენ ქლორიანი ნატრის კრისტალს, იგი ცოტა ხნის შემდეგ დაიწყებს რითმულ მოქმედებას.

ე) პარკუტს მიაღებენ ელექტროდებს და გაატარებენ გალვანურ ნაკადს ერთი აქუმულიატორიდან. ნაკადის გატარების დროს იგი რითმულ შეკუმშვას იწყებს.

ფ) ამოკრილს გულს ფუძეთი მიაკრობენ საცობს, რომელსაც მერე შეიტანენ პატარა ქაქაში და მის ძირზე როგორმე გაამაგრებენ. პარკუტის წვეტს

8. ელექტროკარდიოგრაფია.

ზოგადი ცნება. გულის კუნთის მოქმედებას აგრეთვე სდევს ელექტრული ნაკადის წარმოება, როგორც ჩვეულებრივ კუნთის და სხვა ცოცხალი ქსოვილის მოქმედებას. (იხ. ამის შესახებ გულის კუნთის ზოგადი ფიზიოლოგია. ტომი პირველი, გვ. 97). ამ ელექტრულ მოვლენას შეიძლება რეგისტრაცია უყუთ, თუ რომ ცხოველს გულმკერდს გაუხსნია და გულს პირდაპირ გაოვანომეტრს შეუერთებთ. მაგრამ შეიძლება აგრეთვე გულმკერდის გაუხსნელადაც შევისწავლოთ გულის ნაკადის მსვლელობა. ეს ელექტრული ნაკადი ისე ვრცელდება ადამიანის თუ ცხოველის სხეულში, რომ შესაძლებელია სხეულის ნაწილების გაღვა-



სურათი 23.

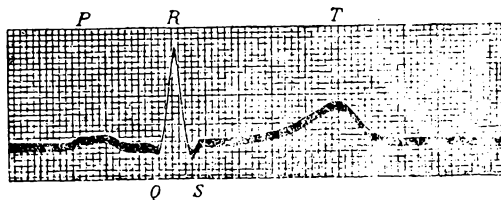
სურ. 23. გულში აღმოცენებული მოქმედების ნაკადის განსაზღვრება სხეულში (Waller).

ნომეტრთან შეერთების საშუალებით მივიღოთ გულის ნამდვილი ელექტროგრაფია. მაგ., ხელების და ფეხების შეერთებით აღვიღოთ შეიძლება მივიღოთ სწორეთ ისეთი ელექტროგრაფია, რომელიც პირდაპირ გულიდან მიიღება (A. Waller). ადამიანის სხეულში გულის ცერად მდებარეობის გამო — ზემოდან მარჯვნივ და უკან, ქვევოდან მარცხნივ და წინ — გულიდან მიმდინარე ნაკადი ისე განეწყობა სხეულში, რომ მარჯვენა ხელი იღებს გულის ფუძის ელექტრულ პოტენციალს, მარცხენა ხელი და ფეხი კიდე — გულის წვეტიან პოტენციალს (იხ. სურ. 23). ამიტომ მარჯვენა ხელის და მარცხენა ფეხის გაღ-

ვანომეტრთან შეერთება იმასვე ნიშნავს, თითქმის გულის ფუძე და წვეტიან შეერთებულიყო.

ელექტროკარდიოგრაფიის სახე. ადამიანის და ცხოველის ელექტროგრაფიას სრულიად ერთი და იგივე სახე აქვს. ნორმულ პირობებში მუდამ სამ წვეტიანი პნუკილოვანი ნაკადის ქვეყასთან გვაქვს საქმე. პირველი კბილი მკირე ოდნობისაა და შეუფარდებდა წინაგულის შეკუმშვას. მას აღნიშნავენ ასო P-თი. მეორე და მესამე კიდე — პარკუჭისას; მათ აღნიშნავენ

ასო R და T-თი. R-წვეტი ჩვეულებრივ ძლიერ დიდი ამპლიტუდისაა და მასთან ძლიერ სწრაფად მომდინარეობს; T კიდე პირიქით მცირე ამპლიტუდისაა და მეტად ნელა მიმდინარეობს (იხ. სურ. 24). თუ გაღვანო-შეტრში შეტანილია გულის ფუძე და გულის წვეტი ან და მარჯვენა ხე-ლი და მარცხენა ფეხი, მაშინ P ს და R ს ზღვა ერთი მიმართულება აქვს, ხოლო T-ს შეიძლება ჰქონდეს როგორც ამ ორის მიმართულება, ისე წინააღმდეგი, ან და ეს ორივე მიმართულება, ე. ი. ჯერ კბილ აბსცისის ერთ მხარეზეა მოქცეული, მერე მეორეზე (ვორონცოვი). ამ სამ მთავარ კბილთა გარდა ჩვეულებრივ ყუჩადღებას აქცევენ აგრეთვე ორ მცირე კბილს R-ის დასაწყისში (Q), და R-ის გათავებისას (S). S და T-ს შორის ელექტრული ნაკადი ურხევია, იგიარ აღინიშნება გალ-ვანომეტრით.



სურათი 24.

სურ. 24. ადამიანის ელექტრო-კარდიოგრამა. მღებულია ეი ნ თ ხ ო ვ ე ნ ს სიმის გაღვანომეტრის საშუალებით. განმარტება იხ. ტექსტში.

ელექტრო-კარდიოგრამის ცვალებადობა. ელექტროგრამას აღ-ნიშნული ხასიათი ზედმიჯნულ მხოლოდ მაშინ აქვს თუ მას მთელი სხოვე-ლიდან ან და გულის ფუძისა და წვეთის საშუალებით მივიღებთ; თუ კიდე გაღვანომეტრის წრეში შევიტანეთ გულის სხვა და სხვა ალაგი, მაშინ პარკუჭის ელექტროგრამა ამ ალაგებს მიხედვით ძლიერ ცვა-ლადობს. ამასთან იცვლება როგორც T, ისე R, როგორც მიმა-რთულების მხრივ, ისე სიმაღლისა და ხანგრძლივობის მხრივ. ასე იმიტომ ხდება, რომ გულს მეტად რთული აგებულება აქვს. მის თე-თეულ ნაწილში კუნთის ძაფთა ჯენათა მიმართულება და სისქე ერთი და იგივე არაა. ამიტომ მათი აგზნებისას ნაკადის მიმართულება და ინტენსივობა ერთნაირი არ უნდა იქოს. ამასთან თვითეული წერტილის ელექტრობის მდგომარეობა შეუფარდდება მართა ამ წერტილში აღმო-

ცნებულ ელექტრობას კი არა, არამედ თითქმის მთელი გულისა ელექტრობას, რად.ან თვითგული ნაწილის ელექტრობა გატარდება ფიზიკურად მთელ გულში. ამიტომ თვითგული ნაწილი გულისა განიცდის ელექტრულ გავლენას გულის სხვა ნაწილებიდან, და რასაკვირველია ახლობელ ნაწილებიდან უფრო ძლიერს, ვიდრე დაშორებულთაგან. ამიტომ, თვითგული გულის ელექტროგრამმა წარმოაჩენს გულის სხვა და სხვა ნაწილთა ელექტრო-მამოძრავებელი ძალების ალგებრული შეერთების რთულ შედეგს.

რასაკვირველია, გულის ავადმყოფობისას, როდესაც გულის კუნთის სისტემა დაზიანებულია, ელექტროგრამაც იცვლება. ტიპიურ ავადმყოფობას სდევს ტიპიური ელექტროგრამის ცვლილება. ამიტომ ელექტრო-კარდიოგრაფიით დღეს სარგებლობენ გულის დიაგნოსტიკის მიზნით. ამის შესახებ უკვე არსებობს დიდი ლიტერატურა, რომელიც ცალკე სახელმძღვანელო წიგნების სახითაცაა გამოსული (Kraus და Nikolai, A. Hoffmann).

ელექტრო-კარდიოგრამის ინტერპრეტაცია. პარკუტის ელექტროგრამის ანალიზი აქნობამდის დამატებული არაა. პირველად მიღებული იყო, რომ ადამიანის და საერთოდ ორკამერიანი პარკუტის ნორმული ელექტროგრამის ოპივე კბილი ერთი მიმართულებისა უნდა იყოს (Gotch). ამისდა მიხედვით ასეთი აზრი იყო გამოთქმული ამ ელექტროგრამის ასახსნელად: აგზნება პარკუტში იწყება ფუძეზე მარცხნივ და მით მოკმელების ნაკადის დაწყებას იწვევს (R-ის დასაწყისი); აქედან აგზნება მიიმართება წვეტისკენ და როდესაც მიაღწევს პარკუტის წვეტს, მაშინ ამ ნაკადის დაცემა მოხდება (R-ის გათავება); შემდეგ აგზნება ბრუნდება უკანვე, ხოლო სხვა გზით: იგი გაივლის პარკუტის ფუძესკენ მარჯვენა, საიდანაც bulbus გამოდის. ამით იწვევა მეორე ფაზა T იმავე მიმართულებისა, როგორც პირველი, რომელიც ფუძის უარყოფით ელექტრობას შეუფარდდება. ასეთსავე აზრს დაადგა მეცნიერთა მთელი რიგი Burdon Sanderson, Waller, Baylis და Starling). იგინი განიხილავდნ გულის ელექტრულ მრუდეს როგორც ალგებრულ ჯამს ფუძისა და წვეტის უარყოფითი ელექტრობისა; ხოლო მათი წარმოდგენით ფუძის ელექტრული მდგომარეობა უფრო ხანგრძლივი უნდა ყოფილიყო, ვიდრე წვეტისა, რადგან წვეტ-დან აგზნება ფუძეს უბრუნდება და მით აქ უარყოფითი მდგომარეობა გრძელდება.

მაგრამ რადგანაც აღმოჩნდა, რომ პაყაყის ერთ კაპერიანი გულის ელექტროგრამა სრულიად წააგავს ადამიანისას და საერთოდ თბილ-

სისხლიანისას, როგორცაა გულის ორი კამერა აქვს, და ამასთან პარკუჭის ელექტროგრაფიის ორივე კბილი შეიძლება იყოს როგორც ერთი და იმავე მიმართულებისა, ისე მოპირდაპირე მიმართულებისაც, ამიტომ საჭირო შეიქმნა იმნაირი ინტერპრეტაცია, რომელიც ყველა ამ გარემოებათ სრულიად შეეფუება. ასეთი ინტერპრეტაცია მოიცავს ვორონცოვმა ნ. ვედედენსკის ლაბორატორიიდან.

მისი გამოკვლევით პარკუჭის ელექტროგრაფიის დასაწყისი შეუფარდება პარკუჭის ზედაპირის აგზნებას მისი ფუძის და შუაგული მესამეჯის საზღვარზე, ე. ი. იმ პარკუჭის ფარგალს, სადაც ჰისის კონა ვრცელდება, რომელიც წინაგულს და პარკუჭს აერთებს და რომელსაც აგზნების ამპულსები წინაგულიდან პარკუჭში გადააქვს. რადგან ამ ალგას კუნთის ძაფთა კონკრეტი ცერად მიმართვიან პარკუჭის გასწვრივ ღერძის მიხედვით, ამიტომ უარყოფითი ელექტრობა აგზნებასთან შეკავშირებული უფრო მალე გადადის პარკუჭის ფუძეში და წვეურში (თუმცა ერთი ინტენსივობით არა), ვიდრე მსი გვერდების კედლებში. აქედან ცხადია, ერთი გაღვანომეტრის ელექტროდი რომ წინა გულზე იდოს, მეორე კიდე გულის წვეტზე, მაშინ უსათუოდ R კბილს ეკლდება, რადგან ელექტრობა ფუძეს უფრო მალე აღწევს, ვიდრე წვეტს. გვერდებიდან აგზნება ვრცელდება მთელს გულში. ყველაზე ადრე ზურგისა და პლულის ზედაპირის შუაგულს აღწევს, რადგან აქეთვე მიმავალი კუნთოვანი გზა ყველაზე მოკლეა. რასაკვირვლია, ამ ალგას აგზნება უფრო მალეც უნდა გათავდეს. ყველაზე გვიან აგზნება წვეტს აღწევს და იგი აქ ყველაზე გვიანაც თავდება. ამ ორი მომენტიტ და მასთან იმ გარემოებით, რომ გულის წვეუი მეტწილად გარდიგარდმო კონებისგან შესდგება, განისაზღვრება T-ს უარყოფითი მიმართულება, რაც ჩვეულებრივ მაშინ ხდება, თუ მეორე ელექტროდი გულის წვეტზედა სდავს, და აგრეთვე T-ს დადებითი მიმართულება, როდესაც იგივე ელექტროდი ზურგის ან მუცლის ზედაპირის შუა ალგას სდევს.

ამნაირად, ვორონცოვის გამოკვლევით, პარკუჭის აგზნება თვითონ მის ფუძეზე არ იწყება, არამედ პარკუჭის შიგნიდან ფუძეს მახლობლად და აქედან ვრცელდება რა მთელ გულში ერთს დროს არ აღწევს ყველა მის ნაწილებს. ამიტომ ფორმა პარკუჭის ელექტროგრაფიის განისაზღვრება ერთის მხრივ იმ ელექტრული ცვლილებით, რომელიც ელექტროდებს ქვეშ სწარმოებს აგზნებასთან ერთად, და მეორე მხრე ნაწილთა ელექტრული პოტენციალის ცვლებადობით. ამ ნაწილთა მონაწილეობა დამოკიდებულია მათში კუნთოვანი კონების განწყობილებაზე

მათი სიხლოვე—სიშორეზე ელექტროდებიდან, იმ მიმდევნობაზე, რომლითაც აგზნება ამ ნაწილებში ვრცელდება, აგრეთვე გარემო არეს გამჟარებლობაზე და სხვა.

9. გულის მოქედებას წარმოშობა.

გულის მოქმედების საჭირო პირობები. ძუძუნეზოვარ ცხოველთა ამოჭრილი გულის მუშაობის გამოკვლევიდან დასკვნეს, რომ გულის ენერგია უმთავრესად დამოკიდებულია მის ძარღვებით განვლილი სისხლის რაოდენობაზედ. სისხლის მამოქცევის გაძლიერება გვირგვინოვან ძარღვებში უსაუზოდ გამოიწვევს გულის ცემის გაძლიერებას. გულის ცემის გაძლიერება კიდე იძლევა სისხლის დენის აჩქარებას გულისკენ.

სიხშირე ამოჭრილი გულისა, საერთოდ რომ ითქვას, სრულიად დამოკიდებულია ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლაზე გულის მუსკულატურაში. ყველა იმ პირობებში, რომლებიც ამ გაცვლა-გამოცვლას ხელს უწყობენ, გულის ცემის რითმი ხშირდება. პირიქით, ხელ შეუწყობდელ პირობებში ეს რითმი კლებულობს. ამ საზოგადო კანონს ჩვენ უკვე გავეცანით კუნთის საზოგადო ფიზიოლოგიაში. ამის მიხედვით თვითნებური გარემოება გულზე მოქმედებს ან რითმის დაკლებით, ან რითმის მომატებით.

ტემპერატურა როგორც ძირითადი პირობა ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლისა, რასაკვირველია, გულზე მოქმედობს. მისი რითმი ხშირდება, თუ ტემპერატურა მაღლა აიწევს; თუ კიდე დაიწევს, მაშინ გულის რითმი კლებულობს.

ჟანგბადი აგრეთვე ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს და მისი მატება-დაკლება, ცხადია, ჰმატებს და აკლებს გულის ცემის რითმს. როდესაც ჟანგბადის შემცირება ნულამდის აღწევს, გულის ცემა სრულიად სწყდება, მაშინ სწარმოებს ეგ. წოდ. **ასფიქსია**, ამიტომ თბილ სისხლიანთა ამოჭრილ გულში გასატარებელი სითხე ჟანგბადს ჯთოოდ უნდა შეიცავდეს. ცივისხლიან ცხოველთა გულს კი უჟანგბადოდ დიდს ხანს შეძლიან მოქედება, ზოგჯერ მთელი დღე ღამეც. ეს იქით აიხსნება, რომ ცივისხლიანებში ხივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლა მეტად ნელა სწარმოებს; ამიტომ ჯილდრე გულის მუსკულატურაში ორგანიზულად შეკავშირებული ჟანგბადის მარაგი დაიხარჯებოდეს, დიდმა დრომ უნდა გაიაროს.

როდესაც ჟანგბადი ილევა, მაშინ როგორც თბილ, ისე ცივისხლიანების გულის რითმი უსწორმასწორო ხდება (ლუჩიანი). გულის ცემა

ჯგუფობით სწარმოებს: რამდენიმე გულის ცემა ზედი-ზედ მოჰყვება ცოტა თუ მეტი ხანგრძლივი დროს გამოშვებით.

მასაზრდოვებელ ნივთიერებათა მეტ-ნაკლებლობაც ანალოგიურად მოქმედებს გულის მუშაობაზე. ამოკრილ გულში სისხლის მაგიერ ისეთი სითხე უნდა იხმაროს, რომელიც მთავარ მასაზრდოვებელ ნივთიერებათ შეიცავს. ასეთ სითხეს, მაგ., წარმოადგენს ქანგბადით გაძლიერებული მინერალური მარილების ხსნილი, რომელშიც სისხლში მოიპოვება. ამ მიზნისათვის გამოსადეგი ხსნილი ჯერ რინგერმა მოგვეცა. ეს სითხე წარმოადგენს საშემელი მარილის ტუტი-ნ ხსნილს; მას მიემატება კიდევ ცოტაოდენი ქლორიანი კალი და ქლორიანი კალცი. შემდეგ ლოკმა ასეთი ხსნილი იხმარა. 100 კუბ. ს. წყალში მან გახსნა 0,9—1,0 NaCl., 0,02 CaCl, 0,02 KCl, 0,01—0,03 Na₂ CO₃. ამ სითხეს გააძლიერებენ ქანგბადით და მიემატებენ 0,1% ყურძნის შაქარს. *) ასეთ ხსნილს შეუძლიან ამოკრილ გულს შეუნარჩუნოს მოქმედების უნარი თითქმის

*) ხსნილი მზადდება თვითეულ კდისთვის საკუთრად, რადგან დექსტროზა მალე იშლება. ხმარობენ შემდეგ ხსნილებს:

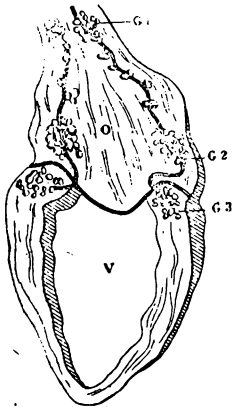
		Ringer.	Locke	Hedon	Adler	Tyrode
Natri chlorati	(Na ₂ Cl)	6,0	9,0	6,0	5,5	8,0
Kali	(KCl)	0,005	0,25	0,3	0,4	0,2
Calcii	(CaCl ₂)	0,1	0,23	0,1	0,4	0,2
Magnli	(Mg Cl ₂)	—	—	0,3	0,25	0,1
Natrii phosph.	(Na H ₂ PO ₄)	—	—	0,5	0,13	0,05
Natri bicarbon.	(Na HCO ₃)	0,1	0,2	1,5	3,15	1,0
Dextrosae	(C ₆ H ₁₂ O ₆)	—	1,0	1,0	1,5	1,0
Aq. dest.	(H ₂ O)	1000	1000	1000	1000	1000

ოთხი დღის განმავლობაში და შეიძლება მეტს ხანსაც (ლოკკი). ხანგრძლივი ცდის დროს საჭიროა შაქრის მიმატება, რადგან თბილისის ხლინ ცხოველთა გულის ასე დიდ ხანს არ შეუძლიან მოქმედება იმ ორგანიზული ნივთიერებებით, რომელსაც თვით გულის კუნთი შეიცავს. სხვა ნივთიერებათა მონაწილობა კუნთის მუშაობისთვის, მაგ. ცილოვანისა, ძლიერ საეჭვოა.

მექანიკურ დამაზიანებელ გალიზიანებისას, გაღვანური ნაკადის ან ტეტანური ინტექციური ნაკადის გატარებისას და ბოლოს ზოგიერთი შხამის მოქმედებისას (მაგ., ქლოროფორმით მოშხამვისას), გულის კუნთი ერთგვარი უკლორდინაციო მოქმედების მდგომარეობას განიცდის, რასაც გულის იდიო-მუსკულურ შეკუმშვას უწოდებენ. ეს იმისგან წარმოადგება, რომ გულის სხვა და სხვა ნაწილები სხვა და სხვა დროს ე. ი. შეუთანხმებლად იკუმშება.

გულის მოქმედების თეორია. გულის ცემა ავტომატურ მოძრაობას წარმოადგენს. ამ სახელს უწოდებენ საერთოდ შინაგანი გალიზიანებით გამოწვეულ უნებლიე მოძრაობათ. ცენტრალური ნერვული სისტემის დანერგვისას გულის ცემა არ შეწყდება. ამოჭრილი გული სცემს კიდევ დიდხანს. თვითველი ცემა გვიმტკიცებს, რომ ეს შინაგანი გალიზიანებანი პირდაპირ გულზე მოქმედებენ. ამ გალიზიანებათა ბუნებას დანამდვილებით არა ესცნობთ. ზოგნი ფიქრობენ, რომ ამის მიზეზი სისხლის შემადგენელ ნაწილთა გამალიზიანებელი მოქმედება უნდა იყოსო: ქინკაბადი და მასაზრდოებელი მასალა; ზოგის აზრით კი უმთავრესად ასეთ გამალიზიანებელს ნატრის და კალციის მარილი უნდა წარმოადგენდესო, მეტადრე კალციისა (Loeb, Lingle). ცნობილია, მაგ., რომ თუ ჩონჩხის კუნთი ამნაირ ხსნაში მოექცა, იგი აგრეთვე რითმულ შეკუმშვას იწყებს. ლიობის აზრით ავტომატურ აგზნებისთვის საკმარისია, რომ ნატრის იონი პროტოპლაზმის პროტეიდს შეუერთდეს. კალციის იონები მატომბა საჭირო, რომ ნატრის მომშხამველი მოქმედება გააბათილოსო. ამასთან ისიც ცნობილია, რომ სისხლი არ წარმოადგენს ავტომატიის წარმოებისათვის აუცილებელ საჭიროებას. განსაზღვრულ პირობებში ამოჭრილი და უსისხლო გულიც სცემს სრულიად წესიერად. მაშ., თვითონ გულის ნივთიერება შეიცავს ყველა იმ პირობებს, რაც ავტომატიას ესაჭიროება. საკმარისია მარტო მინერალური მარილების გატარება გულის ძარღვთა საშუალებით, რომ გულმა რამდენიმე საათს იმუშაოს ჩვეულებრივი ენერგიით და სისხრით.

გარდა კუნთისა გულში მოიპოვება სქ.ლი ნერვული ბადე. ამას გარდა გული შეიცავს ნერვული უჯრედების ჯგუფებს. ბაყაყის გულის ვენურ უბეში სდევს რემაკის კვანძი, წინაგულთა შუა კედელში — ლიუდღიგის კვანძი, წინაკულთა და პარკუქს შუა კედელში — ბიდერის კვანძი. (იხ. სურ. 25). პარკუქის კედლები მეტადრეგულის წყერით ნერვულ უჯრედებს არ შეიცავს. ამ გულსა ნერვულ კვანძებს ერთს დროს მეცნიერნი განიხილავდნ როგორც გულის ცენტრს. უკანასკნელ ხანებში უფრო დიდს როლს ნერვულ ბადეს მიაწერდნ. ბოლოს არსებობს ისეთი აზრიც, რომლის თანახმად გულის ავტომატური მოქმედება კუნთის თვისებაზე დამოკიდებული. ამნაირად არსებობს გულის მოქმედების ორნა.რი თეორია: მოიგენური და ნერვოგენული.



სურათი 25.

სურ. 25. წინაკულ ბის შუა მდებარე კედელი (1) ციმილი ნერვით და ნერვული კვანძებით. 2 — რემაკის კვანძი, 3 — ბიდერის კვანძი (V. Bez. II) და 4 — ბიდერის კვანძი (V. Bez. II) და 5 — ბიდერის კვანძი (V. Bez. II).

გულის კვანძებს რომ უნდა ჰქონდეს ერთგვარი მნიშვნელობა გულის მოქმედებაში, შემდეგი დაკვირვებებიდან გამოჰყავთ: ბაყაყის გულის რომ აპოკრის რამე ნაწილი, რომელიც ნერვულ კვანძებს არ შეუცავს, იგი საკუთარ მოძრაობას არ იკმს, რაც გინდა რომ დღი იყოს. პირიქით კვანძიან ნაწილი სულ მცირეც კი სცეხს, როგორც მთელი გული. სახელდობრ, პარკუქს რომ წვერი მოეპყათ ან მოეპყროთ ძა-

ფის გაღაქვრით, წვერი უმოძრაოდ იქნება, დანაჩენი გული კი იმოძრაებს ავტომატურად. შემდეგ, ცნობილია რომ ზოგიერთ უხერხემლო ცხოველთა გულის ავტომატური მოქმედება ნერვულ ელემენტზეა დამოკიდებული. მაგ., ერთს ობობას მსგავს ცხოველს, limulus ს, კარლოსონის დაკვირვებით გულის სიგძეზე ნერვის დერო გაუფლის, რომელიც მრავლად შეიცავს ნერვულ უჯრედებს. ეს ნერვული ელემენტი რომ წილობრივ მოშორდეს, მაშინ გულის შეფარდებული ნაწილი ავტომატურ მოქმედებას ჰკარგავს თუ კიდე მთელი დერო მოშორდა, მაშინ მთელი გული სდგება. მაგრამ აკვარი ფაქტების მიხედვით

საკითხის გადაწყვეტა შეუძლებელია. რადგან მასთან ერთად ცნობილი მრავალი საწინააღმდეგო ფაქტი. ამიტომ დღეს ნევროგენულ თეორიას თითქმის სულაც აღარ მოჰპოვება მიმდევრები. დღეს გაბატონებულია ჰეორე, მოოგენური თეორია.

მოოგენური თეორია ემყარება მრავალნაირ ფაქტებზე.

1. ზოგიერთი უხერხელო ცხოველების (მაგ. ლოკოინასი, კიბოსებრი ცხოველების) გული სრულებით არ შეიცავს ნერვულ უჯრედებს, თუმცა ავტომატურ მოქმედებას ეწევა.

2. უმაღლეს ცხოველთა ემბრიონის გული სცემს ავტომატიურად მიუხედავად იმისა, რომ ნერვულ უჯრედებს სრულებით არ შეიცავს. (ეს უჯრედები შეჰდევნევიერებიან გულში).

3. ავტომატური მოქმედების უნარი მოუგენური თეორიის მიხედვით გულის ყოველ კუნთოვან ნაწილს აქვს. ხოლო ეს უნარი უფრო მეტს ხარისხით აჩნდება წინაგულის კუნთს ვენების მახლობლად და მცტადრე სინუსების კუნთს, როგორც ემბრიონულად უფრო ნაკლებ განვითარებულ ელემენტს. ამიტომ რითმული მოქმედება იწყება სინუსებიდან. აქ აღმოცენდება ხოლმე პირველად აგზნება და შემდეგ იგი ერცეოდება მთელ გულზე, რადგან ეს აგზნება ერთი კუნთის ელემენტიდან მეორეზე გადადის თვისთვალდ უშუამავლოდ იმ ხიდაკების საშუალებით, რომლებიც გულის კუნთის უჯრედებს ერთი-ერთმანეთს ანატომიურად უკავშირებს (იხ. გვ. 97). რასაკვირველია, ამის გამო ჯერ ზახლოვესი ნაწილი—წინაგულები შეიკუნშება და მერე პარკუჭები. სინუსების ფარგალი ბაყაზე მარტო აგზნების კერას კი არ წარმოადგენს, მასვე ეკუთვნის აკ აგზნების რითმის განსაზღვრა. რა რითმითაც აიგზნება სინუსები, იმ რითმით მოქმედებს მთელი გულიც. მაშასადამე, როგორც ავტომატიზმი, ისე აგზნების გამტარებლობა გულში სწრაზმოგეს მხოლოდ გულის კუნთის სისტემით.

ნეიროგენული თეორიის ძველი დროის წარმომადგენელნი ავტომატიზმის დასაწყისად სთვლიდენ იმალაგის ნერვულ ელემენტებს, სადაც ვენები გულს ერთვის. ამ შეხედულობის დასაბუტყებლად მიჰყავდათ სხვათა შორის ძველის ძველი სტანიუსის ცდა. ბაყაის გულზე რომ ძაფი მოუჭიროთ ისე, რომ ვენური უბეები წინაგულს მოვამოროთ, ვენური უბეები განაგრძობენ ავტომატურ მოქმედებას, დანარჩენი გული კი სდგას. ანალოგიური ცდა ძეძუწოვართა გულზედაც შეიძლება ვაწარმოოთ. აქ სინუსები არ არის. მათ მაგივრობას ეგ. წოდ. sinus

venarum cavarum ასრულებს, რომელიც ემბრიონში ცალკე ნაწილს შეადგენს, მოზრდილებაში კი გულს სრულად შეერთვის. მაგრამ ამ სტანიუისის ცდას არ შეიძლება ასეთი მნიშვნელობა ჰქონდეს; ჯერ ერთი იმიტომ, რომ ამ გადაჭერის შემდგომ გულის შეყენება საბოლოო არ არის. რამდენიმე ხანის შემდეგ მთელი გულიც ავტომატურ მოქმედებას იწყებს, მაშასადამე, სინუსებისაგან სრულიად დამოუკიდებლად.

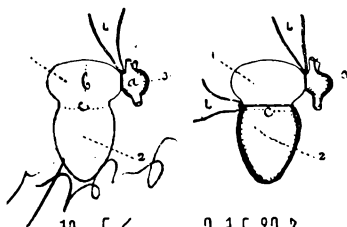
მიოგენური თეორიის მთავარ საფუძვლად უნდა ჩაითვალოს ის ფაქტიც, რომ წინაგულსა და პარკუჭსა შორის ანატომიური ურთიერთობა მხოლოდ კუნთის საშუალებით შეიძლება სწარმოებდეს, სახელდობრ იმ კუნთის ფენის საშუალებით, რომელიც ჰისმა აღმოაჩინა და ამიტომ მის სახელს ატარებს. ამ კონის მნიშვნელობა გამორკვეულია როგორც ექსპერიმენტული მეთოდით ცხოველებზედ, ისე კლინიკურით ადამიანებზედ. ჰისის კონის გადაჭრისას ან დაზიანებისას წინაგულის და პარკუჭის მოქმედების დისსოციაცია სწარმოებს, ე. ი. რითმის შეუთანხმებლობა ამ განყოფილებათა შორის. ჩვეულებრივ პარკუჭთა რითმი წინაგულისისას მისდევს. ჰისის კონის დაზიანების შემდეგ კი პარკუჭის რითმი თავისებური ხდება, მასთან უფრო ნელი. ჰისის კონა რომ წილობრივ გადიკრას, მაშინ ემჩნევა მხოლოდ გაძნელება აგზნების გადასვლისა წინა გულიდან პარკუჭზედ. ყველა ცემა კი არ გადადის წინაგულიდან პარკუჭზედ, არამედ თვითეული მეორე ან თვითეული მესამე. ამნაირი მოვლენა ბაყაყის გულზედ მაშინ შეიძლება ვინახულოთ, თუ რომ ფრთხილად მოუქერთ წინა გულისა და პარკუჭის საღვარზედ.

აღწერილი მოვლენა ნებას გაძლევს ის დასკვნაც გამოვიყვანო, რომ მართლაც ნორმულად გულის რითმი განისაზღვრება ვენების წინა გულში შესავალის თავისებური მოქმედებით. ამას ამტკიცებს შემდეგი გასკელის ცდაც: ამოკრილ გულზე ამ ადგილის გათბობა გულის ცემას აჩქარებს, გაცივება კიდე ანელებს, ამავე დროს პარკუჭზედ სითბოს მოქმედება ასეთ გავლენას არ ახდენს.

ამნაირად, გულის ავტომატური მოქმედება დამოკიდებულია წინაგულში ვენურ შესავალთა კუნთების რითმულ ავტომატურ აგზნებაზე. აქედან ეს აგზნება ვრცელდება წინაგულებზედ პირდაპირ კუნთის სისტემის საშუალებით, საიდანაც შემდეგ ჰისის კონის საშუალებით პარკუჭზედ გადადის.

სტანნიუსის ცდა დასამტკიცებლად გულის სხვა და სხვა ნაწილში სხვადასხვანაირი ავტომატიზმის უნარისა. პირველი ლივატურა (ძაფის მოქერა). გამოაჩენენ ბაყაყის გულს და ზერკის მხრიდან შემოავლებენ ძაფს სწორედ იმ ალაგას, სადაც თეთრი საზაზღვრო ზოლი მდებარეობს სინუსებისა და წინა გულს შორის; მერე მაგრად გაუქერენ ძაფს ცუტა ამ ზოლის ზემოთ. (იხ. სურ. 26). ამის შემდეგ სინუსები განაგრძობენ ცემას, როგორც უფრო ებრიონული ტიპის კუნთი, წინაგული და პარკუჭი კი გაჩერებულია, რადგან სინუსებიდან აგზნების გადასვლა წინა გულში დაბრკოლებულია ლივატურის მიერ. ამ პრეპარატით სარგებლობენ გულის კუნთის თვისებების შესასწავლად: ფარული პერიოდისა, გულის მოქმედებისა გალიზიანების თვისების და ინტენსივობის მიხედვით.

მეორე ლივატურა. შემოავლებენ ძაფს წინაგულების და პარკუჭის საზღვარზე და გაუქერენ ამ საზღვარს ზემოდან. (სურ. 26). ამას მოჰყვება წინაგულების და პარკუჭის მოქმედება, როგორც გულის კუნთის გალიზიანების შედეგი, ხოლო მათი რითმი ერთი არაა.



სურათი 26.

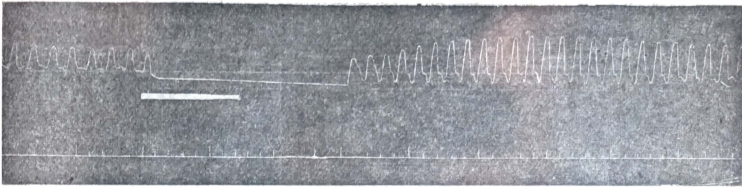
სურათი. 26. **სტანნიუსის ცდა** ბაყაყის გულზე. პირველი და მეორე ლივატურა. 1 - წინა გულები, 2 - სინუსები, 3 - პარკუჭი (Nedun).

10. ნერვული მექანიზმები გულის მეშაობის მოსაწესრიგებლად.

გულის მეშაობა ექვემდებარება ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედებას. ამაზე უჩვენებს სხვათა შორის აფექტების დროს გულის ცემის ცვლილება.

N. vagus-ის შემაყვებელი მოქმედება. პირველად პირდაპირი დამტკიცება იმისი, რომ ნერვებიც მოქმედობს გულზე ძმ. ვებერგებმა (1844) მოგვცეს. მათ გვაჩვენეს, რომ ცთომილ ნერვთა გალიზიანება სან და მათი ბირთვების მოგვით ტვინში გულის ცემას ანელებს, და კიდევაც სრულიად შეაყვებეს, თუ გალიზიანება ჩვეულებრივ იყო. ეს მოვლენა დადასტურებული იყო ყველა ცხოველთა მიმართ. (იხ. სურ. 27). ამასთან, ამფიბიებსა და რეპტილიებზე გულის ცემის შეაყვება გრძელდება ხოლომე უფრო მეტ ხანს, ვიდრე გალიზიანება. ზოგჯერ ისე ხდება რომ ხანგრძლივი გალიზიანების შემდეგ გულის შეაყვება რამდენიმე საათს გრძელდება. თბილისისხლიან ცხოველთა გული კი ძლიერ მცირე ხანს შეაყვდება, ჩვეულებრივ ერთს წამამდე, ძლიერ იშვიათად

ორ წამს. მაგრამ თუ გალიზიანება შეუწყვეტლივ აწარმოვებს, რითმის განელებამ შეიძლება რამდენიმე საათსაც გასტანოს.



სურათი 27.

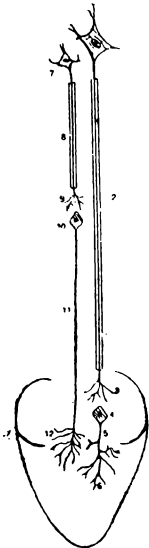
სურ. 27. შემაკავებელი მოქმედება n. vagi-sympathicus-ისა გულის ცემაზე. (ბაყაყი). ეს ნევი. ლიზიანდება დიდი ინტენსიობის ინდუქციური ტეტანიზაციით. გალიზიანების დროს და ცოტა მის შემდეგ გულის ცემა შეკავებულია, ხოლო შემდეგ იწყება გაძლიერებული გულის ცემა, როგორც შედეგი n. sympathicus-ის გალიზიანებისა (Pembrey და Phillips)

ცთომილი ნერვი ეკუთვნის ავტონომიურ სისტემას, სახელდობრ მის პარასიმპატიკურ ნაწილს. თანახმად ამისა ცთომილი ნერვი პირდაპირ გულის კონტრაქციას არ თავდება, არამედ გულის კვანძების ნერვულ უჯრედებში. (იხ. სურ. 28). ამიტომ, ცხადია, ცთომილი ნერვის შემაკავებელი მოქმედება ამ ნერვულ უჯრედების საშუალებით სწარმოებს. მაშასადამე, ცთომილი ნერვი წარმოადგენს ავტონომიური სისტემის პრეგანგლიურ ნერვს. ამას ამტკიცებს ცნობილი ნიკოტინური ცდა. ნიკოტინით გულის მოშავება (რამდენიმე წვეთი 1% იანი ხსნილისა) სპობს ცთომილი ნერვის მოქმედებას გულზე, რაც უნდა მიეწეროს, გულის კვანძის სიღამბლეს ნიკოტინის გავლენით.

ცთომილი ნერვის გალიზიანება გულის დიასტოლის პერიოდში აკავებს. გახსნილ გულზე დაკვირვებით დაფრწუნდებით, რომ შეკავებისას გული სრულიად მოდუნებულია. გულის მოცულობა ამასთან ძლიერ მატულობს, რადგან ვენური სისხლი შესვლას ჯანაგრძობს, მისი დაცარიელება კი არ სწარმოებს.

ცთომილი ნერვების საშუალებით გული განუწყვეტლივ იღებს შემაკავებელ იმპულსებს. ეს იქიდან სჩანს, რომ ამ ნერვების გაღაჭრისას გულის ცემა ხშირდება. ამიტომ ფიქრობენ, რომ ცთომილ ნერვებს ერთგვარი ტონუსი აქვს. ამიღ. ის უნდათ სთქვან, რომ გული

განუწყვეტლივ განიცდის ამ ნერვების მხრივ მოქმედების გამაზომიერებელ ე. ი. შემაკავებელ გავლენას. ახლად შობილთ ეს ტონუსი არა აქვთ, მათი პულისი, როგორც ვიცით, უმეტესად ხშირია, თუმცა ცოთმილ ნერვის გაღიზიანება მათშიც გულს აკავებს.



სურათი 28.

სურ. 28. გულის ნერვების დიაგნოზა. 1. ცოთმილ ნერვის კენჭოვანი უჯრუდი მოცობი ტენიში 2. მილინიანი შემაკავებელი ძაფი. 3. მისი დაბოლოება გულის წერტილში 4. 5. პოსტგანგლიონური უმცირესი დაბოლოება (6) გულის კუნთის ძაფში. 7. ამქვეყნული ნერვის ცენტრალური უჯრუდი. მისი მიღიზიანება (8) თერაპიუსთიმულირება-ში. 9. ამ ძაფის დაბოლოება (10) გ. splanchnic-ის ნერვულ უჯრუდთან. 11. პოსტგანგლიონური უმცირესი ძაფი და მისი დაბოლოება (12) გულის კუნთის ძაფში. გულს აჩვენებთა მრგვალია შემოხაზულობით. (Pembrey და Phillips).

ცოთმილ ნერვთა ტონუსი ზოგჯერ მცირეა, ზოგჯერ სრულიად ისპობა. ასეთი ცვლილება შეიძლება იყოს რეფლექსური. მაგ., ფილტვების ხელოვნურად გაბერისას ან გაძლიერებულ სუნთქვისას ტონუსი მცირდება, პირიქით, ზოგიერთი მგრძობაირ ნერვების გაღიზიანებისას ტონუსი მატულობს, გულის ცემა კიდევ ნელდება (ცოთმილ ნერვთა რეფლექსური აზნება). მეტადრე ძლიერ გავლენას ქონულობს სამწვერა ნერვის ქიმიური გაღიზიანება ცხვირის ლორწოვან გარსში (ამჟონიის შესუნთქვა

ან ქლოროფორმისა) და მუცლის სიმპატიკური ნერვის მექანიკური გაღიზიანება. აქედან წარმოსდგება, რომ ბაყაყე და ძუძუმწოვარებზე შიგნულობათა შეჩხევა ან და მოჭერა გულის ცემას შეაყენებს ან და გაანელებს. (გოლციის ცდა). ფიქრობენ, რომ უეცარი სიკვდილი შიგნულობათა ოპერაციის დროს დამოკიდებულია ამავე გარემოებაზე (გულის სიდაბლზე). მეტადრე ძლიერ აიგზნება ცოთმილ ნერვთა ბირთვი მოგრძო ტენიში დისპნოეს (dyspnoe) დროს ე. ი. როდესაც არტერიული სისხლი ჟანგბადს საკარისად არ შეიცავს სუნთქვის გაძნელებისა გამო. ამიტომ სუნთქვის შეყენებისას გულის ცემა ნელდება (პულსის დისპნოეური განელდება). ორივე ცოთმილი ნერვის გადაჭრის შემდეგ სუნთქვის შეყენება გულის ცემას არ ანელებს. ცხადია, სუნთქვის შეყენე-

ბისას ცთომილ ნერვთა აგზნება სწარმოებს. ასფექსიის უკანასკნელ ფაზებში ცთომილ ნერვთა ბირთვი მოგრძო ტვინში დამბლდება, ცოტა დაგვიანებით დამბლდება თვითონ გულიც.

ცთომილ ნერვთა ცენტრზედ რეფლექსურად მოქმედობს აგრეთვე ქალას შიგნითა წოლის მომატება. ამ პირობებში გულის ცემა ნელდება. ასე ხდება ქალას შიგნით დასივებისა გამო, სისხლის ჩანთქევისა და ექსუდატების წყალობით (ტვინის გარსების ანთებისას). ამიტომ გულის ცემის განელება თთვლება ქალას შიგნითა წოლის მატების ნიშნად. ასევე მოქმედებს სისხლის წოლის მატება მიმოქცევის წრეში ან და მარტო ტვინის ძარღვებში. ამით აიხსნება გულის ცემის ცვლილება სხეულის მდებარეობის მიხედვით. ცხადია, **ცთომილ ნერვთა სარეგულიაციო მოქმედების წყალობით ორგანიზმი თავიდან იცილებს სისხლის წოლის მეტის მეტად აწევის სახიფათო შედეგებს, რადგან გულის ცემის განელება სისხლის წოლას ძირს დასწევს.**

შხამთა მოქმედება გულზე. ზოგიერთი შხამი გულზედ ცთომილ ნერვთა საშუალებით მოქმედებს, ან მათი აგზნებით ან და მათი დადამბლებით; **ატროპინი**, მაგ. ადამბლებს ცთომილ ნერვთა გულის დაბოლოებათ. ამის გამო ცთომილ ნერვთა ტონუსი ისპობა და გულის ცემა ხშირდება. ამის გარდა, ცთომილ ნერვთა პირდაპირი გაღიზიანება გულის განელებას აღარ იწვევს. პირიქით, **მუსკარინი** ცთომილ ნერვთა დაბოლოებათ აღიზიანებს. ამით გამოიწვევს გულის ცემის განელებას და ხან შეყუენებასაც. **ატროპინი** სპობს მუსკარინის აშნაირ მოქმედებას.

ნიკოტინი თავდაპირველად აღიზიანებს ცთომილ ნერვს, რის გამოც გულის ცემა ნელდება; მაგრამ შემდეგში ამ ნერვს ადამბლებს და მით გულის ცემა ხშირდება.

დიგიტალინი, სტროფანტინი და ადრენალინი კიდევ გავლენას ცთომილ ნერვთა ცენტრზედ ქონულობს.

სიმპატიკური ნერვული სისტემის მოქმედება გულზედ. ზოგიერთი ტოტი ამ სისტემისა ცთომილ ნერვთან შედარებით გულზე უკუღმა მოქმედობს. ამ ტოტებს *nervi accelerantes*-ს უწოდებენ, რადგან ისინი გულის ცემას ახშირებენ (ციაონი). ამ ტოტებში მონაწილე ძაფები აგრეთვე მოგრძო ტვინში წარმოიშეება. მათი გზა ზურგის ტვინში და მის გარეთ დანამდვილებით ცნობილია. ზურგის ტვინიდან გულის ამჭარებელი ძაფები გამოდის პირველი სამი გულმკერდის ნერვების საშუალებით პრეგანლიური ძაფების სახით. შემდეგ ისინი

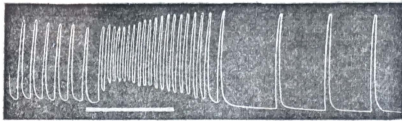
ნი ერევიან ქვემო ყელის და ზემო გულმკერდის ავტონომიურ კვანძებს; სადაც ისინი გასწყდებიან; აქედან იწყებიან პოსტგანგლიოური საგულე დაფები; ესენი გაივლიან რა წინასწარ უმთავრესად *ansa subclavia*-ით მიიმართვიან *nervus accelerans*-ის სახით *plexus cardiacus* კენ, რომლის საშუალებით გულს მიახწევენ. ამ ნერვის ქარაქტერულ თავისებურებას ის შეადგენს, რომ მას ტონური გავლენა არა აქვს; მისი გადაჭრა გულის ცემის რითმს არა სცვლის. შემდეგ ამ ნერვების ელექტრული გაღიზიანება გამოიწვევს ეფექტს დაგვიანებით იგი გრძელდება დიდხანს გაღიზიანების შემდეგ. მაგრამ აქნობამდის სადავოა ის საკითხი, არსებობს თუ არა ცთომილ და *accelerans*-ს შორის სრული ანტაგონიზმი ე. ი. შეიძლება თუარა ერთის მოქმედებით მეორეს მოქმედების გაბათილება. შესაძლებელია, რომ ამქარებელი ნერვების საშუალებით ხდება ის, რომ ზოგიერთი აფექტის დროს, როგორც ნაღვლიანობა და სიხარული, გულის ცემა ხშირდება.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ ცთომილ ნერვთა ღეროში არსებობს ძარღვების შემავიწროვებელი ნერვული დაფები, ანქარებელ ნერვთა ღეროში კიდე ძარღვის გამგანიერებელი დაფები საკუთრივ გულის კვლევის სისხლის ძარღვებისთვის. (პოტტერი, მაასი). ეს ძარღვებზე მომქმედი დაფები, რასაკვირველია, აგრეთვე იწვევს გულის მოქმედების ცვლილებას.

ცთომილი ნერვების ამქარებელი მოქმედება. ამ ნერვების მოქმედება არ განისაზღვრება გულის ცემის განელეებით და შეკავებით. ისინი შეიცავენ აგრეთვე ისეთ დაფებს, რომლებიც პირიქით გულის აჩქარებას იწვევს. სიხელდობრ, რომ მოვსპოთ ატროპინის ან ნიკოტინის საშუალებით ცთომილ ნერვთა შემაკავებელი მოქმედება, მაშინ ამ ნერვების გაღიზიანება გულის ცემის აჩქარებას იწვევს.

სწორედ რომ სთქვამთ ცთომილი ნერვის გულის ტოტი მუდამ იერთებს სიმპატიკურის სისტემის ამქარებელ დაფებს (პოსტგანგლიურს) და ამიტომ მისი გაღიზიანების ეფექტი შერეულია: ერთის მხრივ იგი შეკავებას და მეორე მხრივ კიდე აჩქარებას იწვევს. როგორც ვეღდენსკის ცდებიდან სჩანს, გაღიზიანების ინტენსივობა-სიზშირე შეიძლება ისე განსაზღვროთ, რომ იგი მხოლოდ აჩქარებას იძლეოდეს. ჩვეულებრივ კი თვითეულ ცდას ორივე ეფექტი მოსდევს: ჯერ შეკავება მერე გაღიზიანების შემდეგ აჩქარება. (სურათი 29.) ამ გარემოებისა გამო გულის ტოტს ცთომილ ნერვიდან უფრო სამართლიანად *vago-sympathicus* უნ-

და ერქვას. (Pembrey). ამ შერეული ნერვის სიმპატიკური ძაფები სწყდებიან *g. stellatum*-ში და ქვედა ყელის სიმპატიკურ კვანძში.



სურათი 29.

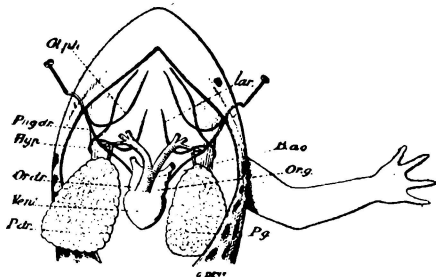
სურათი 29. ბაჟაყის გულის ცემაზე *vagus-sympathicus*-ის სუსტი ელექტრული გაღიზიანების გავლენა. გაღიზიანების ხანგრძლივობა თეთრი ზაზითაა ნაჩვენები. მოჩანს უა-

რული პერიოდი, აჩქარება, ტონუსის გაძლიერება და შემდეგ მოქმედება გულის ცემის განვლებების სახით (Pembrey და Phillips).

ენ გ ე ლ მ ა ნ ის აზრით გულის ცთომილი ნერვის ანუ სწორედ *vagus-sympathicus*-ის ფუნქცია არ განისაზღვრება ზემოხსენებულით. იგი მოქმედობს აგრეთვე გულის აგზნებულებაზე და აგზნების გამტარებლობის სისწრაფეზე. თანახმად ენ გ ე ლ მ ა ნ ის დაკვირვებისა, უნდა გავარჩიოთ ვაგო-სიმპატიკური ნერვის რვა ნაირი ფუნქცია და ამისდა შესაფერად იგი უნდა შეიკავდეს რვა ნაირი ძაფეებს: 1) **ქოროტატორულ** ძაფებს, ზოგი მათგანი შემაკავებელია, ზოგი ამჩქარებელი; 2) **ინოტატორულ** ძაფებს, რომლებიდანაც ერთი წილი გააძლიერებს გულის შეკუმშვის, მეორე კიდე დაასუსტებს; 3) **დრომოდორულ** ძაფებს-გავლენა აგზნების გამტარებლობაზე ქონულობს, ან მას ანელებს ან და ასწრაფებს; 4) **ბატ-მოტატორულ** ძაფებს, რომლების ერთი წილი ამაღლებს გულის კუნთის აგზნებულებას, მეორე კიდე შეამცირებს.

ორგანიზმი უეჭველია ხშირად სარგებლობს შემაკავებელი და ამჩქარებელი ნერვების მომწესრიგებელი მოქმედებით. ამიტომ აღიძრა საკითხი იმის შესახებ. აუცილებელიც საჭიროა თუ არ ამ მექანიზმის მოქმედება ცხოველის სიცოცხლისთვის. ფ რ ი დ ე ნ ტ ა ლ მ ა ე ს საკითხი გადაწყვიტა ასე. მან გადუქრა ძალს და შინაუ კუროდღელს ყველა საგულე ნერვები. დაოპერაციებული ცხოველები დიდხანს ცოცხლობდნენ სრულიად ნორმალური მდგომარეობით რომელიმე ფუნქციური მოქმედების მოუშლელად. ხოლო, თუ ძალას ატანდნენ ძალს მეტი სამუშაოთი, მაშინ შეიძლება შევჩინათ, რომ ოპერაციის შემდეგ კუნთის მოქმედების უნარი მეტად შემცირდა. თუმცა გამორკვეული არ იყო თუ რაზედ იყო დამოკიდებული ეს მოვლენა: საჩვეულოა ცოცხალი ნერვების მოსაპოპოზება, თუ გულის ძარღვთა ნერვების გადაჭრაზე.

1. N vagus-ის მოქმედების დაკვირვება ბაყაყის გულზე. ბაყაყს გამოუჩენენ გულს. უპოვიან n. vagosympathicus-ს ან ერთს ან ორივე მხარეზე და გაანთავისუფლებენ გარემო ქსოვილებისაგან. ერთს ამოსდებენ პლატინის ელექტროდებს. გულის ცემას კიმოგრაფზე დასწერენ. N. vago-sympathicus-ის მღებარეობა მოცემულია მე-30 სურათზე. ამით ხელმძღვანელობენ ოპერაციის დროს.



სურ. 30. ბაყაყის გულის ნერვები. gl. ph—n. glosso-pharyngeus; Pngdr—vago-sympathicus; Hyg—hypoglossus; Org—წინაგული (მარცხენა); Ordr—წინაგული (მარჯვენა); Vent—პარკუჭი; Pdr—ფილტვი; Baa—Bulvus aortae; lar—laryngeus (Morat და Doyon).

ა. ალიზიანებენ ნერვს სუსტი ინდუქციური ნაკადით; გულის ცემა გაწვლდება, ე. ი. გულის ცემის პაუზა გაგრძელდება მაგრამ შეიძლება გულის ცემის აჩქარებაც მოხდეს, თუ გალიზიანება შედარებით უფრო სუსტია (სიმპატიკური ნერვის გავლენა.)

ბ. გააძლიერებენ გამალიზიანებელ ნაკადს: ჯერ გულის ცემა ძლიერ იშვიათდება, მერე სრულიად შედგება დიასტოლის ფაზაში. გალიზიანების შემდეგ გულის შეკავება კიდევ რამდენიმე ხანს გრძელდება. შეკავების შემდეგ გული სკეშს უფრო აჩქარებით და უფრო ძლიერ (სიმპატიკური ნერვის გალიზიანების გავლენა).

2. გულის რეფლექსური შეკავების დაკვირვება ბაყაყზე. ბაყაყს გამოუჩენენ შიგნეულობას (ცაბდის ერთი საათის წინ (გამშალა შიგნეულობა უფრო მგრძნობიარეა). ბაყაყი გაკრულია გულაღმა. ა) ჯერ გაითვალისწინებენ, წუთში რამდენი გულის ცემა მოდის. მერე ფრთხილად ასწვენ-დასწვენენ შიგნეულობით და დააკვირდებიან გულს; მისი ცემა განელდება. ბ) თუ კიდევ დაატრეყს სკალპელის ტარი ამ შიგნეულობათ (ნაწლევებს, კუჭს), მაშინ გული შესდგება დიასტოლის ფაზაში. რამდენიმე წუთის შემდეგ ხელახლად იწყებს ცემას.

გ. გადასჭრიან ცოთმილ ნერვს ორივე მხრიდან. ამის შემდეგ დარტყმა აღარ გამოიწვევს გულის შეკავებას.

3. გულის მამოძრავებელი ნერვების მოქმედების დადასტურება ძაღლზე. ნარკოზი; ტრახეოტომია—ხელოვნური. სუნთქვა; კურარე 1% ვენის საშუალებით ან დეცერებრაცია უმოძრაობისათვის. გულმკერდის გახსნა და გულის გამოჩენა. რომ სისხლის დანთქვა თავიდან ავიცილიათ გულმკერდის გაჭრამდე ძაღვ უნდა გადუქტიროთ art. mammaria ს, subclav.-ს, transversa colli-ს და მსხვილ ვენურ ძარღვებს. მათი გამოჩენა ადვილია, თუ გარეთა საძილე ვენას

მივეყებით, რომელსაც წინასწარ აგრეთვე ძაღს უჭერენ. ამას გარდა უპოვიან გულმკერდის ღრუში *ansa Vieussenii* (gang. stellatum), და ძაფზე იღებენ მის ირგვლს და მეორე ტოტს ზურგის ტვინიდან მომავალს და 1—2 ტოტს გულისკენ მიმავალს (იხ. სურ. 30), რომელნიც გულის ცემის ამჩქარებელ ძაფებს შეიცავენ.

მარჯვნივ გადაჭრილია ცთომილი ნერვი, მის ორივე ნაჭერს ძაფი აქვს მიბმული. გულის ზედაპირს ჩანგალი აქვს ამოღებული, რომელიც ძაფით საწერავ მოოგრაფთან არის შეკავშირებული გულის ცემის დასაწყრად. გული უნდა იყოს ისეთ პირობებში რომ იგი ზედმეტად არ გაიციოდეს, თორემ მისი ცემა შესდგება (თბილი ოთახი, გამთბარი (35°C.) ფიზიოლოგიური ხსნილის მუდმივი სხმა).

ა. ჯერ დასწერენ ცთომილი ნერვის სახლურბლე გალიზიანების (ინდუქციური ნაკადი) ეფექტს: პულსის განელება, რომელიც სწრაფად გალიზიანების შემდეგ გასწორდება.

ბ. ცთომილი ნერვის მძლავრი გალიზიანება, რომელიც გულის შეყენებას გამოიწვევს.

გ. ამჩქარებელთა ტოტების გალიზიანება, რომელიც რითმის გაზშირებას გამოიწვევს. ეს გაზშირება გალიზიანების შემდეგაც გრძელდება: იგი თანდათანობით ისპობა 1—2 წამის განმავლობაში.



სურ. 31.

სურ. 31. ძაღლის გულის ნერვები *Ellenberger* და *Baum*): a—vagus და sympathicus შეერთებული; b—vagus; c—შემავრებული ტოტი vagus-სა და ყელის ქვემო სიმპატიკურ კვანძს შორის; d—rami cardiaci vagi; e—plexus cardiacus; f—n. recurrens; g—plexus pulmonalis; l—ქვემო ყელის კვანძი; m—ansa Vieussenii; n—პირველი გულმკერდის კვანძი (stellatum); o—მისი rami commun. უკანასკნელა ყელის ნერვებისკენ; p—მისი r. commun. ორველ და მეორე ზურგის ნერვისკენ; q—r. cardiacus g. stellati; r—გულმკერდის სიმპატიკური ნერვის წველი; s—მისი r. commun. საზურვეტივო ნერვებისკენ; s'—ნევენთა შუა ნერვები; v—h. phrenicus; 16—გული; 17—a. anonima; 18—a. subclavia sinistra; 19—აორტა.

ა. ცთომილი და ამჩქარებელი ნერვი ერთ დროს ღიზიანდება: გალიზიანების დროს გულის ცემის განელება სწარმოებს, მის შემდეგ კიდე იგი ჯერ ამჩქარებული რითმით სცემს, შემდეგ ნორმას უბრუნდება.

ე. ყველაზე მსხვილი ამჩქარებელი ტოტის გალიზიანებამ შეიძლება მოიცეს მხოლოდ ცემის გაძლიერება, რითმი კი უცვლელად დარჩეს.

11. ძარღვებში სისხლის დენის მამოძრავებელი ძალები.

არტერიებში სისხლის დენა. სისხლის ძარღვები წარმოადგენს ელასტური მილების ძლიერ გაზოტვილ სისტემას, სადაც სისხლი მოძრაობს. ყველგან სისხლი მიემართება არტერიებიდან ვენებისკენ. ვენებში სისხლი გულისკენ მოდის, არტერიებში კიდე უკუქცევითი მიმართულებით ე. ი. გულიდან. ამაში აღვიღოდ შეიძლება დაერწმუნდეთ ძარღვის მოჭერით: არტერიებში სისხლი გუბდება გულის მხარეზე, ვენებში კიდე—მეორეზე.

არტერიების დაზიანებისას სისხლი გადმოჩქეფს, რომლის ინტენსივობა სისტოლის დროს მატულობს. ვენიდან კიდე სისხლი გამოდის ნელა და თანასწორ ზომიერად. ეს გაჩევა იმაზე დაშოკიდებული, რომ სისხლის წოლა არტერიებში მაღალია, ვიდრე ვენებში. სწორედ ამის გამოა, რომ არტერიებიდან სისხლი ვენებში გადადის.

არტერიების და ვენების სისხლის წოლის სხვადასხვაობა წარმოდგება გულის მუშაობიდან, რომელიც სისხლს არტერიებში მიერეკება და თავის ღრუში ვენებიდან მიმღებლობს. როდესაც გული ჩერდება, ჯერ წოლა თანასწორდება და ამატომ არტერიებიდან სისხლი ვენებში გადადის. როდესაც წოლა თანასწორდება, სისხლის მოძრაობა ისპობა.

სიკვდილის შემდეგ ჯერ ამნაირი სისხლის წოლის გათანასწორება ხდება; მაგრამ შემდეგ არტერიების კედლებში გულის მხრიდან გაირბენს ხოლმე შეკუმშვის ტალღა, რომელიც სისხლს ვენებისკენ მიერეკება. ამიტომ არის, რომ გვამებში არტერიები ცარიელია, ვენები კიდე სისხლით საესება.

სისხლის დენის განუწყვეტლობა. გული რითმულად მუშაობს, სისხლის დენა კი მუდმივია. ამის მიზეზია, ჯერ ერთი, ის დაბრკოლებას, რომელსაც სისხლის პატარა არტერიები და კაპილარები განიცდის; მერე, არტერიების ელასტობა. არტერიებსა და ვენებს შუა რომ კაპილარული დაბრკოლება აო იყოს, თვითველ სისტოლისას სისხლი ვენებიდან იმავე რაოდენობით გამოვიდოდა, რამდენიც გულიდან არტერიებში შედის; დიასტოლის დროს სისხლის დენა შესწყდებოდა. კაპილარული დაბრკოლება ანელებს, აგრძელებს სისხლის განვლას; ამასთან, სისტოლის დროს გამოსროლილი სისხლი გასკიპავს ძარღვის კედ-

ლებს მათი ელასტომისა გამო; დიასტოლის დროს ეს კედლები უკან შეიწევა და მით განაგრძობს სისხლზე წოლას.

ამაირად გულის სისტოლური წოლა გრძელდება გულის მოსვენების დროსაც. ამის შედეგია, რომ სისხლის დენა მუდმივია და მხოლოდ პულსი, ე. ი. წოლის და სისწრაფის მიმატება, რომელიც მსხვილი არტერიებში სისტოლის დროს სწარმოებს, მოგვაგონებს ხოლმე გულის პერიოდულ მოქმედების შესახებ.

შეიძლება გვეფიქრა, რომ სისხლის მოძრაობაში მონაწილეობას ღებულობს აგრეთვე ძარღვის კედლების შემკუშველი ელემენტები, ცნობილია, რომ ძარღვთა კედლის საშუალო ფენა სადა კუნთისგან შესდგება. ამ კუნთების მეტი წილი რგოლისებრ კონებს შეიცავს, ასე რომ მათი შეკუმშვა ძარღვის სანათურის შევიწროვებას გამოიწვევს. ამ კუნთებში თავდება ძარღვების მამოძრავებელი ნერვები. საზოგადოდ მიღებულია, რომ ძარღვთა მუსკულატურა უმთავრესად სისხლის სხეულში განაწილებას ემსახურება, და აგრეთვე სისხლის კალაპოტის მოცულობის სისხლის რაოდენობისადმი შეფარდებას (იხ. ქვემოთ). მაგრამ, არტერიებზედ შეიძლება შევამჩნიოთ თავის ნებითი რითმული შეკუმშვა, გულიდან დამოუკიდებულად (ეს, მაგ., კარგად სჩანს შინაური კურდღლის ყორზედ); ამიტომ შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ეს შეკუმშვა გულის მუშაობას შეეღოს, ე. ი. არტერიები აძლავებს სისხლის დენას თავის სისტოლის და დიასტოლის წყალობით.

სისხლის დენა კაპილარებში და ვენებში. იგივე ძალა, რომელიც სისხლს არტერიებში ერეკება, მოქმედობს აგრეთვე კაპილარულ ბადეში. მაგრამ უკვე წვრილ არტერიებში აღარ სჩანს გულის პულსაცა, კაპილარებში ხომ ყოველივე მისი ნიშანი ისპობა. როგორც მიტროსკოპით გამოკვლევა გვაჩვენებს, კაპილარებში სისხლის დენა სრულიად თანასწორობითაა, მხოლოდ ავადმყოფობისას შეიძლება კაპილარული პულსიც ვინახულოთ. სულ უწერილესი ძარღვებიც კი, რომელთა კედელი ერთფენიან ენდოტელისგან შედგება, შეკუმშვის მოვლენას გვაძლევს; ამ მოვლენის მიზეზი ის უნდა იყოს რომ ამნაირ ძარღვებსაც კი აქა-იქ აქვს შემკუშველი ელემენტი.

მამოძრავებელი გულის ძალა თითქმის ბოლომდის იხარჯება კაპილარების დაბრკოლების დასაძლევად, ასე რომ ვენებში სისხლის სადენად ეს მამოძრავებელი ძალა ძლიერ მცირედ გადადის. მაგრამ, ვენებში საკუთარი მამოძრავებელი ძალა ჩნდება, ამ მხრივ დიდი მნიშვნელობა

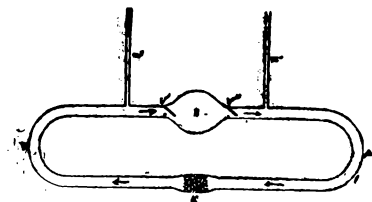
აქვს გულის შემსრუტავ მოქმედებას, რომელიც, როგორც ვნახეთ, დია-სტოლის დროს იბადება. უფრო მეტი მნიშვნელობა აქვს გულმკერდის უარყოფით წოლას. ყველა ორგანოები გულ მკერდის ღრუში ფილ-ტრების გარეშე მოგანიცდის ატმოსფერულზე ნაკლებ წოლას. ეს წოლა ცვალებადობს სუნთქვის მიხედვით: შესუნთქვისას იგი უფრო მცო-რე უნდა იყოს, ვიდრე ამოსუნთქვისას. ამით აიხსნება შემსრუტავი მოქ-მედება, რაც ყველაზე მეტ გავლენას თხელ-კედლებთან ორგანოებზე ახდენს: ვენურ ძარღვებზე და წინაგულზე. ამის გამო ვენური სისხლი განუწყვეტლივ მიიწოვება გულმკერდის ღრუში.

შემდეგ, ჩონჩხის კუნთების შეკუმშვა აგრეთვე შეეწივს ვენებში სისხლის დენას. ამის წყალობით ვენებში სისხლი გუბდება და დიდ წოლას განიცდის; იგი ეძებს გასაღას და ვენური სარქველების (კლავი-ნების) თავისებური მოწყობილების გამო გულის მიმართულებით ისწრა-გვის. ვენური სარქველები მეტად ბევრია კიდურებში და სწორეთ ამ კიდურების კუნთებს ყველაზე მეტი მუშაობა მოსდით. ამიტომ არის რომ კიდურების უმუშაობისას ვენური სისხლი შეყენდება კიდურებში; ამის გამო ვენები იბერება (ვენური კვანძები). განუწყვეტელი კუნთის შეკუმშვა ასუსტებს სისხლის დენას, ამიტომ ყველაზე უფრო სისარ-გებლოა მუშაობისა და მოსვენების მორიგეობა. ამაზე დამყარდება კუნ-თების რაციონალური ვარჯიშობის ხელშეწყობა გავლენა სისხლის მიმოქცევაზე. აქედანვე სჩანს, რომ აგრეთვე გონიერი გიმნასტიკა სასუნთ-ქვო აპარატის ვენებში სისხლის დენას ხელს უნდა უწყობდეს და მასთან აუკეთესებდეს სისხლის მიმოქცევის ყველა პირობებს.

დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე სხეულის მდებარეობას (ბრაუ-ნ ე) სხეულის ჰორიზონტალ მდებარეობაში ვენების კედლები მოდუ-ნებულია, გაშლილ-გასწორებულ მდებარეობაში კიდე ისინი იჭიმებიან და მიიწოვენ სისხლს. ამიტომ როდესაც ადამიანი წამოდგება დიდი ხნით საწერავ მავიდაზე მუშაობის შემდეგ, იგი იზმოვრება: ღრმად სუნთქვას, ხელებს, ზურგს და ფეხებს შლის და ამით უნებლით სპობს ვენებში სისხლის შეყენებას.

 სისხლის მიმოქცევის განმარტება ვებერის სქემის საშუალებით. ეს სქე-მა ცოტაოდენი ცვლილებით მოცემულია 32 სურათზე. კაუჩუკის ბუშტი H შეუ-ფარდდება გულს, V¹ და V²—გულის შესაღალ და გასაღალ სარქველს. კაუჩუკის მილი A გამოზატავს არტერიულ სისტემას, V—ვენურ სისტემას. ორივე მილს გაკეთებული აქვს ვერტიკალური შუშის მილი (m¹ და m²) წოლის გასაზომად.

ჩ ალნიშნავს იმ ალაგს, სადაც შუშის ლულა ღრუბლის ნაპერით არის გატენილი; იგი წარმოადგენს კაპილარული ბადის მსგავს დაბრკოლებას. მთელი სისტემა წყლითაა ჭავსე. კაუჩუკის ბუშტის რომ ღრო გამოშვებით მოუკიროთ ხელი, მივიღებთ წარმოადგენას გულის საჩქველთა მუშაობის შესახებ. თვითეულჯერ წყლის დონე m^2 —მილში აიწევს, m_1 —მილში კიდევ დაიწევს: აბის შესაფერისად არტერიული მილის A-ს კედელი სულ უფრო და უფრო იკუმება. ვენური V-ს კედელი კიდევ ღუნდება. მაშასადამე, გულის მუშაობის გამო არტერიებში წოლა უფრო მეტი უნდა იყოს, ვიდრე ვენებში. ასე ხდება ჩ დაბრკოლების გავლენის გამო. დისკრალური პაუზის დროს A-ს წოლა ეცემა. V-ში კიდევ მატულობს, ე. ი. სითხე მიმდინარეობს A-დან V-სკენ მიუხედავად იმისა, რომ გულის მუშაობა შესწყდა. ამ მიმდინარეობას ადვილად დავინა ამო, თუ წყალს რამე მსუბუქ ფხვნილს შეურევთ: მიუხედავად გულის რითმულ მუშაობისა წყლის დენა მუდმივი იქნება. კაუჩუკის ბუშტის მოკერის შემდეგ სითხეს დენა გრძელდება იმ დრომდე, ვიდრე წოლა m_2 —მილში არ გაუთანასწორდება m_1 —მილის წოლას.



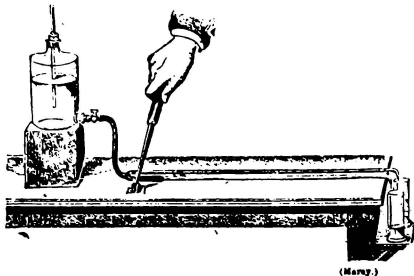
სურ. 32. ვენების სისხლის მიმოქცევის ხემა (ცუნც-დუნცადან).

ძარღვის ელახტური თვისების გათვალისწინება სისხლის მიმოქცევის მიმართ. ორი ლულა ერთი მეტრის სიგძისა, ერთი ელახტური კაუჩუკისა და მეორე შუშის ლულა, შეერთებულია ერთ მხარე.

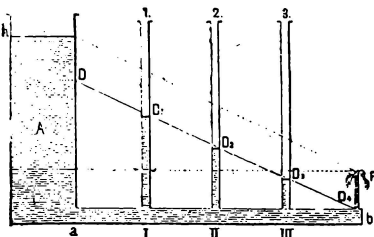
გზა და მერე ამ მხრით უერთდება მაღლად შედგომილ ბოთლს. როგორც ეს მე-33 სურათზეა ნაჩვენა. ორივე ლულას შუშის კაპილარული ბოლო აქვს. ბოთლში წყალია ჩასხმული და ონკანის საშუალებით უშვებენ აღნიშნულ ლულაშით ვარეთ. თუ წყლის დენას ამ ლულების სათავეში რამენაირად ზედდაჭერით შეგწყვეტო, აღმოჩნდება რომ შუშის ლულიდან წყალი მაშინვე შესწყდება. კაუჩუკის მილიდან კი წყალი კიდევ დიდ ხანს იდენს; წყალი რომ ამ ორივე ლულის სათავეში ერთდროს ზედიზედ ხან შეგწყვიტოთ და ხან გაუშვათ. მაშინ შუშის ლულიდან გამოდინილი წყალი აგრეთვე ხან იდენს, ხან შესწყდება, კაუჩუკის ლულიდან კი იგი განუწყვეტლივ იდენს. ამიტომ უკანასკნელიდან უფრო მეტი სითხე გამოვა ერთი წამის განმავლობაში, ვიდრე მეორიდან. ეს განუწყვეტელი დენა კაუჩუკის ლულიდან იქიდან წარმოსდგება, რომ ამ ლულის კედელი იკუმება, ერთგვარ პოტენციურ ენერგიას იძენს, წყლის წოლის გავლენით, როდესაც მისი სათავე მოკერილი არაა. შემდეგ სათავეს მოკერისას ლულის კედელი უკან შეიკუმება, მისი პოტენციური ენერგია კინეტიკურად ქცეულბის, და მით წყალს კიდევ ერეება ვარეთ, ვიდრე მისი გაკუმელობა ნორმას არ ბრალწევს.

12. ძარღვების სისხლის წოლა.

მიმდინარე სითხის წოლა მილთა სისტემაში. როდესაც სითხე მილთა სისტემაში მიმდინარეობს, იგი აწევა მილთა კედელს. ეს წოლა თვითნებურ ნაწილში უდრის იმ დაბრკოლებას, რომელიც სითხემ უნდა დასძლიოს შემდეგ გზაზე. ეს წოლა განიზომება იმ სიმაღლით, რომელმდის სითხე ადის ამ ნაწილთან შეერთებულ ვერტიკალურ მილში. მთელი სისტემა რომ ერთი დიამეტრის არაელასტიური მილებისაგან შედგებოდეს, მაშინ წოლის სიმაღლე თვითნებურ წერტილში შეუფარდებოდა იმ მანძილს, რომელიც ამ წერტილსა და სისტე-



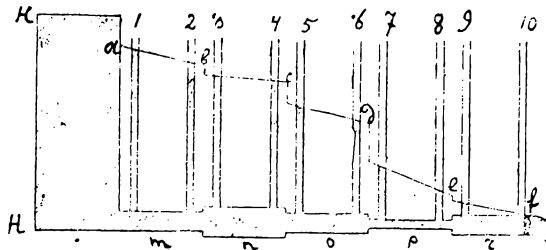
მის დასაწყისს შუაა. წოლის დაცემის გრულე მილის სიგძეზე გორიზონტისკენ დახრილ სწორ ხაზს წარმოადგენს. როდესაც, მილის კედელი ელასტიურია, ანდა სიტემაში ზოგან მილი ვიწროა, ზოგი განიერი, ან როდესაც სისტემა ტოტებად იყოფა, მაშინ ყველა ამ შემთხვევაში წოლის დაცემის ხასიათი სხვადასხვანაირია. (სურ. 34 და 35).



ლზეზე წოლის მაჩვენებელი ხაზი D, D_1, D_2, D_3, D_4 . წოლის დაცემას გვიჩვენებს; პუნქტური აღნიშვნის სისწრაფის სიმაღლეს მუელ სიგძეზე. იგი ყველაგან hF -ს უდრის (დან ილეკს კი დან).

ხახუნი წარმოადგენს იმ დაბრკოლებას, რომელიც უნდა სითხემ დასძლიოს მილებში. ეს ხახუნი სითხესა და კედელს შუა კი არა სწარმოებს, რად-

გან მილის კედელი დაფარულია ჰუმოძრავ სითხის ფენით. ეს ხახუნის სითხის სხვადასხვა ფენებს შორის სწარმოებს ე. ი. აქ საქმე გვაქვს ევ. წ. შიგნიოთა ხახუნთან. შიგნიოთა ხახუნის ოდნობაზე დიდ გავლენას ქონულობის სითხის წებო-იანობა, შემდეგ მილის დიამეტრი და სიგმე. უელასტო მილებში, რომელთა სანათურის დიამეტრი 3 მილიმეტრს არ აღემატება, ეს ხახუნის პუაზელის (Poiseuille) კანონის თანახმად უნდა გამოანგარიშდეს: $Q = K \frac{d^4}{l} h$ ამ შეთანასწორებაში Q სითხის მოცულობას ნიშნავს, რომელიც ერთ წუთში მილიდან



სურათი 35.

სურათი 35. სისხლის დენა გაუქმველი და ცვალებადი დიამეტრის ლულაში. ხაზი აბ უფრო დაქანებულია, ვიდრე სხ-ხაზი, რადგან ამ უქანასწონეს შეუფარდდება უფრო განიერი ლულა ნაკლები დაბრკოლებით, ვიდრე ახ-ს-ს; ხაზი დე კიდევ უფრო დაქანებულია, ვიდრე აბ - ს ხაზი სწორედ იპავე მიზეზით და სხვა (დანილევსკიდან).

გამოდის, d ==მილის დიამეტრს, l ==მისი სიგმეს და h ==წოლის სიმაღლეს, რომლის წყალობით სითხე მილში გაირბენს, K ==მუდმივ ოდნობას, რომელიც შიგნიოთა ხახუნზეა დამოკიდებული. ჰიურტლმა (Hürthle) გვაჩვენა რომ ამ შეთანასწორებით შეიძლება ვისარგებლოთ აგრეთვე სისხლის მიმართ, მიუხედავად იმისა რომ იგი არ წარმოადგენს წმინდა სითხეს და მასთან მუდმივ წოლას არ გინიციდის. ზოლო აქნობამდის არაა დამუქიებული, პუაზელი კანონი გამოდგება თუ არა ელასტური მილების რთული სისტემის მიმართ, რომელთა დიამეტრი 3 მილიმეტრს აღემატება. კაპილარითა ფარგალში ფორპიან ელემენტთა არსებობა აგრეთვე ჰქმნის დაბრკოლებას. ამათაც არასაკირველი თავის მნიშვნელობა აქვს.

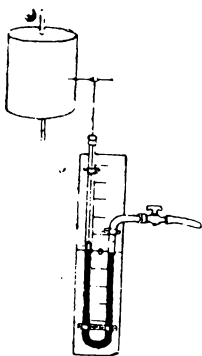
პუაზელის კანონით, როგოც ჰიურტლმა გვაჩვენა, შეიძლება გავითვალისწინოთ საერთო დაბრკოლება ცხოველის ძარღვის სისტემის თვითეულ ნაწილში.

ტიგერშტედტმა გამოიკვლია შინაურ კურდღელზე სისხლის რაოდენობა (Q), რომელიც ერთის წუთის განმავლობაში აორთით გაივლის; ამავე დროს იპოვა აორტის წოლა (h) და გაზომა აორტის დიამეტრი (d). კოეფიციენტი k

შინაური კურდღლის მიმართ 147 $\frac{1}{2}$ უდრიდა. აქედან გამომარკვევს მილის სიგრძე 1. იგი აღმოჩნდა 300 მეტრი. ეს ნიშნავს: სისხლის დენის მიერ გადალახული დაბრკოლება უდრიდა აღნიშნულ ცდაში იმ დაბრკოლებას, რომელსაც ალ-მოუჟენს ცილინდრული მილი აორტის დიამეტრისა და 300 მეტრის სიგრძისა.

ამავე გზით იყრ განსაზღვრული დაბრკოლება სისხლის დენისა კუნთებში. ტვინში, თირკმლებში, ფარისებრ ჯირკვლში და სხვაგან.

სისხლის წოლის გაზომვა და დაწერა. წოლა, რომელსაც სისხლის ძარღვის კედელი განიცდის, განიზომება აგრეთვე სითხის სვეტის სიმაღლით ძარღვთან შეერთებულ ვერტიკალურ მილში. პირველად ასეთი გაზომა სტეფანმა ჰელსმა (St. Hales 1733). მას შეჰყავდა ცხენის არტერიაში ვერტიკალური მილი და აღმოაჩინა, რომ სისხლი აიწვევა მილში 8—10 ფუტამდე. იგივე ცდა რომ განვიმეოროთ შინაურ კურ-



სურათი 36.

სურ. 36. სისხლის წოლის რეგისტრაცია მანომეტრული წყლით ლიუდვიგის მიერ შემოღებული. (კუნტ-დამიდან)

დღელზე ეთერულ ნარკოზის დროს აღმოჩნდება, რომ საძილე არტერიიდან სისხლი აიწვევს 1 $\frac{1}{2}$ მეტრამდე. მაგრამ ასეთი ცდა არაა ხელსაყრელი, ვინაიდან მეტად ბევრი სისხლი გამოდის სხეულიდან, ხშირად იგი შეიკრება. ყველა ეს ხელსუშლის აშინარი ცდით წოლის სწორეთ გაზომვას. პუაზელმა (1828) ისარგებლა ამავე მიზნით ვერცხლის წყლიანი მანომეტრით (იხ. სურ. 36). უკანასკნელი წარმოადგენს U-მაგ-

ვარ მილს, ვერცხლის წყლით სავსეს. ერთი მისი მუხლი ივსება თავადმდის Na_2CO_3 -ის ხსნილით, რომელიც სისხლის შეკვრას აბრკოლებს. ეს მუხლი არტერიის ცენტრალურ ნაპერს უერთდება. ლიუდვიგმა (1848) ეს იარაღი დამწერ იარაღად გადააკეთა. მანომეტრის თავისუფალ მუხლში ვერცხლის წყლის ზედაპირზე ლივილივა მოათავსა. ამ ლივილივაზე გამაგრებულია ვერტიკალური წვრილი და ძლიერ მსუბუქი ჩხირი, რომლის ბოლოზე საწერავე წვეტია გაკეთებული. ამ მოწყობი-

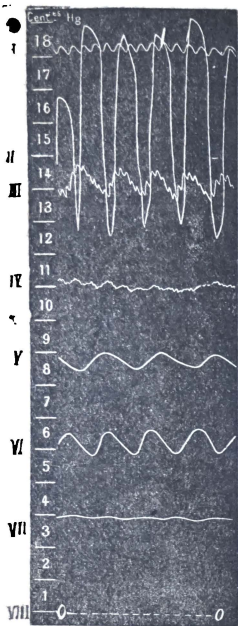
ლებით კომოგრაფზე იწერება როგორც სიმაღლე, ისე რხევა სისხლის წოლისა. შემდეგი წესით შეიძლება ჩაიწეროს სისხლის წოლის მრუდე. საწულე ხაზი რომ იძლეოდეს ვერცხლის წყლის დონეს ნულიან წოლისას, მაშინ ცდის დროს მრუდეს სიმაღლის გაზომა და მისი ორჯერ გამრავლება მოგვცემს სისხლის წოლის ოდნობას ვერცხლის წყლის სვეტის მიმართ.

მაგრამ სისხლის წოლა უცვლელი არ რჩება. იგი გამუდმებოვ ირხევა საშუალო დონის ზემოთ და ქვემოთ. მრუდეზე ეს გამოიხატება ხაზის აწევა-დაწევა (სურ. 37). ეს აწევა-დაწევა დამოკიდებულია გულის მუშაობაზე. აწევა შეუფარდდება წოლის მომატებას სისტოლის დროს, დაწევა კი დე-წოლის დაკლებას დიასტოლის ფაზაში. შემდეგ, მრუდე გვიჩვენებს, რომ ზოგ ცხოველზე როგორც ზემო, ისე ქვემო წერტილები ერთს სწორ ხაზზე კი არ მოდის, არამედ ერთგვარ ტალღობრივ მრუდეზე. თვითნაღი ტალღათიო სუნთქვის მოძრაობას შეუფარდდება და დამოკიდებულია ამ მოძრაობაზე. (სუნთქვის ტალღები) (სურ. 31 III). ამ ტალღების წარმოშობა ჯერ ნათლად არაა გამორკვეული, რადგან სუნთქვის დროს სხვადასხვა ფაქტორების მოქმედებას აქვს ალავი, რომლებიც სისხლის წოლაზე გავლენს ერთს დროსა და ერთი მიმართულებით არ ახდენს. ამ ფაქტორებს ეკუთვნის შემდეგი მოვლენები: 1) შესუნთქვის დროს სისხლი ისწრაფვის გულისკენ მეტის რაოდენობით გულძკერდის მიწოვი მოქმედებისა გამო; 2) ფილტვების გაგანიერებისა გამო შესუნთქვის დროს ფილტვის კაპილიარებში სისხლი უფრო ადვილად გატარდება და ეს ხელს უწყობს მარცხენა პარკუტის სისხლით გაავსებას; 3) შესუნთქვის დროს გულის ცემის რითმი მატულობს, ამოსუნთქვის დროს კიდე კლებულობს და სხვ. სუნთქვის ტალღების წარმოშობაში ყველა ეს ფაქტორები მონაწილეობს; ამის გამოა, რომ ცხოველთა მეტ წილში სისხლის წოლა მიაღწევს უმაღლეს ხარისხს მალე შესუნთქვის დაწყებისას, უმცირესს ხარისხს კიდე—მალე ამოსუნთქვის დასაწყისში.

გარდა პულისისა და სუნთქვის ტალღებისა სისხლის წოლის მრუდეზე ემჩნევა აგრეთვე მეტად გაგრძელებული ტალღები ძარღვთა მუსკულატურის პერიოდული მოქმედებისა (ზიგ. მ. მაიერი).

წოლის ცვლილების სარეგისტრაციოდ შეიძლება ვისარგებლოდ უფრო მარტივი წესით, რომელიც შოვომ შეიმუშავა (სურ. 38). ამ წესით

სისხლის სვეტი არტერიიდან სისხლის შეკვრის დამაბრკოლებელი სითხის საშუალებით მანომეტრს კი არ უერთდება, არამედ კაუჩუკის ბუშტს (C). იგი შუშის ცილინდრშია მოქცეული, რომელიც მარეის კაპსულას უერთდება. თვითეული წოლის რხევისას ბუშტის გაჭიმულობა — მოცულობა ცვალებადობს. ამით ჰაერის წოლა ცილინდრში აგრეთვე ცვალებადობს და იგი მარეის კაპსულას ამუშავებს.



სურათი 37.

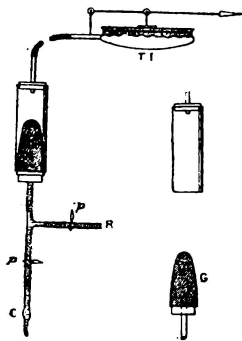
სურათი 37. სხვადასხვა ცხოველთა შედარებითი კომპარატივი (სისხლის წოლის მრუდები). არაბული ციფრები აღნიშნავენ ვერტეხლის წყლის სვეტის სიმაღლეს სანტიმეტრებით. I — ქთონის ანტიპილი წოლა (საჯდომი არტერია); II — ცხენის (სამილე არტერია); III — ძილის (სამილე არტ.); IV — ზღის თაგვის (სამილე არტ.); V — გველზოგის (სამილე არტ.); VI — კუთხის (სამილე არტ.); VII — ბაყვის (a. iliacae) 0 — ამსისა, შედარებით გულისცემის სიხშირე და ჰერცის ამპლიტუდა. (Jaksy et al. 1934).

**სისხლის წოლის სიმ-
აღლედი და მცირე
სისხლის მიმოქ-
ცევის წრეში.** სისხ-
ლის წოლის ცვალებადობა დიდ წრეში სხვადასხვა ცხოველების მიმართ (ძალი, კატა, ცხენი, შინაური კურდღელი) ერთი და იგივეა. მსხვილი არტერიების ფარგალში სისხლის წოლა ძლიერ მცირედ ეცემა, ხოლო წვირილ არტერიებში და კაპილარებში და შემდეგ ვენების ფარგლებში სისხლის წოლა თანდათანობით ძლიერ ეცემა და უმცირეს წოლას ღრუ

ვენების შესავალში მიაღწევს.

თვითეულ წერტილში გვერდითი წოლა დამოკიდებულია ყველა წინამდებარე დაბრკოლებათა ჯამისაგან; აქედან სრულიად ცხადი კანონიერება აღნიშნული ურთიერთობა. ყველაზე მეტ დაბრკოლებას იხსნის დენა წვირილ არტერიებში განიცდის და კაპილარათა შორის. ჰსხვილ არტერიებში და ვენებში ეს დაბრკოლება ბევრად მცირეა, მით უფრო მცირე, რაც გულთან ახლოა. ამიტომ წვირილი ძარღვების ფარ-

გალში სისხლის წოლა სწრაფად ეცემა, და შემდეგ ნელა დაეცემა, ვიდრე გულს მიაღწევდეს. გულმკერდის მიმწოვი მოქმედება მასში გამოიხატება, რომ წოლა ატმოსფეროზე ნაკლები ხდება ე. ი. უარყოფითი, არა მარტო გულმკერდის ღრუში, აგრეთვე ამ ღრუს გარეშე დიდ ვენებში (შეტადრე შესუნთქვის დროს). ამით აიხსნება ჰაერის მისრუტვა გულის-



სურათი 38.

სურათი 38. სისხლის წოლის რეგისტრაცია შიგნის სფეროში. C—კანის წილა, რომელიც არტერიაში შეჭვივს; იგი სქელ კედლიან კაპილარს ლულოთ კუთხულ ბუბლს (G) უერთდება; ლულის გვერდითი ტრები (R) დანიშნულია სისხლის შეყვანის სწრაფად და სითხით ასაქუბად; P—აღნიშნულ საჭურჭლს; T—მარცხ კასულის (Muir et Davon).

კენ, როდესაც გულმკერდის ღრუს მახლობლად ვენები ზიანდება. ძარღვების სანათურში ჰერის შესელა ამით არის სახიფათო, რომ მარჯვენა გულში სისხლს ერევს, ჰაფად იქცევა. ეს ჰაფი შედის რა სისხლის ძარღვებში, იმდენად დიდს დაბრკოლებას უყენებს გულის მუშაო-

ბას, რომ გული მთელ თავის ძალას ამაზე ხარჯავს. ძლიერი ამოსუნთქვის დროს გულ მკერდის ღრუს მიმწოვი მოქმედება კლებულობს, ზოგჯერ მისი წოლა დადებითი ხდება; ამისდა შესაფერად სისხლის წოლა ვენებში მატულობს, სისხლი ვენებში გუბდება (ძარღვების გასივება პირისახეზე და ყელზე).

აქედან ცხადია, რომ შეგვიძლიან ვიხმაროთ საზოგადო არტერიული წოლის ცნება, რადგან არტერიული წოლა ძლიერ მცირედ ეცემა. ჩვეულებრივ ეს წოლა იცვლება ან საძილე არტერიაში, ან ბარძყისაში.

ნორმული რაოდენობა არტერიული წოლისა საძილე არტერიაში ასეთია:

ცხენი .	115—190	მმ.	ვერცხლის წყლის სვეტისა.
ძაღლი .	120—170	"	"
კატა	100—120	"	"
შინაური კურდღელი	80—120	"	"
ვირთავვა	90—100	"	"

ვენური წოლის რაოდენობა სისწორით არაა გამოკვლეული: იაკობსონმა, მაგ., მოგვცა ცხვრის შესახებ ასეთი ციფრები:

v. cruralis . . .	11,4	mm.	Hg.
v. brachialis . . .	4,1	"	"
v. facialis ant. . .	3,0	"	"
v. Jugularis . . .	0,2	"	"
v. anonyma . . .	0,1	"	"

კაპილარების წოლა უაღრესად ცვალებადია, მეტადრე იგი ცვალებადობს სხეულის მდებარეობაზე დამოკიდებულებით, მაგრამ მუდამ იგი უფრო მეტია, ვიდრე ვენებში და უფრო ნაკლებია, ვიდრე არტერიებში.

მცირე წრეში სისხლის წოლა განისაზღვრება პირდაპირ ფილტვების არტერიის საშუალებით. მაგრამ ხშირად კმაყოფილებიან აგრეთვე მარჯვენა პარკუჭში მაქსიმალური წოლის გაზომვით; ეს უდრის ფილტვის არტერიის წოლას. ტიგერშტედტი ს გამოკვლევით საშუალო საფილტვო არტერიული წოლა ძალზე 20 mm. Hg. უდრის, კატაზედ 18-ს, შინაურ კურდღელზედ 12 ს. ანაირად, წოლა მცირე წრეში გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე აორტის სისტემაში, და ერთი ერთმანეთში არავითარი განსაზღვრული ურთიერთობა არ არსებობს. ამ გარემოებას უნდა შეეწიროს ლიტტჰეიმის აზრით ის მოვლენა, რომ ფილტვის არტერიული სისტემის სამი მეოთხედი ისე შეიძლება მოშორდეს სისხლის მიმოქცევას, რომ დიდს წრეში სისხლის წოლა სრულიად უცვლელი დარჩეს.

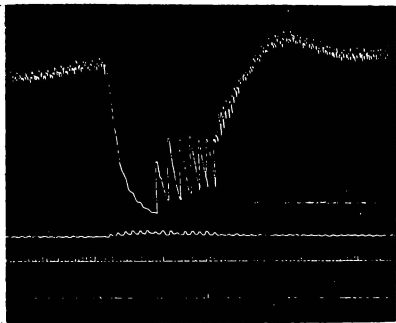
არტერიული კედლის სიმაგრე. არტერიული კედელი შეიძლება გაუმაგრდეს უფრო მეტს წოლას, ვიდრე ჩვეულებრივ განიცდის. გრეგანმა და კენკომ იპოვეს, რომ არტერიული კედლის ხელოვნურად დატვირთვისას ძაღლის საძილე არტერია სქდება ისეთი წოლით, რომელიც ვერცხლის წელის 5—8¹/₂ მეტრს უდრის, რაც 4—11 ატმოსფერას შეუფარდდება. ნორმული არტერიული წოლა კი ძალზე უდრის 150 mm. Hg. ე.ი. ¹/₃ ატმოსფერას; სულ ბევრი მან მიაღწიოს ატმოსფერის ¹/₄-ს. ამიტომ წოლის აწევა საშიშო არაა, თუ არტერიული კედელი საღია.

სისხლის წოლა ადამიანზე. სისხლის წოლის განსაზღვრას ადამიანზე დიდი დიაგნოსტიკური მნიშვნელობა აქვს. ზოგიერთ შემთხვევაში ეს წოლა შესწავლილი იყო პირდაპირ ადამიანის არტერიის შეერთებით მაგ., ბარძაყისა და მხრისა (მათი ამპუტაციის დროს) ვერცხლ-წყლიან

მანომეტრთან (Faivre, Albert). ამასთან იყო ისეთი ციფრები ნაპო-
ვი, რაც თეორიულ მოლოდინს სრულებით ეგუებოდა (120—150
mm. Hg.). იყო მოგონილი ბევრნაირი იარაღი ამ მიზნისათვის კლინი-
კებში სახმარებლად. ხოლო ამ იარაღებით მოცემულ ციფრებს არ შეი-
ძლება საფუძვლით ვენდოთ მეტადრე თუ გვწადიან სისხლის წოლის
ამსოლუტური სიმაღლე განითვალისწინოთ.

ყველაზე უფრო საუკეთესოდ ითვლება გერტნერის (Gärtner)
ტონომეტრი და რივა-როჩის (Riva-Rocci) სფეროპრეზომეტრი, რეკ-
ლინგჰაუზენის (Recklinghausen) მიერ გაუკეთებული (სურ. 40).

გერტნერის იარაღით სისხლის წოლა (თითის არტერიებში)
100—135მმ.-ს, უფრო ხშირად 110 mm. Hg.-ს უდრის; რივა-როჩის
მეთოდით კიდე (სხივის არტერიაში) იგი—140 150 mm.-ს, ხოლო პათო-
ლოგიურ შემთხვევებში 250 mm. Hg.-მდე აღწევს.



სურათი 39.

სურ. 39. ცთომილი ნერვის
პერიფერიული ნაჭერის გა-
ლიზიანების გავლენა აორ-
ტის წოლაზე (ზემო მრუ-
დი) და დრო ვენაზე (ქვემო
მრუდი). დაქურაფრებული
ცხოველი; ხელოვნური სუნ-
თქვა. ნერვის გალიზიანების
დროს (სულ ქვემო ხაზზე
მისი დაწყება და პოლო აღ-
ნიშნულია პერპენდიკულია-
რული ჰორიზნებით) არტერი-
ული წოლა დაიწევს. ვენუ-
რი კიდე (ოქაოდნაჲ მატუ-
ლობს გალიზიანების გათავე-
ბისას. არტერიული წოლა
ნორმაზე ზევით აიწევს. დრო

აღნიშნება წუთობით (L. Hill, ჰემპრის წიგნიდან).

ექიმი ავადმყოფს სისხლის წოლას დაახლოვებით გაუგებს ხოლმე
სასხივო არტერიის პულსის გაშინჯვით. როდესაც სისხლის წოლა მაღა-
ლია, ძარღვის კედელი გაჭიმულია, პულსი კიდე მაგარია; რბილი, მოდე-
ნებული პულსი სისხლის დაბალ წოლას უჩვენებს.

სისხლის წოლის სიმაღლის პირობები. სისხლის წოლის სიმაღ-
ლე დამოკიდებულია სამ ცვალებად ოდნობაზე: გულის მოქმედებაზე,
დაბრკოლების ოდნობაზე და ძარღვების სისხლის ჩაოდენობაზე.

ა) გულის მუშაობის გავლენა. მუდამ როდესაც კი გულიდან გამოსული სისხლის რაოდენობა დროს ერთეულში მატულობს, სისხლის წოლა იზრდება; თუ კიდე სისხლის რაოდენობა კლებულობს, სისხლის წოლა ეცემა. საერთოდ შეიძლება ითქვას, რომ ყოველნაირი პულსის გახშირებას სისხლის წოლის მომატება მოსდევს, პულსის განელებას კიდე—მისი დაცემა. მართლაც, ცთომილი ნერვის გაღიზიანებისას, რაც გულის ცემის განელებას იწვევს. არტერიული წოლა ეცემა ძირს მით უფრო მძლავრად, რაც უფრო განელებულია გულის ცემა. (სურ. 39). როდესაც იმავე ნერვის გაღიზიანება გულის ცემის შეყენებას იძლევა, სისხლის წოლა თვითქმის ნულმადის ეცემა.

მეორე მხრივ, ცთომილ ნერვთა გადაჭრა გულის ცემის გახშირებისა გამო წოლის მომატებას იქლევს (თუმცა მცირეთ). ასევე ხდება გულის ცემის ამჩქარებელი ნერვის გაღიზიანებისას.

მაგრამ სისხლის წოლის დამოკიდებულება პულსის სიხშირეზე ასე მარტივი არაა. გულის ცემის განელებისას დიასტოლა გრძელდება და გული სისხლით ზედმეტად ივსება; ამის გამო თვითეული სისტოლის მიერ გამორეკილი სისხლის მოცულობა მეტი ხდება და მან შეიძლება გადააჭარბოს იმ გავლენას, რომელიც გულის ცემის განელებაზეა დამოკიდებული. ამგვარადე, როდესაც გულის ცემა ხშირდება, გული ნაკლებად ივსება დიასტოლის დროს და ეს აბრკოლებს სისხლის წოლის ამაღლებას პულსის გახშირებისა გამო. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე სისხლის ძარღვთა კედლების ტონუსს (იხ. ქვემოთ). როდესაც ტონუსი მცირეა და ძარღვები მოღუნებულია, მაინ გულის ცემის გახშირება სისხლის წოლის მატებას არ იწვევს, რადგან სისხლი გული-სკენ ძლიერ ნაკლებად მიისწრაფვის.

გული მოქმედობს სისხლის წოლაზე აგრეთვე თავისი შეკუმშვის ოდნობის ცვალებადობით. ასეთ პროცესში, მაგ., მონაწილეობას იღებს ცთომილი ნერვის გაღიზიანების ინოტროპული მოქმედება, რომელიც გულის ცემის სიხშირეზე დამოუკიდებლად სწრმოებს. დადებითი ინოტროპული გავლენა აქვს ზოგიერთ შხამებსაც: ადრენალინს, (სტროფანტინს); თუმცა აქ წოლის მატება დამოკიდებულია, როგორც გულის ცემის გაძლიერებაზე, ისე ძარღვთა შევიწროვებაზე.

ბ) დაბრკოლების გავლენა. სისხლის წოლის დამოკიდებულება დაბრკოლებაზე ცხადლივ გამოჩნდება, თუ მხედველობაში მივიღებთ სისხლის წოლის მთავარ წარმომშვებ პირობას. დაბრკოლება რომ არ იყოს, წო-

ლას ალაგი არ ექნებოდა. ამიტომ, დაბრკოლების ყოველივე ცვლილებას წოლის შეცვლა მოსდიეს. დაბრკოლების ცვლილება შეიძლება მოხდეს სისხლის წებოიანობის გამო. როდესაც სისხლი სქელდება, როგორც ეს მაგალითად ხდება ხოლერის დროს წყლის ზედმეტად დაკარგვის დროს, აკრთევე სიმშლისას; ამ პირობებში სისხლის შეგნითა ხაზუნი იზრდება და მასთან ერთად დაბრკოლებაც იზრდება. ზოგიერთი წმალაი (ოოდური კალი) ასუსტებს დაბრკოლებას, რადგან სისხლის წებოიანობას ამცირებს.

უფრო ხშირად დაბრკოლება ცვალებადობს ძარღვთა სანათურის ცვლილებისგამო. ძარღვთა გაგანერებისას სისხლის წოლა ეცემა, მათი შევიწროვებისას—მატულობს. ძარღვთა სანათური ვიწროვება მაშინ, როდესაც მათ კედლებში მდებარე კუნთები შეიკუმშება. როდესაც კიდე ისინი მოდუნდება ძარღვთა სანათური განიერდება. ქვემოთ გავცნობით ძარღვთა მამოძრავებელ ტონუსს, რომლის წყალობით ცოცხალ სხეულში ძარღვთა კუნთები ერთგვარ საშუალო შეკუმშვას განიცდის. ეს ტონუსი წილობრივ დამოკიდებულია ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრიდან გამომდინარე იმპულსებზე, წილობრივ კიდე პირდაპირ ძარღვთა კედლის ქიმიურ გალიზიანებაზე. ამ ტონუსს დიდა გნიშვნელობა აქვს არტერიული წოლის დაცვაში. ეს ტონუსი რომ მოვსპოთ (მაგ., მამოძრავებელი ცენტრის სიდამბლით), არტერიული წოლა ძალიერ დაეცემა, რადგან ამ პირობებში ძარღვთა სანათური ზედმეტად განიერდება. ამის მსგავსად წოლა ეცემა იმ შემთხვევაშიც, როდესაც დაბრკოლება ძარღვთა ფართო ფარგალში მცირდება, მაგ., პუტლის შიგნეულობაში; ამ ფარგლის სისხლის ძარღვთა მოცულობა შეიძლება ისეთი დიდი იყოს, რომ მასში თითქმის მთელი სისხლი დაეკროს. ამიტომ არის, რომ შიგნეულობის დიდი ნერვს (*n. splanchnicus major*) გადაჭრას, რომელიც ამ ფარგლის ძარღვთა მამოძრავებელ ნერვებს შეიცავს, სისხლის წოლის ძლიერი შემცირება მოსდევს. როდესაც მცირე ფარგლის ძარღვები ფართოვდება, მაგ., საძილე არტერიის გაჭოტვის ფარგალში, მაშინ საერთოდ სისხლის მიმოქცევის სისტემაში სისხლის წოლა არ იცვლება.

პირიქით, ტონუსის გაძლიერება მთელ არტერიულ სისტემაში ან მის ფართო ფარგალში ასწევს აქ სისხლის წოლას დაბრკოლების მომატების წყალობით. ასე, მაგ., ხდება თუ რომ ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი გალიზიანდებაან პირდაპირ უშუალოდ ან რეფლექსური გზით,

ა) გულის მუშაობის გავლენა. მუღამ როდესაც კი გულისგან გამოსული სისხლის რაოდენობა დროს ერთეულში მატულობს, სისხლის წოლა იზრდება; თუ კიდე სისხლის რაოდენობა კლებულობს, სისხლის წოლა ეცემა. საერთოდ შეიძლება ითქვას, რომ ყოველნაირი პულსის გახშირებას სისხლის წოლის მომატება მოსდევს, პულსის განელებას კიდე—მისი დაცემა. პართლაც, ცთომილი ნერვის გალიზიანებისას, რაც გულის ცემის განელებას იწვევს. არტერიული წოლა ეცემა ძირს მით უფრო მძლავრად. რაც უფრო განელებულია გულის ცემა. (სურ. 39). როდესაც იმავე ნერვის გალიზიანება გულის ცემის შეყენებას იძლევა, სისხლის წოლა თითქმის ნულადის ეცემა.

მეორე მხრივ, ცთომილ ნერვთა გადაჭრა გულის ცემის გახშირებისა გამო წოლის მომატებას იქლევა (თუმცა მცირეთ). ასევე ხდება გულის ცემის ამჩქარებელი ნერვის გალიზიანებისას.

მაგრამ სისხლის წოლის დამოკიდებულება პულსის სიხშირეზე ასე მარტივი არაა. გულის ცემის განელებისას დიასტოლა გრძელდება და გული სისხლით ზედმეტად ივსება; ამის გამო თვითვეული სისტოლის მიერ გამორეკილი სისხლის მოცულობა მეტი ხდება და მან შეიძლება გადააჭარბოს იმ გავლენას, რომელიც გულის ცემის განელებაზე დამოკიდებული. ამგვარადვე, როდესაც გულის ცემა ხშირდება, გული ნაკლებად ივსება დიასტოლის დროს და ეს აბრკოლებს სისხლის წოლის ამაღლებას პულსის გახშირებისა გამო. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე სისხლის ძარღვთა კედლების ტონუსს (იხ. ქვემოთ). როდესაც ტონუსი მცირეა და ძარღვები მოდუნებულია, მაინ გულის ცემის გახშირება სისხლის წოლის მატებას არ იწვევს, რადგან სისხლი გულისკენ ძლიერ ნაკლებად მიისწრაფვის.

გული მოქმედობს სისხლის წოლაზე აგრეთვე თავისი შეკუმშვის ოდნობის ცვალებადობით. ასეთ პროცესში, მაგ., მონაწილეობას იღებს ცთომილი ნერვის გალიზიანების ინტეროპული მოქმედება, რომელიც გულის ცემის სიხშირეზე დამოუკიდებლად სწრმოებს. დადებითი ინტეროპული გავლენა აქვს ზოგიერთ შხამებსაც: ადრენალინს, (სტროფანტინს); თუმცა აქ წოლის მატება დამოკიდებულია, როგორც გულის ცემის გაძლიერებაზე, ისე ძარღვთა შევიწროვებაზე.

ბ) დაბრკოლების გავლენა. სისხლის წოლის დამოკიდებულება დაბრკოლებაზე ცხადივ გამოჩნდება, თუ მხეველობაში მივიღებთ სისხლის წოლის მთავარ წარმოშეებ პირობას. დაბრკოლება რომ არ იყოს, წო-

ლას ალაგი არ ექნებოდა. ამიტომ, დაბრკოლების ყოველივე ცვლილებას წოლის შეცვლა მოსდიეს. დაბრკოლების ცვლილება შეიძლება მოხდეს სისხლის წებოიანობის გამო. როდესაც სისხლი სქელდება, როგორც ეს მაგალითად ხდება ხოლერის დროს წყლის ზედმეტად დაკარგვის დროს, აკრთევე სიმშლიას; ამ პირობებში სისხლის შენითა ხახუნი იზრდება და მასთან ერთად დაბრკოლებაც იზრდება. ზოგიერთი წამალი (იოდური კალი) ასუსტებს დაბრკოლებას, რადგან სისხლის წებოიანობას ამცირებს.

უფრო ხშირად დაბრკოლება ცვალებადობს ძარღვთა სანათურის ცვლილების გამო. ძარღვთა გაგანიერებისას სისხლის წოლა ეცემა, მათი შევიწროვებისას — მატულობს. ძარღვთა სანათური ვიწროვდება მაშინ, როდესაც მათ კედლებში მდებარე კუნთები შეიკუმშება. როდესაც კიდე ისინი მოდუნდება ძარღვთა სანათური განიერდება. ქვემოთ გვეცნობით ძარღვთა მამოძრავებელ ტონუსს, რომლის წყალობით ცოცხალ სხეულში ძარღვთა კუნთები ერთგვარ საშუალო შეკუმშვას განიცდიან. ეს ტონუსი წილობრივ დამოკიდებულია ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრიდან გამომდინარე იმპულსებზე, წილობრივ კიდე პირდაპირ ძარღვთა კედლის ქიმიურ გალიზიანებაზე. ამ ტონუსს დიდი მნიშვნელობა აქვს არტერიული წოლის დაცვაში. ეს ტონუსი რომ მოჰსპოთ (მაგ., მამოძრავებელი ცენტრის სიღამბლით). არტერიული წოლა აღარ დაეცემა, რადგან ამ პირობებში ძარღვთა სანათური ზედმეტად განიერდება. ამის მსგავსად წოლა ეცემა იმ შემთხვევაშიც, როდესაც დაბრკოლება ძარღვთა ფართო ზედალში მცირდება, მაგ., პულსის შიგნეულობაში; ამ ფარგლის სისხლის ძარღვთა მოცულობა შეიძლება ისეთი დიდი იყოს, რომ მასში თითქმის მთელი სისხლი დაეჭიოს. ამიტომ არის, რომ შიგნეულობის დიდი ნერვს (*n. splanchnicus major*) გადაჭრას, რომელიც ამ ფარგლის ძარღვთა მამოძრავებელ ნერვებს შეიცავს, სისხლის წოლის ძლიერი შემცირება მოსდევს. როდესაც მცირე ფარგლის ძარღვები ფართოვდება, მაგ., საძილე აუტერიის გაერთვის ფარგალში, მაშინ საერთოდ სისხლის მიმოქცევის სისტემაში სისხლის წოლა არ იცვლება.

პირიქით, ტონუსის გაძლიერება მთელ არტერიულ სისტემაში ან მის ფართო ფარგალში ასწევს აქ სისხლის წოლას დაბრკოლების მომატების წყალობით. ასე, მაგ., ხდება თუ რომ ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი გალიზიანდება ან პირდაპირ უშუალოდ ან რეფლექსური გზით,

მაგ., შიგნეულობის ნერვთა გაღიზიანებით. ძარღვთა ადგილობრივი შევიწროვება მცირე ფარგალში სისხლის წოლაზე მცირე გავლენას ახდენს;

ც) სისხლის რაოდენობის გავლენა. შეიძლება ვიფიქროთ *a priori*, რომ სისხლის რაოდენობის გადიდება სისხლის წოლას ასწევს, მისი შემცირება კი ამას დასწევს; მაგრამ ეს წესი მხოლოდ ერთი მხრით არის მართალი. როდესაც სისხლის რაოდენობა ძარღვებში მატულობს, სისხლის წოლა მხოლოდ თავში აიწევს; ხოლო მალე ეს აწევა ისპობა, ამიტომ არის, რომ ცხოველის ძარღვთა სისტემაში შეიძლება შევიყვანოთ დიდი რაოდენობის სითხე (უფიბრინო სისხლი, ფიზიოლოგიური ხსნილი, რინგერიის ხსნილი), და ეს სისხლის წოლას ხანგრძლივ არ ასწევს. ამის მიზეზი ჯერ ერთი ისაა, რომ სითხის ზედმეტი ძარღვებიდან გადის ოფლის სახით ქსოვილთა შუა ზღირუტანებში და სეროზულ ღრუებში; მერე, მატულობს სეკრეცია იმ სითხეების, რომლებიც საშუალებით წყალი ორგანიზმიდან გამოდის (მაგ., შარდი). ბოლოს, სისხლის ძარღვების ტონუსი სუსტდება და მით მათი მოცულობა სითხის მომეტებულ რაოდენობას შეუფარდდება. მეტადრე დიდი მნიშვნელობა აქვს შარდის გამოყოფას. ფიზიოლოგიური ხსნილი ნელ-ნელა რომ შეუშაპუნოთ, მაშინვე პარალელულად შარდის გამოყოფა იმატებს. ამიტომ შეიძლება შევასხათ სითხე ძლიერ ბლომად, მაგრამ ეს სისხლის სისტემის მილთა ზედმეტ გავსებასარ გამოაწვევს. ასევე ხდება სითხის ბლომად დაღვევისას. რასაკვირველია, შეყვანილი სითხის წებოიანობა უგავლენოთ არ რჩება: ცხოველს სისხლის ინიექცია რომ უყუთ. მისი სისხლის წოლა უფრო ძლიერ იმატებს. სისხლის სისტემის გატენა უფრო ადრე მოხდება, ვიდრე ნაკლები წებოიანობის მარილოვანი ხსნილის ინიექციის დროს, რომლის მოძრაობას ნაკლები შიგნითა ხახუნი სდევს. თუ სითხე სწრაფად შევიყვანეთ ორგანიზმში, ეს გულისათვის ძლიერ სახიფათოა.

უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს იმ მოვლენას, რომელიც სისხლის რაოდენობის დაკლებას მოჰყვება ხოლმე სისხლის წოლა სისხლის გამოშვებისას, მართალია, მცირდება, ხოლო წოლა მალე უბრუნდება ნორმულ სიმაღლეს თუ მეტად ბევრი სისხლი არ იყო დაკარგული. ცდებიდან სჩანს, რომ ძალზე შეიძლება გამოიყვანოთ მთელი სისხლის $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$, მაგრამ წოლა კი არ შეიცვლება. ცხადია, ამ შემთხვევაშიაც ძარღვთა სისტემის მდგომარეობა შეუფარდდება სისხლის მოცულობის შემცირებას ტონუსის მიმატების წყალობით; სეკრეცია ჯირკვლებიდან სუსტდება; მაგრამ, რაც უფრო მნიშვნელოვანია, ქსოვილის სითხე ანუ ლიმფა სისხლის ძარღვებში გადადის და ამის წყალობით სისხლის მოცულობა ნორმას აღწევს. ამაში ცხადად დაერწმუნებით, თუ ზედიზედ მოკლე ინტერვალით სისხლს გამოიშვებთ. მაშინ აღმოჩნდება, რომ უკანასკნელის სისხლის პორცია უფრო მდიდარია პლაზმით და ღარიბია ფორმირებული, ვიდრე პირველი.

თუ სისხლი მეტად ბლომად გამოვიდა, ყველა ზეგო აღნიშნული მომწესრიგებელი საშუალებანი საკმაო არაა; სისხლის წოლა დაბალი რჩება, და ბოლოს ამას სიკვდილი მოსდეს სისხლის დაღვესა გამო. ადამიანისთვის სისხლის გამოშვება მაშინაა სასიკვდილო, თუ ნახევარზე ცოტა მეტი სისხლი გამოუვიდა, ე. ი. თუ დანაჯარგი სისხლისხეულის წონის 3—3, 5% შეადგენს. მაგრამ, ამნაირ შემთხვევაშიც შეიძლება სიკვდილს გადავარჩინოთ, თუ მას სისხლსვე შეუშვათ ენებთ ან და მარცხის ხსნილს; ამ უკანასკნელის მოქმედება, ცხადია, იმით განისაზღვრება, რომ იგი სისხლის წოლას ნორმამდე ასწევს და მით გულის მუშაობას შესაძლებლად გახდის.

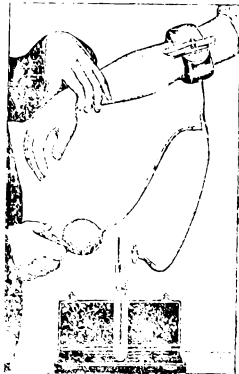
სისხლის წოლის რეგისტრაცია ვერცხლის წყლის მანომეტრის საშუალებით. დეცერებრაციული ანდა დაკურარეგებული ძალი ან კატა. ტრახეოტომია, ხელოვნური სუნთქვა. ერთს საძილე არტერიაში გულის მხარეზე და აგრეთვე ერთს *vena jugularis ext.*-ში მეორე მხარეზე შეყვანილია თითო შუშის კანიულა; ორივე კანიულას ცალკე-ცალკე მილით უერთებენ მანომეტრებს. ეს მილები უნდა იყოს უელასტო: ან სქელი კაუჩუკისა. ან შუშის ლულის პატარა ნაჭკებიდან შემდგარი, რომლებიც კაუჩუკით გადაბმულია ზედიზედ მუკოლებით, ანდა ტყეისაა. მილებს და მანომეტრებს ამოავსებენ 25%-იან $MgSO_4$ -ხსნილით-რომელიც სისხლის შეკვრას კანიულაში დააბრკოლებს. შეერთების დროს სისხლის ძარღვები მოჭერილია დიფენბახის საჭერებით. ცდის დროს აცლიან ამ საჭერებს: სისხლი არტერიიდან ძალით შეიჭრება კანიულაში და მერე მილში, აწევდა მარცხის ხსნილის საშუალებით ვერცხლის წყალს, ისე რომ უკანასკნელი იწევს ძირს და მით მანომეტრის მეორე მუხლში ვერცხლის წყალი ზემოთ აიწევს. მასთან აიწევს მანომეტრის საწერავი კალამი, რომელიც თავის წვეტით ძლიერ ნელა მოატრიალე კიბოვარჯს ეხება. იმ მანომეტრის კალამი, რომელიც *v. jugularis*-ს უერთდება, მხოლოდ მკირედ აიწევს და მრუდეს აბსცისის ცოტა ზემოდან დასწერს. მეორე მუხლის აწევა არ გამოიხატება ნამდვილ წოლის ოდნობას, არამედ იგი განისაზღვრება ორივე მუხლში ვერცხლის წყლის სიზალის გარჩევით, რადგან რამდენადაც მეორე მუხლში ვერცხლის წყალი აიწევს, იმდენად პირველში იგი დაიწევს.

ვენის სისხლის წოლის გაზომა მხოლოდ მაშინ იქნება სწორი, თუ თვითონ ვენაში სისხლის მიმოქცევა დაცულია. ამიტომ აქ უნდა იხსაოებოდეს T-მსგავსი კანიულა, რომელიც ორი ბოლოთი გამაგრებულია ვენაში, მესამე გვერდითი კიდე მანომეტრს უერთდება. ამნაირად სისხლი ვენაში დაუბრკოლებრივ მიმდინარეობს. *v. jugularis*-ში სისხლის წოლა სეო 0, 2 mm. Hg-ს უდრის.

სისხლის წოლის ცვალებადობის დადასტურება. ა) ზემო აღწერილი ცდის დროს ღიზიანდება *II. vagus*-ის პერიფერიული ნაჭერი. გულის ცემა იშვიათდება და ამასთან ერთად დაიწევს ძირს ვერცხლის წყლის დონე მანომეტრში. გა-

ლიზიანების შეწყვეტის შემდეგ სისხლის წოლა ნორმას სწრაფად უბრუნდება. აუ იგივე ნერვი ისე ძლიერ გალიზიანდა, რომ გულის ცემა სრულიად შეეცნა, მაშინ წოლა თითქმის ნულამდე ეცემა.

ბ) გამოუშვებენ სისხლს არტერიიდან 20 კ. ს. თითო კილოზე, ე. ი. დაახლოებით სისხლის მეოთხედს. ამას შემდეგ ძოჭყემა არტერიული წოლის დაკლება. 150—140 mm. -იდან 80 mm Hg-მდე. მაგრამ სულ ორი წამის განმავლობაში წოლა ნორმას უბრუნდება (ხან კიდევაც გადაამეტებს—160 mm -ზე ზევით აღის ცხოველის აგზხებისა გამო).



სურ. 40.

სურ. 40. რივა-როჩის (Riva-Rocci) სფიგმომანომეტრის საღის (Sahli) მგერ გამართულებული.

ც) ვენური კანთლის, კაუჩუკის მილის და ჰაბრის საშუალებით შეისხმენ ბარძაყის ვენაში თბილ თიზილოგიურ ხსნილს დაახლოებით 80 კ. ს. თითო კილო წონაზე. თითქმის 1 $\frac{1}{2}$ ჯგერ მეტს; ვიდრე ცხოველში დარჩენილი სისხლის რაოდენობა. ზოლ სისხლის წოლა მატულობს 140 mm.-დან 165 mm.-მდე. ამ დონეზე ჩერდება 5 წამს და შემდეგ ნორმისკენ უკან დაწევას იწყებს.

აღმიაწე სისხლის წოლის

გაზომვა რივა-როჩის (Riva-Rocci) სფიგმომანომეტრის საშუალებით:

ეს სფიგმომანომეტრი წარმოად-

გენს ღრუიან კაუჩუკის სახელს, ომელსაც მხარზე უკეთებენ (სურ. 40). სახელის ღრუ შეერთებულია ერთის მხრივ ვერცხლის წყლის მანომეტრთან, მეორესი კიდე—კაუჩუკის ბუშტთან, საიდანაც ჰაერს შეაქანებენ ღრუში. სახელი იბეზება ჰაერით, აწევა მხრის არტერიას და მის პულს ქვემოთ მდებარე ნაწილებში ნულამდე ასუსტებს. ამავე დროს ჰაერი აწევა მანომეტრს და ასწევს მას ზემოთ. მანომეტრში ვერცხლის წყლის ხიმაღლის მოპატებით გაითვალისწინებენ სისხლის წოლის ოდნობას. (სურ. 40). ამ გზით ნაპოვი სისხლის წოლა სულ ცოტა 50—60 mm Hg.-ს უდრის, მაქსიმალური კიდე —100—120 mm Hg.-ს.

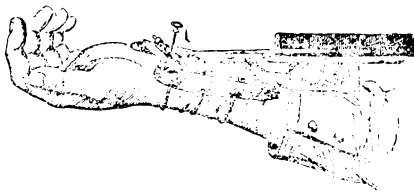
12. პ უ ლ ს ი.

არტერიული პულსი. გულის სისტოლა იწვევს აორტაში სისხლის წოლის მომატებას, რომელიც შემდეგ მთელ არტერიულ სისტემას გარდაეცემა. ხოლო გულიდან მოყოლებით პერიფერიულ არტერიებმდე.

შს ტალღა სულ უფრო და უფრო მცირდება, წერილ არტერიებში კიდევ იგი სრულიად ჰქრება. ცემულ არტერიას რომ ხელი დავადოთ, ვიგრძნობთ ძგერას. ყველაზედ ნათლად არტერიის პულსი იმ ალაგებში იგრძნება, სადაც იგი ზერელად კანში სძევს და შეიძლება მის ქვეშ მდებარე ძვალს მივაქიროთ (a. radialis, a. temporalis).

პულსის გამოკვლევა მედიცინის ისტორიის ყველა ხანებში ითვლებოდა გამოკვლევის უსატიროეს წესად. პულსი განირჩევა თავისი თვისებით: 1) სიხშირის მხრივ, რომელიც გულის ცემის რიცხვს შეუფარდდება; 2) რითმის მხრივ (წესიერი თუ უწესო), 3) ცემის თანაბარობის მხრივ, 4) მის ოდნობის ანუ ამპლიტუდის მხრივ, 5) პულსის ტალღის სასწრაფის მხრივ, 6) ძვეროული არტერიის გაქიმულობის მხრივ.

როდესაც საჭიროებენ არტერიული პულსის სისწორით შესწავლას, მაშინ გრაფიკულ წესს მიმართვენ (სფიგმოგრაფები). ყველაზე უფრო ხშირად იხმარება მარეის, დედეონის (Dudjean), ეაკესის (Jaquet) და ფრეის (Frey) სფიგმოგრაფები.

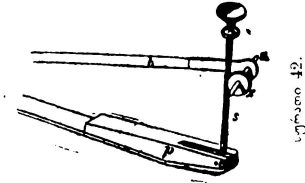


სურათი 41.

სურ. 47. შარეის სფიგმოგრაფი. მისი ხელზე განწყობილების საჩვენებლაღ.

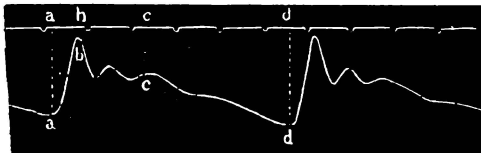
სფიგმოგრაფის პრინციპი ნათლად გამოსჩანს მე-11 სურათზედ. იარაღი ისე განწყობა წინამხარზე, რომ მისი ზამპარაკიანი ჩხარი, რომელც მწერავ კალამს უკრთდება, სხივის არტერიის საუკეთესოდმძგერავ ალავს აწვებოდეს. (სურ 42). კალმის წვერი გაბოლილ ქალღღზე სწერავს, რომელიც საათის ჩეკა ნიშნის მიერ თანაბარ მოძრაობაში მოდის. ეს მექანიზმიც იაოალს ზედ აქვს. სხვა სფიგმოგრაფებში ჰაეოის გარდაცემის წესით სარგებლობენ, მსგავსად კარდიოგრაფისა. ერთი კაპსულა ზელზედ გაკეთებული პულსს იღებს, მეოეოე კიდევ პირველთან შეერთებული ცალკე კიმოგრაფზე სწერავს.

სფიგმოგრაფიით მიღებული პულსის მრუდეს სფიგმოგრამებს უწოდებენ. მათი ფორმა მოყვანილია მე-43 სურათზე. იგი მიღებულია ე. ა. კეს სფიგმოზონოგრაფიით, ე. ი. მრუდეს დაწერისას დრო იწერება თითო წუთობით. პულსის მრუდებზე გაიჩევა საკმაოდ ციცაბო ამაველი მუხლი და შემდეგ ნაკლებად დაქანებული ჩამავალი მუხლი. მრუდის წვეტი შეუფარდდება სწორედ იმ ძვერას, რომელსაც ცემულ არტერი-



სურათი. 42. მარეის სფიგმოგრაფიის პულსის მიმღებელი ზამბარაქიანი ნაწილი. P—ფოლადის ზამბარაქი, რომლის პილოტიტ არტერიას დააჭერენ, მას ზემოდან გამაგრებული აქვს ხრახნილი (N), რომელიც ზამბარაქის მოძრაობას მწერავ ბერკეტს (h) გარდასცემს. (ტი გერშტედტიდან).

აზე თითის დაჭერით ვგრძნობთ. ჩამავალ მუხლზე ან ერთი ან ორი წვერი გამოჩნდება. როდესაც ეს წვერი ერთია, მაშინ პულსს დიკროტიულს უწოდებენ. დიკროტია უბრალო თითის დადებითაც შეიძლება ვიგრძნოთ. თუ წვერი რამდენიმეა, მაშინ ტრიკროტიას და პოლიკროტიას უწოდებენ. პათოლოგიურ შემთხვევებში პულსის მრუდზე ნორმას ზოგჯერ სრულიად ასცდება.



სურათი 43.

სურ. 43. ე. ა. კეს სფიგმოგრაფიით მიღებული სფიგმოგრამა. ას—პულსის ბრუდის ერთი ქვევა; ს—პირველი ტალღა; ე—დიკროტიული ტალღა დრო წუთობით აღინიშნება (Pembrey).

მეორენდელი ტალღების წარმოშობის საკითხი ჯერაც გამოკვლეული არაა ბოლომდის. მკვლევართა მეტი წილი ყველაზე მაღალი წვეტის მიზეზად ნაპელისებრი სარქელების დახურვას სთვლის. როდესაც სისხ-

ლის წოლა კუკში შემცირდა, აორტის შესავალი განიერდება; სისხლი ისწრაფვის უკან გულში შესვლას; ამით სარქველები იხურება, მაგრამ ერთი წილის სისხლისა ასწროებს აორტიდან უკან გულში გადასვლას. აი ესაა მიზეზი, რომ მკუდრე იძლევა გულისკენ მოპავალ ზარყოვით ტალღასო. ეს იწვევსო წოლის შემცირებას მალე მისი პიკვანდელი წვეტის შემდეგ. ამ შეხედულობის დასამტკიცებლად მოჰყავთ ის ფაქტი, რომ დიკროტიული წვეტი მეორე ტონის დროს მოდის დიასტოლის დასაწყისში. ზოგი მეცნიერა კი მეორე ტონის წვეტს ძირითადი პულსაციური ტალღის უკუგდების შედეგად სთვლის არტერიული სისტემის პერიფერიულ გატრთისაგან. ეს უკუქცევითი ტალღა მიაღწევს რა აორტას, აქედან ისევ უკან იგდება დახურულ სარქველებისაგან. იგი როგორც დადებითი ტალღა ხელ-აწლად მრუდის აწვევას იძლევა დიკროტიულ წვეტის სახით (Frey).

აორტის სათაიდან, სადაც პირველად აღმოცენდება პულსის ტალღა, უკანასკნელი ვრცელდება არტერიულ სისტემაში შედარებით მცირე სისწრაფით. ორი არტერია რომ გულიდან სხვადასხვა მანძილზე ერთდროს გავშინჯოთ, შეიძლება დავრწუნდეთ ერთი პულსის დაგვიანებაში მეორე პულსთან შედარებით. ე. ვებერმა a. mahillar. ext. და a. dorsal. pedis-ის ერთდროული გამოკვლევის საშუალებით აღმოაჩინა, რომ პულსის დაგვიანება ამ შემთხვევაში წუთის $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ -ის უდრის; აქედან აღირიცხება, რომ საპულსო ტალღის გავრცელების სისწრაფე წუთში 9 მეტრს უდრის. შემდეგში გრაფიკული მეთოდით იყო მიღებული ასეთივე ციფრები (ლანდუა). სისხლის წოლის აწვევას როგორც ეს ზოგიერთი ავადმყოფობისა და მოწამელისაა ხდება, საპულსე ტალღის გავრცელების სისწრაფე მატულობს; პირიქით ძარღვთა ტონუსის დაცემისას ეს სისწრაფე კლებულობს.

წვრილი არტერიების ფარგალში საპულსე ტალღა ყრუდება ამ ფარგალში დიდი დაბრკოლებისა გამო: ამიტომ აქ პულსაცია არ სწარმოებს. მაგრამ, როდესაც საპულსე ტალღა არტერიებში მეტად დიდია, მაშინ პულსი წვრილ არტერიებსაც ეტყობა, და აგრეთვე კაპილარებს; სახელდობ ამ შემთხვევებში კანი ხან წითლდება და ხან ყვითლდება საპულსო ტალღის მიხედვით (კაპილარული პულსი).

ვენური პულსი. ვენებში შემჩნეულ პულსურ მოვლენებს არავითარი დამოკიდებულება არა აქვს არტერიულ პულსთან. ასეთ პულსურ მოვლენას იმ ვენებში ვხდებით, რომლებიც გულზე ახლოა, მაგ.,

v. jugularis-ში. ვენური პულსი გულის ცემის დროს სწარმოებს. იგი წარმოსდგება იმ სისხლის წოლის რხევისგან, რომელსაც დიდი ვენები განიცდის მარჯვენა წინაგულის პერიოდული შეკუმშვისა და სისხლის გავსების გამო. წინაგულის სისტოლისას ვენებში სისხლი გუბდება, დიასტოლის დროს კიდე პიჩიქით სისხლი წინაგულის ღრუში გადისხმის. ამას უერთდება პარკუჭის სისტოლისა და დიასტოლის გავლენა, ამ გავლენას უკავშირდება წოლის რხევა წინაგულეებში და ამიტომ მათ შეუძლიან აგრეთვე იმოქმედონ ვენებიდან სისხლის გამოდენაზე.

ამაირად, ვენების წოლა ძლიერ რთულ რხევას განიცდის, რომელიც გრაფიკულად შეიძლება დაესწერათ (ფლებოგრაფია): ატრიო-ვენტრიკულური სარქველების დაზანებისას წარმოიშვება ძლიერი ვენური პულსი, რადგან ამ შემთხვევაში მარჯვენა პარკუჭიდან სისხლი წილობრივ უკან ვენებში გადისხმის (იხ. ვენური პულსის ცვლილება ცთომილი ნერვის გაღზიანების გამო მე-39 სურ.; იგი უნდა მიეწეროს არტერიული პულსის ცვლილებას კი არა, არამედ გულის გავლენას ვენურ ღრუებზე).

გულიდან დამოუკიდებელი პულსაცია ეტყობა ღამურის მფრენავ აქს. აქ საქმე გააქვს ვენური კედლების აქტიურ მოქმედებასთან, რომელიც თავისი საკუთარი რითმით მიმდინაურობს და ხელს უწყობს ვენებში სისხლის დენას (ვენური გულები ვარტონ დენისისა).

პლეტისმოგრაფია. ხელი რომ შევყოთ ჰერმეტიკულად დახურულ ცილინდრიდან ჭურჭელში, რომელიც წყალათაა საცხე და მანომეტრს უერთდება, მაშინ სითბის დონის რხევა მანომეტრში უჩვენებს ხელის მოკულობის ცვლილებას. თუ ამავე დროს მიღებულია ზომები, რომ წოლის თანაბრება დაცულ იქმნება და აღნიშნული მანომეტრის რხევა დაწერილ იქმნება შეუცდომლად, მაშინ ასეთ იარაღს უწოდებენ **პლეტისმოგრაფს** (მოსსო, მარეი). რადგან ორგანოს მოკულობის ცვლილება მხოლოდ სისხლის მოკულობის რხევაზეა დამოკიდებული, ესადა პლეტისმოგრაფულ მეთოდს დიდი მნიშვნელობა აქვს კიდურებში სისხლის რაოდენობის გასათვალისწინებლად. პლეტისმოგრაფის საშუალებით შეიძლება შევისწავლოდ სიცოცხისა და სითბოს მოქმედება ძარღვთა სანათურებზე, აგრეთვე ნერვთა გაღზიანების გავლენა და სხვა. შეიძლება აგრეთვე დავაწმუნდე, რომ ფსიქონერვულ მოქმედებისას ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში სისხლის შეკრფვის წყალობით კიდურთა ძარღვებში სისხლი უფრო ნაკლები რაოდენობით მიმოქცობს, ვიდრე ტვინის მოსვენებისას.

თუ იარაღი საკმარისად მგრძნობიარეა. მის მიერ მიღებული მრუდე შეძლებას გვაძლევს გავითვალისწინოთ სისხლის გავსების წელი ცვლილებანი; მასზე შეიძლება შევამჩნიოთ აგრეთვე პულისის სინქრონიული რხევანი. ამნაირად მიღებული მრუდე ერაი შეხედვით ძლიერ წაავას სფიგმოგრაფებს, მაგრამ არსებითათ მთვან უარჩევა.

პლეტისმოგრაფიული მრუდე წარმოიშობა მუცლური გარემომბის გამო. სისხლის სისტოლური ტალღის მოწოლის წყალობით თვითმუცლ არტერიაში არამც თუ წოლა მატულობს, აგრეთვე მატულობს ძარღვთა მოცულობა. პლეტისმოგრაფი გვაძლევს აღებული კიდურის ყველა არტერიების მოცულობას, ე. ი. ერთდროულად აღნიშნავს ორგანოს ყველა არტერიულ ძარღვთა პულსს.

ქალას ღრუ მასში არსებულ ტვინთან ერთად წარმოადგენს თითქმის ბუნებრივ პლეტისმოგრაფს. ცხოველს რომ ქალა გავუხვრიტოთ და ნახვრეტი მწერავ კაპსულას შეუერთოდ, უკანასკნელი ტვინის პლეტისმოგრაფას დასწერს. ამათვე აიხსნება ბავშვის ტვინის პულსი, რომელსაც თხემის რბილ ალაგზე თითის დადებით ვგრძნობთ.

პლეტისმოგრაფიული გამოკვლევა მეტად გამოსადეგია იმ ორგანოებისათვის, რომელთა სისხლის ძარღვები ევ.წ. კარით (hilus) შედის, მაგ., თირკმლისთვის, ელენთასთვის. ასეთი ორგანოს მოაქცევენ ორჯამში, რომელთა ფორმა ორგანოს ფორმას შეუფარდდება და სისხლის ძარღვებს კარზე მკიდრად გამოლესავენ ვაზელინით. ამნაირად წარმოასდება **ონკოგრაფი** ანუ **ონკომეტრი**, რომელიც შეძლებას გვაძლევს შევისწავლოთ ორგანოს მოცულობის ოდნობა და მისი რხევა სხვადასხვა პირობების მიხედვით.

ონკომეტრული გამოკვლევით შეისწავლიდენ გულის გავსებას და დაცარიელებას. ამ მიზნით მთელი გული კაპსულაში მარდება გულის პერანგის საშუალებით, რომლის ქვემო ნაწილი მოჭრილია; ან კიდე მხოლოდ ჰარკუტი შეაქვთ სქელ კედლიან კაუჩუკის ბუმბუკა, რომელიც ჰემეტიულადაა დაცული და მწერავ კაპსულას უერთდება. ამნაირი ცდები გვიჩვენებენ, რომ ხანდახან სისტოლის დროს ჰარკუტი სრულიად ცარიელდება.

არტერიული პულსის დაწერა მარცხ სფიგმოგრაფის საშუალებით. სუბიექტს გაუთიტვლებენ წინამხარს და გაშლილ ხელს მოსვენებულ მდებარეობაში ამოუფებენ. ზორით გაამაგრებენ მარჯვენ სფიგმოგრაფს ისე რომ, მისი ზამპარაკიანი პელოტი (ბალიში) (y) art. radialis-ის მჭერავ ალაგზე მოექცეს. თვითმუცლი ძვერა პელოტს და მასზე გამაგრებული ხრანხილს ასწევს ზევით; უკანასკნელი მოატრიალებს თავს და მასთან შეერთებულ მწერავ კალამს. (იხ სურ. 41, 42).

და გაირჩას მოცულობის სისწრაფე. ე. ი. იმ რაოდენობის განსაზღვრა, რომელსაც დროს ერთეულში გაივლის. გზის სიგძის მიმართება განვლილი სიბრტყის რაოდენობისადმი განისაზღვრება ასეთი შეთანასწორებით:
$$v = \frac{v}{q},$$
 სადაც v ნიშნავს ზაზოვან სისწრაფეს (გზას), v — მოცულობის სისწრაფეს და q — მილის გარდიგარდმო ნაკვეთის დიამეტრს. როდესაც სითხე მილთა ძლიერ გატოტვილ სისტემაში თანასწორ ზომიერად სდის, მაშინ დროს ერთეულში სითხე თვითეულ გარდიგარდმო ნაკვეთს ერთის რაოდენობით გაივლის; წინააღმდეგ შემთხვევაში თანასწორ ზომიერება დაირღვევა. მაგრამ სისხლის ძარღვთა ბაღე ისე იტოტება, რომ მიუხედავად ტოტთა კალიბრის შემცირებისა მათი გარდიგარდმო ნაკვეთთა საერთო ჯამი უფრო მეტია, ვიდრე ძარღვთა სანათური გატოტვამდის; ამნაირად რაც უფრო მეტად იტოტება სისტემა, მით უფრო იზრდება ძარღვთა საერთო კალაპოტი. მიუხედავად ამისა დროს ერთეულში თვითეულ საერთო გარდიგარდმო ნაკვეთით ერთი და იმავე რაოდენობის სითხე გაივლის. სისხლის სისტემაში ეს შეიძლება მოხდეს მხოლოდ მაშინ, თუ წვირლ ძარღვებში სისხლი უფრო ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე წსხვილებში; უკანასკნელებში კიდე უფრო ნელა, ვიდრე აორტაში. ამნაირად აორტის დასაწყისში დროს ერთეულში იმდენივე სისხლმა უნდა გაიაროს, როგორც ორივე ღრუ ვენით და მთელი კაპილარული ბაღე; ამდენივე სისხლი გაივლის დროს ერთეულში საფილტვო არტერიით და ოთხივე საფილტვო ვენით. სისხლის ძარღვთა საზოგადო კალაპოტი კი სისხლის სისტემის გატოტვის გამო 400 ჯერ მატულობს აორტის სანათურთან შედარებით. ამასთან შეფარდებით სისხლის დენის სისწრაფე აორტაში ყველაზე დიდი უნდა იყოს, არტერიულ სისტემაში კიდე იგი უნდა კლებულობდეს და ყველაზე ნაკლები კაპილართა ბაღეში უნდა იყოს. აქედან დაწყებით დენის სისწრაფე ხელახლად მატულობს: იგი მით უფრო დიდია, რაც უფრო მსხვილია ვენა; მეორე მაქსიმუმს ღრუ ვენებში მიაღწევს, თუმცა ეს მაქსიმუმი ისეთი დიდი არ არის, როგორც აორტაში.

პირდაპირი ცდების საშუალებით ეს ნათლად იყო დამტკიცებული. თუმცა სიმაართე ითქვას, სისხლის ფარგალში მეტად რთული პირობებია, მეტადრე იმის გამო, რომ ძარღვთა კედლები ელასტიურია, აგრეთვე წერეული გავლენის გამო, რის ანგარიშის გაწევა საძნელოა.

სისხლის სისწრაფის განმსაზღვრავი მეთოდები. ფოლკმანმა (Volkman) განსაზღვრა სისხლის მოცულობის სისწრაფე იმით, რომ ძარღვიდან მჭიდვარე სისხლს არეკინებდა სითხეს დაკალიბრებული ლულის საშუალებით (ჰემოდრომომეტრი). ამგვარათვე სისხლის დენის სისწრაფეს განსაზღვრავდნ

ლიუდევიგის სასისხლო საათის შემწვობით (სურ 45). ეს იარაღი წარმოადგენს ორ შუშის ოლივას (ოვალური ფორმის ჭურჭელს) მუხლით შეერთებულს ერთ ოლივაში ჩასხმულია ზეთი (A), ზეობაში კიდე უფიბრინო სისხლი ან ფიზიოლოგიური ხსნილი (B). საძილე არტერია გადიკრება და მისი ცენტრალური ნაჭერი, ე. ი. გულის მხრისა, უერთდება A-ოლივას, პერიფერიული კიდე — B ოლივას. როდესაც არტერიიდან სისხლს გაუშვებენ, სისხლი აწევება ზეთს და იგი A-დან B-ში გადააქვს; B-ს სითხე კიდე ამ დროს არტერიაში შედის. რა წამს ეს დასრულდება, მაშინვე ოლივებს მოაბრუნებენ 180°-ით, ასე რომ ხელახლად სისხლი ზეთიან ოლივაში შედის და აქედან მას ზეობა ოლივაში ერეკება, რომლიდანაც სისხლი არტერიაში გადადის და ასე შემდეგ. ოლივის მოცულობა რომ უდრიდეს ზს, იარაღის მოტრიალების რიცხვი კი t-დროში n-ს, მაშინ მოცულობის სისწრაფე $= \frac{a}{t} n$, მისი ბაზოვანი სისწრაფე კიდე $= \frac{a}{t} n$, სადაც q=საცდელი ძარღვის სანათურს. ამავე პრინციპზეა აშენებული ტიგერშტედტის და ჰიურტლის საათები.



სურათი 45.

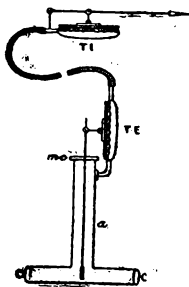
სურ. 45. ლიუდევიგის „სასისხლო საათი“. n და k მკრება გადაკლილი არტერიის ბოლოებში, იარაღის ზეობა ნაწილი (c A B) თავისუფლად შეიძლება მოტრიალდეს უმოძირო ქვემო ნაწილზე (cf) x-ღერძის გარეშე. A იესება განსაზღვრული რაოდენობის ზეთით, B და შემეორებელი ულუკლე შრატით, ან და ლოკის სითხით. მისი ხზარება იხ. ტექსტში (დანაილევკიდან).

ბევრჯერ იყო გამოკვეთული სისხლის დენის სისწრაფე ძველ დროშიაც და ამ ბოლო დროსაც. უკანასკნელად ჩუეესკის მიერ იყო განსაზღვრული სისხლის დენის სისწრაფე. ძალის საძილე არტერიაში იგი უდრიდა წუთში 107—385 მმ.-ს; ეს ოდნობა კარგად უფარდდება სხვა ძველი წესით ფირორდტის მიერ მიღებულს; ბარძაყის არტერიაში იგი ნაკლები იყო=128 mm.; წვრილ არტერიებში სისწრაფე უფრო ნაკლებია; დიდ ვენებში იგი დიდია, მხოლოდ შეფარდებული არტერიების ოდნობას არ მიაღწევს, მაგ., ძალის საძილე ვენაში=150 mm., ბაყაყისაში კიდე=60 mm.; კაპილიარებში სისწრაფე მიკროსკოპის საშუალებით

შეიძლება გაიზომოს. ფირორდტის (Vierordt) გამოკვლევით იგი წუთში 0,5—0,8 mm.-ს უდრის.

თვითეულ ძარღვში სისხლი ერთი ოდნობის სისწრაფით არ მიმდინარეობს. პულსის დროს იგი ბევრად დიდია. მაგ., შოვოს გამოკვლევით ძაღლის საძილე არტერიაში პულსის დროს სისწრაფე წუთში 500 mm.-ს უდრის; მის შემდეგ კი იგი ეცემა 150 mm-მდე. ციბულსკის გამოკვლევით ძაღლის საძილე არტერიაში სისწრაფე პულსის დროს სწორედ ორჯერ მეტია (380 mm.).

სისხლის დენის სისწრაფის ცვალებადობა ძლიერ მცირე ხანში ზემო აღწერილ იარაღით არ გამოიკვლევა. ამისათვის ხმარობენ სხვა იარაღებს. ასეთია შოვოს ეგ. წ. ჰემოდრომოგრაფი (სურ. 46). ამ იარაღით სისხლის კალაპოტში შეაქვთ ალიუმინის ფირფიტა, რომელიც გამაგრებულია ბერკეტის ბოლოზე. ეს ბერკეტი შედის კალაპოტში კაუჩუკის კედელით, (mc) და თავისუფლად მოძრაობს ამ კედელში. მისი გარეთი ბოლო უერთდება მარეის კაპსულას (TE). სისხლის დენა ფირფიტას მით უფრო ძლიერ გადახრის, რაც უფრო დიდი სისწრაფით იგი სწარმოებს. მარეის კაპსულა რომ კომოგრაფზე სწვრიდეს, მაშინ მივიღებთ მრუდეს, რომელიც დენის სისწრაფის ოდნობას და მის ცვალებადობას უნდა უფარდებოდეს (სურ. 47).

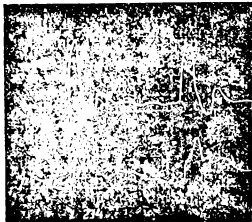


სურათი 46.

სურ. 46 სქემა შოვოს ჰემოდრომოგრაფიისა. CC—ლულა, რომელსაც ორივე ბოლოთი არტერიაში ამაგრებენ; a—გვერდითი ტოტი, რომლის საშუალებით ალიუმინის ფირფიტა სისხლის კალაპოტში შეაქვთ; mc—კაუჩუკის სიფრიფანა; TE—მარეის მიმღები კაპსულა. TJ—მარეის მწერავე კაპსულა. (Doyon და Morat).

ასეთივე შედეგი მიიღება, თუ პიტო სლულაში ვიხელმძღვანელებთ. ამისათვის სითხის სადინარში შეაქვთ ორი მანომეტრული ლულის ბოლოები. ერთის ბოლო მიმართულია გულისკენ, მეორესი კიდე გვერდზედა მიქცეული. პირველ მანომეტრში სითხე მაღალ დონეზე სდგას, მეორეში კიდე დაბალ დონეზე. ასეთი მანომეტრი იხმარება გვერდითი წოლის გასაზომად. გარჩევა სითხეთა დონისა ორივე მანომეტრში წარმოადგენს სითხის დენის სისწრაფის ფუნქციას. რაც უფრო სწრაფია დენა იმდენად დიდი გარჩევა მანომეტრულ დონეთა შორის. ეს გარჩევა ფრტოგრაფიის საშუალებით იწერება (ციბულსკი, ფრანკი).

შოგოს დრომოგრაფით მიღებული მრუდე გვიჩვენებს, რომ გულის თვითეულ სისტოლისას არტერიაში სისხლის დენა მატულობს, დიასტოლის დროს კიდე კლებულობს; ამავე დროს ისეთი რბევა ეტყობა, რომელიც პულსის მრუდის დიკოტურულ ტალღას უთანაბარდება (სურ. 47). სისწრაფის ცვლილება პულსაციის დროს მიკროსკოპის საშუალებით პირდაპირ შეიძლება ვინახულოდ: ბაჟაყის წვრილ არტერიებში ძლიერ კარგად ემჩნევა სისხლის სისტოლური აჩქარება.



სურათი 47.

სურ. 47. სისხლის სისწრაფის (O) და წოლის (P) მრუდები (Lortz). ცხენის საძილე არტერია. შეფარდებული მრუდის ადგილზე ნაჩვენებია ერთხანის ციფრებით. სისტოლური იწყება პირველ ხაზთან, დიასტოლა კიდე შესამე-გონებთან.

აგრეთვე ზემო აღწერილი ტახოგრაფით შეიძლება მივიღოთ ისეთი მრუდე (ალის ფოტოგრაფიულად გადაღების საშუალებით). ამ მრუდეს ტახოგრაფას უწოდებენ. რადგან სისხლის მიმდინარეობა ვენებით თანასწორობაშია, ხელის მოცულობა უნდა იცვლებოდეს ისეთივე სისწრაფით, რომელიც არტერიებში სისხლის დენის სისწრაფეს შეუფარდდება.

სისხლის დენის სისწრაფე, საერთოდ რომ ვთქვათ, დამოკიდებულია მამოძრავებელ ძალაზე და დაბრკოლებათა ოდნობაზე. მამოძრავებელი ძალის საზომად აორტის წოლას იღებენ: გულის მოქმედების გაძლიერებისას ეს ძალა მატულობს, გულის დასუსტებისას კიდე კლებულობს. სისხლის დენის დაბრკოლებათა მიმართ სულ სხვაანაირი ურთიერთობა არსებობს. ადგილობრივ რომ დაბრკოლება გაიზარდოს, ამ ალავის ზემოთ სისხლის წოლა იმატებს, თუ კიდე დაბრკოლება ადგილობრივ შემცირდა, მაშინ მის ზემოდან სისხლის წოლა ეცემა. შესაფერისად ამისა დენის სისწრაფე მით უფრო მეტია, რაც უფრო დიდია დაბრკოლება. როდესაც კიდე რომელიმე სისტემის წვრილი არტერიები განიერდება, ეს მდინარეში შლიუზების გაღებას წააგავს, და ამიტომ მიმდინარე სისხლის რაოდენობა მატულობს.

აღწერილ ურთიერთობას აქვს დიდი მნიშვნელობა ორგანიზმის კვების მიმართ. მაგ., მუშაობის დროს კუნთების ძარღვები განიერდება

რომ შოშუშავე კუნთის მომეტებული მოთხოვნილება ჟანგბადისა და მასაზრდოვებელი მასალის მიმართ საკმარისად დაკმაყოფილდეს. კუნთების მუშაობისას სისხლის დენა მათში ოთხჯერ—ხუთჯერ იზრდება (შოგო და კაუფმანი). იგივე ხდება ჯირკვლებში. სეკრეტის გამოყოფის დროს ჯირკვლების ძარღვები განიერდება და მათში სისხლის დენა მატულობს. უეჭველია, ასევე ხდება სხვა ორგანოებშიაც, მაგ., ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში.

რასაკვირველია, როდესაც ერთ რომელიმე ორგანოში სისხლის მომარაგება მატულობს, მაშინ სხვა ორგანოებში იგი უნდა კლებულობდეს. მაგ., მუცლის შიგნეულობაში სისხლის მომარაგება საკმარისი არაა, როდესაც კუნთები მუშაობაშია; აგრეთვე, პირიქით, კუნთების მომარაგება კლებულობს, როდესაც საჭმლის მომნელებელი მილი მუშაობს. მართლაც, პლეტისმოგრაფის საშუალებით ადვილად შეიძლება ამაში დაერწმუნდეთ. ზემო აღწერილ ონკოგრაფს აგრეთვე ხმარობენ სისხლის დენის სისწრაფის გამოსაკვლევად მომუშავე და მოსვენებულ ორგანოში, ამისთვის გაზომავენ ორგანოს მოცულობის მატებას ვენის მოჭერის შემდეგ. ეს მოჭერა მოკლე ხანს უნდა სწარმოებდეს, რომ არტერიული სისხლის დენა ამ ორგანოსკენ არ შესწყდეს.

სისხლის სრული მოქცევის ხანგრძლივობა. სისხლის ერთი მოქცევის ხანგრძლივობა პირველად ედ. ჰერინგმა (1829) განსაზღვრა ცხენზედ.

ჰერინგს შეჰქონდა ვენის (jugularis) ცენტრალურ ბოლოში ისეთი ნივთიერება, რომელიც ადვილად შეიძლება აღმოჩნდეს ქიმიური რეაქციის საშუალებით, სახელობარ, ყვითელი სისხლიანი მარილით. მაშინვე შემზაუნების შემდეგ მეორე მხარეზე შეფარდებული ვენის პერიფერიული ბოლოდან იღებენ სისხლის ნიმუშებს თვითნებულ წუთში. ამ ნიმუშებში აწარმოებენ რეაქციას ყვითელი სისხლიანი მარილის მიმართ. იმ მიზნით, რომ განისაზღვროს ის მომენტი, როდესაც შეცვლილი სისხლი ვენაში პირველად გაძოჩნდება. ცხადია, რომ ამ მარილმა წინასწარ უნდა გაიაროს მთელი დიდი და მთელი პატარა წრე სისხლის მიმოქცევისა. ჰერინგის მეთოდი შემდეგში შეცვლილი და გაუქუთესებული იყო ფირორდტის და ჰერმანის მიერ.

ჰერინგის დაკვირვებით, ცხენზედ სისხლის მოქცევის ხანგრძლივობა საშუალოდ 31,5 წუთს უდრის; ძალზედ—16,7 წუთს; შინაურ კურდღელზედ—7,5 წუთს. საზოგადოდ თვითნებულ ცხოველზედ ერთი მოქცევის ხანგრძლივობა 27 გულის ცემას შეიცავს; ამნაირი გამოანგარიშებით აღმაინაზღდ ერთი მოქცევის ხანგრძლივობა 22—23 წუთს უნდა უდრიდეს.

ხოლო უნდა აღვნიშნოთ, რომ ჰერინგის წესით მხოლოდ ამაჟ-სიმაღლური ოდნობა შეიძლება განისაზღვროს, ე. ი. ის მოკლე დრო, რომელიც სისხლის ნაწილას სჭირდება მთელი მოქცევის გარბენისათვის. საშუალო ხანგრძლივობა, უეჭველია, უფრო დიდია. სახელდობრ თვითონვე დარღვევის სისხლის დენის სისწრაფე ერთნაირი არაა. დარღვევის დერძიდან სხვადასხვა მანძილზე: რაც უფრო ახლოა სითხე დარღვევის სანათურის შუა გულთან, მით უფრო მეტია მისი სისწრაფე. ამის და შესაფერადის ნაწილები, რომლებიც დარღვევის შუა გულთან მისწრაფვის, უფრო მალე გაიბრუნეს მოქცევის წრეს, ვიდრე კედელთან მახლობელი ნაწილაკები. ამიტომ შეიძლება მივიღოთ, რომ საშუალო სისწრაფე სისხლის დენისა უმაღლესი სისწრაფის ნახევარს უდრის. მაშასადამე, სისხლის მოქცევის საშუალო ხანგრძლივობა უნდა იყოს ორჯერ მეტი ზემო მოყვანილ ოდნობებზე.

სისხლის დენის სისწრაფის განსაზღვრა ლიუდვიგის სასიხლო საათის შემწეობით. ეს ცდა უკვე ავწერეთ ზემოთ.

14. სისხლის ძარღვთა ინერვაცია.

ძარღვთა შემავიწროვებელი ნერვები. ძარღვთა კუნთები განიცდის ორნაირ ნერვულ ძაფთა გავლენას: ან ისეთ ძაფთა, რომელთა გაღიზიანება ძარღვთა კუნთებს ამოკლებს და მით სანათურს ამცირებს (ძარღვთა შემავიწროვებელი ნერვები), ან კიდე ისეთ ძაფთა გავლენას, რომელთა გაღიზიანება კუნთებს აღუნებს და მის ძარღვთა სანათურს აღიღებს (ძარღვთა გამგანიერებელი ნერვები). პირველები იყო ალმაჩენილი კლ. ბერნარის და ბროუნ სეკარის მიერ (1851-1852), მეორები კიდე შიფის (1855) და კლ. ბერნარის (1858) მიერ. ხოლო მნიშვნელობა საძარღვო ნერვებისა სისხლის მიმოქცევისათვის პირველად ლიუდვიგმა გამოავლინა.

ყელის სიმპატიკური ნერვის გადაჭრისას, სხვათა შორის, შეიძლება ვინახულოთ, რომ ყურის ძარღვები განიერდება, და ამიტომ წინეთ წერილი უჩინარი არტერიები და ვენები ეხლა ნათლად ჩნდება. ყურის ნიფარი რომ გადავჭრათ, სისხლი ჭრილობიდან უფრო ძლიერ გადმოჩქეფს, ვიდრე სიმპატიკური ნერვის გადაჭრამდის. ამასთან ყურის ტემპერატურა შედარებით მეორე ყურთან უფრო მაღლა აიწევს. სისხლი უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე ამას წინ, და ისე არ იცვლება

ყურის კაპილიარებში, როგორც ნორმულ პირობებში. ამიტომ 'ვენური' სისხლი უფრო მზიარულ ფერს იღებს და იგი თვისებებით უფრო არტერიული სისხლს უახლოვდება.

თუ გავალიზიანეთ ყელის სიმპატიკური ნერვის პერიფერიული ნაწილი, ყურის არტერიები ვიწროვდება. ძლიერი გალიზიანებისას მაიოსინათური შეიძლება სრულიად გაქრეს; ვენური სისხლი ნელ-ნელა გამოდის და მას მეტი წითელი ფერი აქვს; ყურის გაქრისას სისხლი მცირედ გამოდის; ტემპერატურა ყურისა კიდე დაიწვეს.

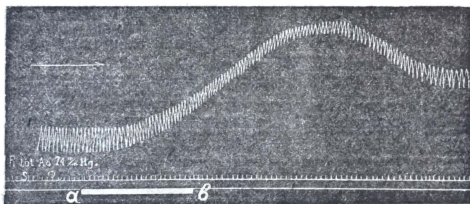
რადგან ყელის სიმპატიკური ნერვის გადაჭრა ყურის ძარღვებს აგანიერებს, მისი გალიზიანება კიდე ამ ძარღვებს ავიწროვებს. სჩანს 1) ყელის სიმპატიკური ნერვი უნდა შეიცავდეს ყურის ძარღვთა შემავიწროებელ ნერვულ ძაფებს; 2) ეს ძაფები უნდა განიცდიდეს მუდმივ ტონურ აგზნებას იმ იმპულსთა წყალობით, რომელნიც ცენტრალურ ნერვულ სისტემიდან გამუდმებით მომდინარეობენ. თითქმის ყველა ძარღვებს, მეტადრე არტერიების უმრავლესობას აქვს ისეთი ნერვები, რომელნიც მათი შევიწროვებას იწვევენ. ც. ნ.-ს-დან ისინი გავივლიან წინა ფესვებს, აქედან ავტონომიურ სისტემაში შევლენ და უკანასკნელის საშუალებით მთელ სხეულში ვრცელდებიან. ამ ნერვთა შესახებ აქნობადის შემდეგია ცნობილი:

ძარღვთა შემავიწროვებელი ნერვები მეტ წილად ზურგის ტვინის გულმკერდის ფარკლიდან გამოდიან. თავის ასეთი ნერვები იწყება 1—5 გულმკერდის ფესვების საშუალებით, გადადის ზედად სიმპატიკურ ნერვში და აქედან თავში სხედასხვა ალგას ვრცელდება. ამაში იქიდან ვრწმუნდებით, რომ სიმპატიკური ნერვის გალიზიანება ძარღვთა შევიწროვებას თავის ყველა ნაწილებში იწვევს. მხოლოდ თავის ტვინის შესახებ ავტორთა აზრი სხვადასხვაა. ზოგიერთი მკვლევარი ამტკიცებს, რომ ყელის სიმპატიკური ნერვი ტვინის ძარღვების შემავიწროვებელ ნერვებსაც შეიცავს. სხვათა აზრით ეს ძარღვები სრულიად მოკლებული უნდა იყოს ამნარ ნერვებს, ვითომ კი თავში სისხლის დენა დამოკიდებულია სხვა ორგანოებში სისხლის გაწესრიგებაზე. ამ ნერვთა მსგელობის შესახებ ცნობები მეტად ბუნდოვანია. ზოგიერთა აზრით ისინი გადადიან ძარღვთა სიმპატიკურ წნეულებში, ზოგისა კიდე ისინი უერთდებიან თავისტვინის ნერვებს. უკანასკნელი აზრი მაგ. დამტკიცებულია H. hypoglossus-ის მიმართ. ზემო კიდურთა ძარღვების შემავიწროვებელი ნერვები გამოდის ზურგის ტვინიდან მე-3—მე-11 გულმკერდის ფესვებით, ქვემო კიდურთა კიდე შეუარლებულ ზურგის ტვინის ნერვების უკანა ტოტებიდან.

ძარღვთა შემავიწროვებელი ნერვები ჯერ გადადის სიმპატიკური ნერვის ღეროში, აქედან მეტ წილად მიიმართება სხეულის შეფარდებულ ნაწილთა მთავარ ნერვულ ღეროებისკენ. მუცლის შიგნულობათა შემავიწროვებელი

ხერვები გამოდის დაწყობილი მე-3 გულმკერდის ნერვიდან წელის პირველ ან მესამე ნერვამდე და მეტ წილად გაივლის *n. splanchnicus*-ის საშუალებით. სასქესო ორგანოების სისხლის შემავიწროვებელი ნერვები გამოდის ზურგის ტვინიდან წელის უკანასკნელი ფესვებისა და სამღრთო ფესვების საშუალებით; მათ თავისი საბოლოოვო კატოტამდის *plexus hypogastricus*-ი უნდა გაიარონ. ფილტვებს აგრეთვე აქვს ეს ნერვები. ზოგიერთა დაკვირვებით ფილტვები ცთომილი ნერვით მიიღებს ძარღვთა შემავიწროვებელ ძაფებს. ხოლო ატორთა მეტი წილი ამტკიცებს, რომ ეს ნერვები მე 2—მე-5 გულმკერდის ფესვებით გამოდის და ფილტვებში სიმპატიკური ნერვის ტოტებით შედისო.

ჩამოთვლილი გზების გარდა ძარღვთა შემავიწროვებელ ნერვები სხვა ნერვული გზებითაც გაივლის, მაგ., ყელის წნულის მეორე და მესამე ნერვში პოულმონე ყურის წვეტისა და გვერდების ძარღვთა შემავიწროვებელ ნერვებს, რომლებიც *n. auricularis cervicalis* ით გაივლის. მერე ამტკიცებენ, რომ *n. vagus*-ში არსებობს გულის ძარღვთა შემავიწროვებელი ნერვები, აგრეთვე კუჭისა, ნაწლევებისა, თირკმელებისა და ელენთასი. შეიძლება ამ ნერვებს სათაური სიმპატიკურ ნერვში აქვთ. საჭირო ცნობები ამის შესახებ არა გვაქვს; შეიძლება ვიფიქროთ, რომ თვითეული ნერვული ღერო შეიცავს სხეულის შეფარდებული ფარგლის ძარღვთა შემავიწროვებელ ძაფებს.



სურათი 48.

სურ. 48. *N. Splanchnicus*-ის პერიფერიული ნაჭრის გაღიზიანების მოქმედება არტერიულ წოლაზე (აორტა). ცდა საზურგტვინო ძალზედ. გაღიზიანება (a b) არტერიული წოლის დიდ მოპატებას იძლევა. დრო აღნიშნულია წუთობით (დან ი ლ ე ს კ ი დ ა ნ).

ძარღვთა შემავიწროვებელ ნერვებიდან ყველაზე დიდ როლს უეპველია შიგნეულობის ნერვები (*nn. splanchnici*) სთამაშობს. მათი გადაჭრისას ორივე მხარეზე სისხლის წოლა აორტაში და მსხვილ არტერიებში ძლიერ ეცემა. თითქმის მთელი სისხლი დადამბლებულ, გაგანერებულ შიგნეულობის ძარღვებში იკრთება. ამის გამო ყველა დანარჩენი ორგანოები თითქმის უსისხლოდ რჩება: ისეთი მდგომარეობა.

შეიქმნება ხოლმე, რომ გვევანებათ ცხოველს მთელი სისხლი გამოუშვესო. პირიქით, თუ გაღიზიანდა ორივე შიგნეულობის ნერვი, მაშინ შიგნეულობის ძარღვები ფრიალ ვიწროვდება: სისხლი აქიდან გაირეცება, დაბრკოლება ღნისადმი ძლიერდება და მით მსხვილ არტერიებში სისხლის წოლა მატულობს (სურ. 48).

ამასთან უნდა ვიქონიოთ მხედველობაში, რომ nn. splanchnici იძლევიან ნერვულ ტრეტებს როგორც არტერიებისთვის, ისე შიგნეულობათა ვენებისთვის. მათი გაღიზიანებისას სისხლი მიირეცება არტერიებიდან ვენებში, უკანასკნელებიდან მარჯვენა გულში, ასე რომ თუნდაც აორტა დაკობილ იქმნას იქვე ლავიწქეშა არტერიის ქვემოთ, მაინც სისხლის მიმოქცევაში კიდევ ბლომად სისხლი მიიღებს მონაწილეობას, რომელიც საზოგადო რაოდენობის 27% აღწევს (Mall).

ძარღვთა უნერვოდ შეგუებული მოქმედება. საზოგადოდ არტერიულ ძარღვებს აქვთ უნარი უნერვოდ მოქმედებასა. ძარღვთა მუსკულატურა შინაგანი წოლის გაძლიერების გავლენით იკუმშება, წოლის შემცირების გავლენით კიდე იგი დუნდება. თანახმად ბეილისის (Bayliss) გამოკვლევისა, ეს ხდება ცენტრალური ნერვული სისტემის უმონაწილოდ და შეიძლება დამტკიცებულ იყოს როგორც ბუნებრივ პირობებში, ისე ამოჭრილ არტერიაზე. მაგ., რომელიმე არტერიას რომ ძაფი გადუქიროთ და იგი უსისხლო გაეხადოთ, მაშინ შეფარდებულ ორგანოში, სადაც იგი საბოლოოდ ვრცელდება, ძარღვები ვანიერდება. ამის წყალობით აღვილდება კოლატერალური სისხლის დენილობა მეზობელ ფარგლებიდან. ასეთ შეგუებულ მოქმედებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ქირურგიაში. პირიქით, თუ აღებულ ფარგალში სისხლის მოდენილობა ძლიერდება და მით არტერიული წოლა მატულობს, მაშინ ძარღვები ვიწროვდება და მით ორგანოს სისხლით ზედმეტი გავსება შეუძლებელი ხდება. მთელი რიგი ამგვარი ცდებისა არსებობს. საიდანაც ცხადლივ სჩანს, რომ სისხლის ძარღვები, მეტადრე არტერიები, და ჩვეულებრივ კაპილიარებიც უბრალო ლულებს არ წარმოადგენენ, რომ ისინი პასივურად არ მიემართვიან სისხლის დენას: პირიქით, პირდაპირი გაღიზიანების გამო მათი მდგომარეობა ორგანოში სისხლის დენისა და მომარაგების მოთხოვნილებას უფარდდება.

ძარღვთა გამგანიერებელი ნერვები. N. lingualis რომ გავაღიზიანოთ და დავაკვირდეთ ყბისქვეშა სანერწყვო ჯირკვლის, გამოჩნდება, რომ ჯირკვლის ვენა იბერება, მასში გან-

ფილი სისხლს მზიარული წითელი ფერი აქვს, და მასთან იგი პულისა-
ციას იწყებს. აქედან დასკვნეს, რომ n. lingualis შეიცავს ისეთ ნერვულ
ძაფებს, რომელთა გაღიზიანება ყბისქვეშა ჯირკვლის ძარღვებს აგზნო-
რებს. ასეთ ნერვებს ძარღვთა გამგანიერებელს უწოდებენ.

სადაც ეს ნერვები გზვდება შემავიწროვებელ ნერვებთან შეურე-
ვლად, იქ მათი აღმოჩენა ძლიერ ადვილია. ხოლო სადაც ორივე ჯუ-
რის ნერვები ერთი ღეროთი გაივლის, საჭიროა განსაკუთრებული ცდის
წარმოება ძარღვთა გამგანიერებელი ნერვების აღმოსაჩენად. ხშირად ხდე-
ბა, რომ ამნაირი ღეროს გაღიზიანებისას გამგანიერებელ ნერვთა მოქმე-
დება აკარბებს გაღიზიანების დროსვე შემავიწროვებელ ნერვებს. მაგრამ
ძარღვთა გაგანიერება მეტადრე ხშირი მოვლენაა გაღიზიანების შემდეგ,
როგორც შემდეგმოქმედება. უკანასკნელი გარემოება გვეუბნება, რომ
ძარღვთა გამგანიერებელი და შემავიწროვებელი ნერვები წმინდა ანტო-
გონისტებს არ წარმოადგენენ, რომ ისინი მოქმედობენ ძარღვთა სხვა
და სხვა ნაწილზე მსგავსად იმისა, როგორც ეს გულის შემაკავებელი
და ამქვარებელი ნერვების შესახებ იყო აღნიშნული.

ძარღვების შემავიწროვებელ ნერვთა სუსტ მოქმედებას (სუსტი გაღიზი-
ანების გამო) სჭარბობს გამგანიერებელ ნერვთა ძლიერი მოქმედება (შეღარებათი
ძლიერი გაღიზიანება); ეს იქიდან გამომდინარეობს, რომ თუ სიმპატიკური ნე-
რვი დაუზიანებელია და, მაშასადამე, ყბის ქვეშა ჯირკვლი მასში არსებულ შე-
მავიწროვებელ ნერვთა გავლენას განიცდის, მაშინაც n. lingualis-ის გაღიზიანება
ძარღვთა გაგანიერებას იწვევს.

რომელიმე ნერვის ღერო რომ გადაეჭრათ და ცხოველი დიდხანს
ვაცოცხლოთ, ნერვის პერიფერიული ბოლო მოკლე ხანში გარდიშე-
ბა. ოთხი დღის შემდეგ რომ გარდაშვებული ნერვი გავაღიზიანოთ,
ენახამთ ძარღვთა გაგანიერებას (Goltz); ახლად გადაჭრილი
ნერვის გაღიზიანება ძარღვთა შევიწროვებას იძლეოდა. სჩანს, ც. ნ.
ს.-ოდან მოწყვეტისას გამგანიერებელი ნერვი აგზნებულობის უნ-
არს უფრო დიდხანს ინახამს, ვიდრე შემავიწროვებელი.

მაგრამ ახლად გადაჭრილ ნერვშიაც შეიძლება დაედასტუროთ
გამგანიერებელ ძაფთა არსებობა, თუ რომ ცდას მიზანშეწონილად
ვაწარმოებთ. სახელდობრ აღმოჩნდა, რომ სუსტი გაღიზიანება ან მკი-
რე სიხშირის გაღიზიანება გამგანიერებელ ძაფებზე უფრო ძლიერ მო-
ქმედებს, ვიდრე შემავიწროვებელზედ. ამაში ჰერდავენ კიდევ ერთს სა-
ბუთს გამგანიერებელ ნერვთა არსებობის დასამტკიცებლად (Остроумовъ,

Bowdisch) გამგანიერებელი ნერვები უფრო ადვილად ღიზიანდება სითბოს შიერ (Grützner, Миславский)

ბოლოს იყო აღმოჩენილი, რომ იმ შემთხვევაშიაც როდესაც ორივე ჯურის ნერვი ერთი ღეროთი გაივლის, თვითეული ჯურის ძაფები ცალკე ფესვებით გამოდიან ზურგის ტვინიდან და ამნაირად შეიძლება მათი ერთი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად შესწავლა.

ძარღვთა გამგანიერებელ ნერვთა შესახებ აღსანიშნავია შემდეგი თავისებურება. გამგანიერებელთა მოქმედების ფარული პერიოდი ცოტაოდნავ შემავიწროვებელთა მოქმედებისაზე მეტია. უკანასკნელთა გაღიზიანებისას ეფექტი მაქსიმუმს უფრო მალე მიაღწევს, ვიდრე ძარღვთა გამგანიერებელ ნერვთა ეფექტს.

ძარღვთა გამგანიერებელთა გზები. გამგანიერებელთა ნერვებიდან უკვე ვიცნობთ ერთს, რომელიც n. lingualis-ის საშვალეებით ყბის ქვეშა ჯირკვლში თავდება. ამავე გზით გადის ენის წინა ნაწილისთვის. ენის უკანა ნაწილისთვის ასეთი საძარღვო ძაფები n. glossopharyngeus-ის საშვალეებით გაივლის. გამგანიერებელი ნერვები ტუჩებისთვის, ლოყებისათვის, რბილი სასისთვის, ნესტოებისათვის და საერთოდ პირისახის კანისთვის მე-2-5 გულმკერდის ნერვებიდან გამოდის, მერე სიმპატიკური ნერვით გაივლის და ბოლო n. trigeminus-ს უერთდება. უკანასკნელი თავადაც შეიცავს ძარღვთა გამგანიერებელ ნერვებს პირისახისათვის და თვლისათვის (Dastre და Movat). ყური იღებს გამგანიერებელს მე-4-6 ყელის ნერვებიდან, ზედა კიდურების გამგანიერებელნი მე-5-8 გულმკერდის ნერვებიდან გამოდიან; ქვედა კიდურებისთვის კიდე მე-4-7 წელის ნერვების უკან ფესვებიდან, აქედან გამგანიერებელნი ჯირმულის განყოფილების სიმპატიკურ ნერვში შევლენ, მერე საჯდომ ნერვში. ზოგი ავტორი ამტკიცებს, რომ სიმპატიკური ნერვის გულმკერდულ განყოფილებაშიაც მოიპოვებიან ასეთი ნერვები ქვედა კიდურებისთვის. მე-11 — 13 გულმკერდის ნერვები შეიცავენ შიგნეულობის ძარღვთა გამგანიერებელ და შემავიწროვებელ ძაფებს. N. splanchnicus-ში აგრეთვე არსებობს გამგანიერებელი ძაფები შიგნეულობისათვის. ცოთმილი ნერვი აგრეთვე შეიცავს გამგანიერებელ ძაფებს გულის გვირგვინოსან ძარღვებისთვის. ფილტვები იღებენ ზოგიერთა გამოკვლევით თავის გამგანიერებელთ სიმპატიკური ნერვის ყელის გინყოფილებიდან, აგრეთვე ცოთმილ ნერვიდან.

მაშაკაცის სასქესო ასოს ძარღვთა გამგანიერებელი ნერვები, რომელთაც ფრიად დიდი როლი აქვთ ერექციის დროს, გამოდიან მე-1—3 სამღრთო ფესვებიდან, უერთდებიან plexus hypogastricus-ს და მერე მიემართიან ასოს ძარღვებისაკენ (Eckhard)

ძარღვთა მამოძრავებელი ნერვების მოქმედების წარმოშობა.

უკვე აღვნიშნეთ ზემოთ, რომ ძარღვთა შემავიწროვებელი ნერვების სიღამბლე, მათი გადაჭრა ძარღვთა გაგანიერებას იძლევა და მით იწვევს კანისა ან ლორწოვანი გარსის ან და ორგანოს გაწითლებას, ტემპერატურის აწევას, ორგანოს მოკულობის მატება სისხლით გავსების გამო, ვენური სისხლის მიერ აღისფერის მიღება სხვა. ყველა ეს ადვილად აიხსნება იმით, რომ ტვინის ვაზომოტორულ (ძარღვთა მამოძრავებელ) ცენტრებიდან მიმდინარეობს ტონური აგზანება, რომელსაც ძარღვთა სადა მუსკულატურა, სახელობრ, არტერიებისა, მუდმივი შეკუმშვის მდგომარებაში მოჰყავს. ამის გამო ამ ნერვების გადაჭრას მუსკულატურის მოღუწება ჰყვება.

თუ პირიქით გავაღიზიანეთ გადაჭრილ ძარღვთა პერიფერიული ბოლო ან და გავაძლიერეთ ტონური ცენტრის მოქმედება, მაშინ პირიქით ასეთ შედეგებს მივიღებთ: ტემპერატურის დაწევას, ძარღვთა შევიწროვებას, ფერის დაკარგვას და სხვას. მაგრამ ცდებიდან სჩანს, რომ თუ გადაჭრილია საჯდომი ნერვი, რომელიც კიდურის ძარღვთა შემავიწროვებელ ნერვებს შეიცავს, რამდენიმე დღის შემდეგ ზემო ჩამოთვლილი შედეგები ისპობა და ძარღვები ხელახლად ვიწროვდება, ტონუსი თითქმის აღორძინდა. ცხადია, ამ შემთხვევაში ტონური აგზანება წარმოიშება ადგილობრივ თვითონ ძარღვების კედლებში; მათში ან მათთან მახლობელ ნერვულ კვანძებში უნდა არსებობდეს პერიფერიული ცენტრები ძარღვთა შესავიწროვებლად და ესლა ისინი თავისი აგზანებით აღადგენენ ძარღვთა ტონუსს. თუ ამის შემდეგ, როდესაც კიდურის ტემპერატურა ნორმული ხდება, ტონუსიც ნორმულია, გავაღიზიანეთ კიდური ელექტრული ნაკადით ან სიცივეთი, კიდურის ძარღვები განიერდება, გაღიზიანების შეწყვეტისას კი ხელახლად ვიწროვდება. ასეთივე დროებითი ძარღვების გაგანიერება გამოიწვევა, თუ გადაჭრილი ნერვის პერიფერიული ბოლო გავაღიზიანეთ ელექტრული ნაკადით. ყველა ეს უჩვენებს, რომ ძარღვთა ტონუსი აღსდგება ტვინის უმონაწილოთ მხოლოდ საკუთარ პერიფერიულ აპარატთა გავლენით. ასეთივე ტონუსის აღდგენა ინახულა გოლცმა იმნაირ ძალღზედ, რომელსაც ზურგის ტვი-

ნის დიდი წილი მოშორებული ჰქონდა ოპერაციის საშუალებით: ჯერ კიდურთა ძარღვებს სიღამლე მოუვიდათ, მერე კი მათ ტონუსი დაუბრუნდათ.

ყველა ამის ასახსნელად იყო წამოყენებული ასეთი ჰიპოტეზა, რომ პერიფერიულ სიმპატიკურ კვანძებში და წილობრივ თვითონ ძარღვთა კედლებში არსებობს ისეთი ნერვული აპარატები, რომლებიც ძარღვთა ტონუსს ტვინზე დამოუკიდებლად აწარმოებდნენ.

მაგრამ ძარღვთა კედლებში ნერვული ელემენტების არსებობა ჯერაც არაა გამოკვეთილი. არტერიების კედლებში მართლაც ჰპოვობდნენ განგლიურ უჯრედებს მხოლოდ მცირე რაოდენობით და შედარებით იშვიათად. შეიძლება პერიფერიული ტონური მოქმედება ვითარდებოდეს წილობრივ სადა მუსკულატურის პირდაპირი აგზნებით, როგორც ეს თვალის გუგის სფინქტერს მოსდის.

გაცილებით ძნელია ძარღვთა გაგანიერების მექანიზმის ახსნა. არტერიულ კედლებში არ მოიპოვება ისეთი მუსკულატურა, რომელიც გასწვრივ განწყობოდეს, და მითუმეტეს ძარღვის აქტიურად გაგანიერება. ამიტომ გაბატონებულია ჰიპოტეზა, რომლის თანახმად ძარღვთა გაგანიერებელი ნერვები წარმოადგენენ შემაკავებელთ, რომელნიც ძარღვთა შემავიწროებელ პერიფერიულ აპარატებზე დიპრესიულად მოქმედობენ; ისინი მხოლოდ ასუსტებენ ან სპოზენ არტერიების კედლების ტონურ შეკუმშვას, რის გამოც სისხლის წოლა ძარღვების კედლებს უფრო მძლავრად გასჰიშავს. ასეთი შეხედულობით გაგანიერებელთა აგზნება არსებითად უნდა იძლეოდეს იმავე გაგანიერებას, როგორც შემავიწროებელთა სიღამლე.

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ ძარღვთა პერიფერიული ტონუსი დამოკიდებულია ან მხოლოდ ან უმეტესად არტერიების სადა მუსკულატურაზე, მაშინ მოყვანილი ახსნა არ უნდა იყოს დამაკმაყოფილებელი, რადგან გაუგებარია რჩება ის საკითხი, თუ რაში მდგომარეობს გაგანიერებელ ნერვთა შემაკავებელი მოქმედება პირდაპირ არტერიების სადა მუსკულატურაზე. შემდეგ იყო ნაჩვენა შიფის მიერ, რომ ზოგიერთ პირობებში შინაური კურდღლის ყურის ძარღვები უფრო კლიერ განიერდება საღ მხარეზე, ვიდრე მეორე ყურში, რომლის სიმპატიკური ნერვი გადაჭრილია. ზემო მოყვანილ ჰიპოტეზას მეტადრე ნათლად ეწინააღმდეგება შემდეგი ფაქტი. ძარღვთა შემავიწროებელი ნერვები რომ გადაეჭრათ, მაგ., ცხის ქვეშა ჯირკვლისა, მაშინ ამის შემდ-

გამ ძარღვები განიერდება, რადგან არტერიების ცენტრალური ტონუსი ისპობა. მაგრამ თუ ამ პირობებში გავლიზიანეთ chorda tympani, რომელიც ძარღვთა გამგანიერებელ ნერვებს შეიცავს ამავე არტერიებისთვის, მათი გაგანიერება კიდევ უფრო მატულობს, ჯირკველი ძლიერ წითლდება.

ამნაირად, ძარღვებში შემაფიწროვებელთა სიღამბლე და გამგანიერებელთა გალიზიანების ეფექტი ერთი და იგივე არაა; მეორე სწარმოებს უფრო ძლიერ და მასთან ძარღვთა ტონუსზე დამოუკიდებლად ცხადია თავის თავად, რომ როგორიც გინდა იყოს გამანიერებელ ნერვთა მოქმედების მექანიზმი, უნდა ვიცნოთ, რომ მათი გალიზიანება არტერიების სადა მუსკულატურაში ტონური შეკუმშვის შეკავებას იწვევს, მსგავსად ცთომილ ნერვთა მოქმედებისა გულის რითმულ შეკუმშვაზე. შედეგი კი ერთნაირი არაა: გულისცემის განელება სისხლის მიმოქცევას ასუსტებს, არტერიების გაგანიერება კი მომქმედი ორგანოს სისხლით მომარაგებას ასწევს.

ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრები. თუ დავაკვირდებით არტერიული ძარღვების მღვომარეობას, და მასთან თავის ტვინს წინიდან მაყოლებით გარდიგარდმო გადავჭრით, აღმოჩნდება რომ თვითვეული გადაჭრა ან სულ მცირე ხანს ან და სულაც არ მოქმედობს სისხლის წოლაზე; მაგრამ რა წამს გადიკება ოთხგორაკა და დაზიანდება მოგრო ტვინი, მაშინვე სისხლის წოლა მძლავრად იცვლება, სახელობო, მოგრო ტვინის გარდიგარდმო გადაჭრა წოლის მედგარ დაწვევას იძლევა; ამასთან არტერიული ძარღვები ძლიერ განიერდება, ამიტომ მათი კედლების გაჭიმულობა ძლიერ ეცემა; მცირდება აგრეთვე წოლის განსხვავება არტერიებსა და ვენებში, სისხლის დენის სისწრაფეც მცტად ეცემა. ტვინის გადაჭრა რომ მეორე ცხოველზე უკნაიდან ზურგის ტვინი დავიწყოთ, აღმოჩნდება რომ ეხლაც ანაირი ოპერაციას არტერიული წოლის დაცემა მოხდევს, ხოლო ასეთი შედეგით უფრო ძლიერი იქნება, რამ უფრო ზევით მოხდება ზურგის ტვინის გადაჭრა; მაგ. ზურგის ტვინი რომ გადიკრას იქვე მოგრო ტვინის კვემოდან, მაშინ მივიღებთ სრულიად იმნაირ შედეგს, როგორც მოგრო ტვინის გადაჭრისას. ამის მიზეზი ისაა, რომ ორივე შემთხვევაში მთელი სხეულის არტერიული სისტემა დადამბლდება, ძარღვთა სრული მამოძრავებელი სიღამბლე სწარმოებს. ესლა რომ პერიფერიული ნაწილი ზურგის ტვინისა გალიზიანდეს ელექტრული ნაკადით, არტერიული

ძარღვების სანათური ნელა და თანდათან ვიწროვდება, წოლა იიწვეს ნორმამდე, და ნორმის ზემოთაც. გაღიზიანების შეწყვეტისას ეს ეფექტი კიდევ ღიბანს გრძელდება, მაგრამ ბოლოს მაინც ჰქვება, ძარღვები უბრუნდება დიამბლბულ მდგომარეობას, მაქსიმალურ გაგანიერებას.

ამნაირი ცდებიდან დავსკენით, რომ მოგვძო ტვინში და წილობრივ აგრეთვე ზურგის ტვინში არსებობს საკუთარი ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრები (ძარღვთა შემაფიწროვებელ ნერვებისათვის), საიდანაც არტერიულ ძარღვთა კედლებისკენ გამუდმებზე იმპულსები იგზავნება.

ზოგიერთა ახალი ცდების საფუძველით (Bayliss) უნდა მივიღოთ, რომ მოგვძო ტვინში უნდა აგრეთვე არსებობდეს ძარღვთა გამგანიერებელი ცენტრი. თუმცა უფრო ადრე იყო ნაჩვენები, რომ ზურგის ტონის ყელის ნაწილის გაღიზიანება არტერიების გაგანიერებას იწვევს, სახელდობრ, კანისა და ლორწოვანი გარსისა პირისახის ფარგალში. აგრეთვე სასქესო ასოს, ნაწლევებისა და ჯორჯალის ფარგლებში.

მთავარი ძარღვების მამოძრავებელი ცენტრი, სახელდობრ, შემაფიწროვებელი მოგვძო ტვინის მეოთხე პარკუჭის ძირში მდებარეობს raphe-ს ორივე მხარეზე. შინაურ კურდღელს იგი calamus scriptorius-ის ფარგალში აქვს. ადამიანს კიდე ეს ცენტრი ზოგის აზრით სახის ნერვის გამოსავალთან დაახლოვებით აქვს.

ცხოველზე რომ ამ ალაგს წაუსვით რომელიმე ნარკოტიული ნივთიერება, მაგ., ეთიკანი, მაშინვე არტერიული წოლა დაეცემა, როგორც მოგვძო ტვინის დანგრევისას.

აღნიშნულ ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი ტონურ აგზნებას განიცდის, რის გამოც, როგორც ნათქვამი იყო არტერიული ძარღვები გამუდმებზე ტონუსში იმყოფება. ეს ცენტრის აგზნება უნდა იყოს ადგილობრივი კიმიური ბუნებისა; ხოლო წილობრივ ცენტრის ტონური აგზნება რეფლექსურიც უნდა იყოს იმ სააგზნებო იმპულსთა გავლენით, რომელნიც მგზნობიარე გამტარებელთ მოაქვთ სხეულის პერიფერიიდან და შიგნეულობათაკან.

ზურგის ტვინის ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრები. ზემოთ უკვე მოვიყვანეთ ისეთი ფაქტები, საიდანაც ანაირ ცენტრთა არსებობა სჩანს. ძალს რომ ზურგის ტვინი გადუქრათ გულმკერდისა და წელის ნაწილთა შუა, მაშინ თავიდანვე მდებლდება და ძლიერ განიერდება ის

ძარღვები, რომლებიც ნერვებს ტვინის წელის განყოფილებიდან იღებს; მასთან ტემპერატურა აიწევს. ხოლო 12—15 დღის შემდეგ ძარღვები ვიწროვდება, ტემპერატურა დაიწევს, ტონუსი აღორძინდება. თუ ეს-
ლა დაუანგრევთ ზურგის ტვინიდან წელის ნაწილს, მაშინვე ძარღვებს ხელახლად ემართებათ სიღამბლე: ძარღვთა ძლიერი გაგანიერება უკანა კიდურებში; მუცლის შიგნეულებში წოლის ძლიერი შემცირება, სის-
ხლის მიმოქცევის თითქმის შეწყვეტა; ცხოველი შეიძლება კიდევ მოკ-
ვდეს.

აქედან იყო დასკვნილი, რომ **ზურგის ტვინშია**, სახელობრ მისი გულშეკრდის ნაწილის გვერდით რქებში, **არსებობს საკუთარ ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი** (შემაიწროვებელი) **დამოუკიდებელი ტონუსის საწარმოებლად**. რეფლექსურად მისი აზნება შეიძლება მაშინ, თუ გავალიზიანთ მგრძნობიარე პერიფერიული ნერვები.

ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრების ტონუსის წარმოშობა. ამ ცენტრების ტონური მდგომარეობა მუდმივად ერთს ღონეზე არა სდგას, პირიქით იგი ცვალებადობს: ხან მატულობს, ხან კლებულობს. ამის შესაფერად ძარღვების სანათური ხან მატულობს, ხან კლებულობს, რაც სისხლის წოლის პარალელურ ცვლილებაში გამოიხატება. ნორმულ პირობებში ძარღვთა ტონუსის ჩვეულებრივი რბევა სუნთქვას შეუფარდება. თვითეულჯერ შესუნთქვისას სისხლის წოლა ჯერ კლებულობს, მერე მატულობს და ამოსუნთქვისას მაქსიმუმს აღწევს (იხ. სურ. 49).



სურათი 49.

სურ. 49. ტრახებს ტალღები. კატა კურარეთი მოწამლული. ორივე ცთომილი ნერვი გადაჭრილია. ჯვრებით აღნიშნულია ის პერიოდი, როდესაც ხელოვნური სუნთქვა შეეწყნებული იყო. (უუნ ც-ლ ევი დ ან)

საგულისხმოა, რომ თუ დანარკოზებულ ცხოველზე ხელოვნური სუნთქვა შევაყენეთ, სასუნთქო ტალღები კიდევ რამდენიმე ხანს გრძელ-

დება. ამაში მნიშვნელობა არა აქვს n. vagus-ს და n. phrenicus-ს, რადგან იგივე მოკლენა მათი ორმხრიან გადაკრისას ჩნდება. ამნაირად, სასუნთქვო ტალღები სწარმოებს მიუხედავად ფილტვების მექანიკური ვენტრიალიის მოსპობისა (სურ. 48).

სრულიად იგივე სასუნთქვო ტალღები შეიძლება ვინახულოთ მაშინაც, როდესაც გულქვერდი და მუცელიც გახსნილია, როდესაც რამენაირი მექანიკური მომენტის ნახაზიც არ არსებობს. იგივე ხდება თუ ცხოველი კურარეთითა მოწამლული და ამიტომ მოკლებულია სასუნთქვო მოძრაობას. ცხადია, სასუნთქვო ტალღების წარმოშობა ხელოვნური და ბუნებრივი სასუნთქვის მოსპობისას იმაზე უნდა იყოს დამოკიდებული, რომ სასუნთქვო ცენტრის რითმულ აგზნებასთან ერთად იცვლება რითმულად აგრეთვე ძარღვთა მამოძრავებელ ცენტრთა ტონუსის მდგომარეობა.

ამიტომ ეს სასუნთქვო ტალღები (Traube, Hering) განსაკუთრებით ძლიერია ღისპნოეს დროს, როდესაც სასუნთქვო ცენტრის აგზნება შესამჩნევად მატულობს. სისხლის წოლის პულსურ ოხევას რომ პირველი წესის რხევა დაუძახოთ, მაშინ სასუნთქვო ტალღები მეორე წესისა უნდა იყოს.

ხოლო ამით გარდა არსებობს კიდევ ერთი უფრო დიდი მოქცევის რხევა (მესამე წესისა). იგი შეიცავს რამდენიმე სასუნთქვო ტალღას. ასეთი უშველებელი ტალღები აქვს შინაური კურდღლის სისხლის წოლას როგორც ნარკოზის დროს, ისე უნარკოზოდ. ცხადია, ასეთი დიდი მოქცევის რხევას უნდა განიცდიდეს თვითონ ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრიც მოგრძო ტვინში.

თავის ტვინის წინამდებარე ნაწილების გავლენა ძარღვთა მუსკულატურაზე. ეს გავლენა მუდამ რეფლექსურია: ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი მოგრძო ტვინში სწორედ ისევე მოდის მოქმედებაში შუა ან დიდი ტვინის გავლენით, როგორც სხეულის სხვადასხვა ნაწილებიდან მგრძნობიარე ნერვების საშუალებით. მაშასადამე, მოგრძო ტვინის წინ თავის ტვინში განსაკუთრებული ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი არ არსებობს.

ძარღვთა მამოძრავებელი რეფლექსები. ყველა ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრები როგორც მოგრძო ტვინისა, ისე ზურგის ტვინისა იგზნება არამც თუ შინაგანი მიზეზებით (სისხლის ქიმიური გავლენა), აგრეთვე პერიფერიიდან მგრძნობიარე ნერვების საშუალებით მომდინარე

ძარღვები, რომლებიც ნერვებს ტვინის წელის განყოფილებიდან იღებს; მასთან ტემპერატურა აიწევს. ხოლო 12—15 დღის შემდეგ ძარღვები ვიწროვდება, ტემპერატურა დაიწევს, ტონუსი აღორძინდება. თუ ეს-
ლა დაიანგრევთ ზურგის ტვინიდან წელის ნაწილს, მაშინვე ძარღვებს ხელახლად ემართებათ სიღამბლე: ძარღვთა ძლიერი გაგანიერება უკანა კიდურებში; მუცლის შიგნეულებაში წოლის ძლიერი შემცირება, სის-
ხლის მიმოქცევის თითქმის შეწყვეტა; ცხოველი შეიძლება კიდევ მოკ-
ვდეს.

აქედან იყო დასკვნილი, რომ **ზურგის ტვინშია**, სახელობრ მისი გულმკერდის ნაწილის გვერდით რქებში, **არსებობს საკუთარ ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი** (შემაღწროვებელი) **დამოუკიდებელი ტონუსის საწარმოებლად**. რეფლექსურად მისი აგზნება შეიძლება მაშინ, თუ გავლიზიანთ მკრძნობიარე პერიფერიული ნერვები.

ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრების ტონუსის წარმოშობა. ამ ცენტრების ტონური მდგომარეობა მუდმივად ერთს დონეზე არა სდგას, პირიქით იგი ცვალებადობს: ხან მატულობს, ხან კლებულობს. ამის შესაფერად ძარღვების სანათური ხან მატულობს, ხან კლებულობს, რაც სისხლის წოლის პარალელურ ცვლილებაში გამოიხატება. ნორმულ პირობებში ძარღვთა ტონუსის ჩვეულებრივი რხევა სუნთქვას შეუფარდება. თვითეულჯერ შესუნთქვისას სისხლის წოლა ჯერ კლებულობს, მერე მატულობს და ამოსუნთქვისას მაქსიმუმს აღწევს (იხ. სურ. 49).



სურათი 49.

სურ. 49. ტრახებს ტალღები. კატა კურარეთი მოწამლული. ორივე ცთომილი ნერვი გადაჭრილია. ჯვრებით აღნიშნულია ის პერიოდი, როდესაც ხელოვნური სუნთქვა შეწყნებული იყო. (უე ნ-ლ ევი დან)

საგულისხმოა, რომ თუ დანარკოზებულ ცხოველზე ხელოვნური სუნთქვა შევაყენეთ, სასუნთქო ტალღები კიდევ რამდენიმე ხანს გრძელ-

დება. ამაში მნიშვნელობა არა აქვს n. vagus-ს და n. phrenicus-ს, რადგან იგივე მოვლენა მათი ორმხრიან გადაკრისას ჩნდება. ამნაირად, სასუნთქვო ტალღები სწარმოებს მიუხედავად ფილტვების მექანიკური ვენტილაციის მოსპობისა (სურ. 48).

სრულიად იგივე სასუნთქვო ტალღები შეიძლება ვინახულოთ მაშინაც, როდესაც გულჭკერი და მუცელიც გახსნილია, როდესაც რამენაირი მექანიკური მომენტის ნახაზიც არ არსებობს. იგივე ხდება თუ ცხრაველი კურარეთია მოწამლული და ამიტომ მოკლებულია სასუნთქვო მოძრაობას. ცხადია, სასუნთქვო ტალღების წარმოშობა ხელოვნური და ბუნებრივი სუნთქვის მოსპობისას იმაზე უნდა იყოს დამოკიდებული, რომ სასუნთქვო ცენტრის რითმულ აგზნებასთან ერთად იცვლება რითმულად აგრეთვე ძარღვთა მამოძრავებელ ცენტრთა ტონუსის მდგომარეობა.

ამიტომ ეს სასუნთქვო ტალღები (Traube, Hering) განსაკუთრებით ძლიერია დისპნოეს დროს, როდესაც სასუნთქვო ცენტრის აგზნება შესამჩნევად მატულობს. სისხლის წოლის პულსურ რხევას რომ პირველი წესის რხევა დაუძახოთ, მაშინ სასუნთქვო ტალღები მეორე წესისა უნდა იყოს.

ხოლო ამათ გარდა არსებობს კიდევ ერთი უფრო დიდი მოქცევის რხევა (მესამე წესისა). იგი შეიცავს რამდენიმე სასუნთქვო ტალღას. ასეთი უშველებელი ტალღები აქვს შინაური კურდღლის სისხლის წოლას როგორც ნარკოზის დროს, ისე უნარკოზოდ. ცხადია, ასეთი დიდი მოქცევის რხევას უნდა განიცდიდეს თვითონ ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრიც მოგრძო ტვინში.

თავის ტვინის წინამდებარე ნაწილების გავლენა ძარღვთა მუსკულატურაზე. ეს გავლენა მუდამ რეფლექსურია: ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი მოგრძო ტვინში სწორედ ისევე მოდის მოქმედებაში შუა ან დიდი ტვინის გავლენით, როგორც სხეულის სხვადასხვა ნაწილებიდან მგრძნობიარე ნერვების საშუალებით. მაშასადამე, მოგრძო ტვინის წინ თავის ტვინში განსაკუთრებული ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი არ არსებობს.

ძარღვთა მამოძრავებელი რეფლექსები. ყველა ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრები როგორც მოგრძო ტვინისა, ისე ზურგის ტვინისა იგზნება არამც თუ შინაგანი მიზეზებით (სისხლის ქიმიური გავლენა), აგრეთვე პერიფერიიდან მგრძნობიარე ნერვების საშუალებით მომდინარე

იმპულსების გავლენით. ამ პერიფერიულ გამაღიზიანებელ გავლენას ძარლეთა მამოძრავებელი ცენტრი უპასუხებს ორნაირი ეფექტით: ძარლეთა შევიწროვებით ე. ი. ტონუსის მომატებით, წოლის აწვევით (პრესსული ეფექტით), ან და ძარლეთა გაგანიერებით, ე. ი. ტონუსის დაკლებით, წოლის დაწვევით (დეპრესსულით).

ყველა ძარლეთა მამოძრავებელი რეფლექსები როგორც მთელ არტერიულ სისტემაში, ისე რომელიმე განსაზღვრულ ფარგალში წარმოადგენს მიზანშეწონილ რეაქციას. ერთის მხრივ ეს მიზანშეწონილება გაშიხატება სისხლის ღენის და მომარაგების ადგილობრივ ცვალებადობაში, რასაც მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს მომუშავე ორგანოებისთვის: მომუშავე ჯირკვლებისთვის ან კუნთებისთვის და სხვა; ეს მოვლენები კულონის „ავტორეგულიაციას“. მეორე მხრივ ასეთი რეფლექსური ცვალებადობა სისხლის მიმოქცევის პირობებში შეიძლება სხეულის სხვადასხვა მოშორებულ ფარგლებშიც სწარმოებდეს. შედეგად ამას მოჰყვება მიზანშეწონილი გაძლიერებული სისხლის ღენა იმ ორგანოებისკენ, რომელნიც სისხლს ყველაზე მეტად საჭიროებენ. ამნაირად, მიზანშეწონილი რეაქცია უნდა სწარმოებდეს როგორც აღებულ გაღიზიანებულ ორგანოში, ისე სხვა მოშორებულ ორგანოებშიც. ეს კოორდინაციული შეფარდება სისხლის მიმოქცევისა გარეგან გაღიზიანებასთან შეადგენს ძარლეთა მამოძრავებელი ცენტრების მთავარ ფუნქციას.

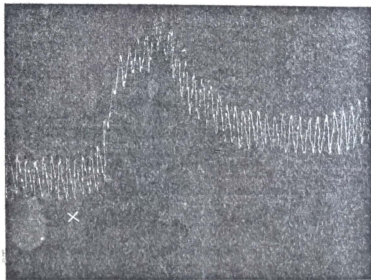
მაგრამ ამასთან ერთად უნდა ვიქონიოთ მხედველობაში, რომ ადგილობრივი კიმიური მეტამორფოზის წყალობით აღმოცენდება ზოლმე სპეციალური **პარმონები**, რომელნიც აგრეთვე მონაწილეობენ აღებულ ორგანოს სისხლის მომარაგების ავტორეგულიაციაში. ასეთი კიმიურ რეგულიაციასაც მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანოების სისლით წესიერ მომარაგებაში.

სხეულის ზოგ ალაგას ძარლეთა მომარაგებელი რეფლექსები მეტწილად არტერიულ ძარლეთა შევიწროვებაში გამოიხატება, ზოგან კიდე მათი გაგანიერებით. მაგ., ჩონჩხის მუსკულატურის ფარგალში ეს რეფლექსი ჩვეულებრივ ძარლეთა გაგანიერებაში მდგომარეობს (დეპრესსული ეფექტი). შიგნეულობის ნერვის მგრძნობიარე ძაფთა გაღიზიანება კი თითქმის მუდამ პრესსულ რეფლექსს იძლევა, ძარლეთა შევიწროვებას; სამწვერა და საჯდომი ნერვის მგრძნობიარე ძაფთა გაღიზიანებაც უფრო ხშირად ძარლეთა რეფლექსურ შევიწროვებას იძლევა, სისხლის წოლის აწვევას. მაგრამ თუ თავის ტვინის მოქცელების უნარი რამე მიზეზით

დამცირებულია, მაგ., ღრმა ნარკოზის დროს, უზომო გაღიზიანების გამო, მეტისმეტად მოჭანცვისას და სხვა, მაშინ ჩვეულებრივი პრესსული ეფექტის მაგიერ დეპრესსული იწვევა, ე. ი. ძარღვთა გაგანიერება და სისხლის წოლის დაწვეა.

ასეთივე არა ჩვეულებრივი ვაზომოტორული რეფლექსი სტრიქინით მოწამვლის დროს სწარმოებს. ამ შემთხვევაში ცთომილი ნერვის გაღიზიანება არტერიული წოლის დაცემის მაგიერ მის აწევას იძლევა.

რეფლექსური ტონუსის მომატება ძარღვებში და ამაზე დამოკიდებული არტერიული წოლის აწევა მეტად ძლიერ და მეტად ჩქარა სწარმოებს უკანა ფესვების ელექტრული გაღიზიანებით ან ისეთი ნერვებისა, როგორც სამწვერა, საჯდომი, შიგნეულობის ნერვის და საერთოთსეთი გაღიზიანებით, რომელსაც ტკივილისდევს. დიდი ტვინის მონაწილეობა ძარღვთა მოტორული რეფლექსის გამოწვევაში საჭიროებას არ წარმოადგენს, ძალის რომ დიდი ტვინი მოვაშორეთ, იგი მაინც მოიცემა ყველა აღნიშნულ რეფლექსებს გაღიზიანებათა საპასუხოდ. მაშასადამე, ცხადია, რომაქ საქმე გვაქვს წმინდა თანშობილ რეფლექსებთან და არა ინდივიდუალ მოპოვებულ ვაზომოტორულ რეფლექსებთან. რასაკვირველია, თუ დიდი ტვინიც მუშაობს, მაშინ უკანასკნელიც იღებს მონაწილეობას ძარღვთა მდგომარეობის ცვალებადობაში. ამას გვიმტკიცებს სხვათა შორის ის ფაქტი, რომ ვაზომოტორული რეფლექსი გამოიწვევა სულ მცირე მექანიკური გაღიზიანებითაც. მაგ., ხელის წასპით, შებეზოვით, ასეთი ვაზომოტორული რეფლექსის გამოწვევა მხოლოდ დიდი ტვინის გავლენას უნდა მიეწეროს.

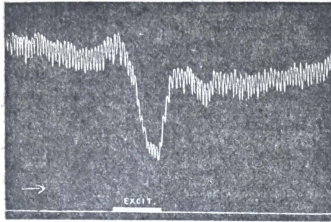


სურათი 50.

სურ. 50. სისხლის წოდის რეფლექსური აწევა. მანური კუთხის მსუქან დაქუთარებულ წოლა იწვება ელსტური მანიმირებით ჯვრით აღნიშნულა ეს მიმენტები, როდესაც გულმკერდის კაზმდ მუბერეს. (ცუტც-ლემიდან).

ზემოთ აღენიშნეთ, რომ ცთომილი ნერვის ერთ მგრძნობიარე ტოტს ეგრეთ წოდებულ დეპრესსორს დიდი გავლენა აქვს ძარღვთა მამოძრავებელ ცენტრზე. ეს გავლენა გამოიხატება

წოლის დაწვეით. დებრესსორი შეიცავს ძაფებს იმდენად გუ-
ლიდან არა, რამდენადაც აორტის დასაწყისიდან. მისი გაღიზიანებისას
სისხლის წოლა კლებულობს, და ეს ეფექტი უნდა მიეწეროს როგორც
ძარღვთა ტონუსის დებრესსიას, ისე ძარღვთა გამგანიერებელი ცენტრის
აგზნებას. (სურ. 51).



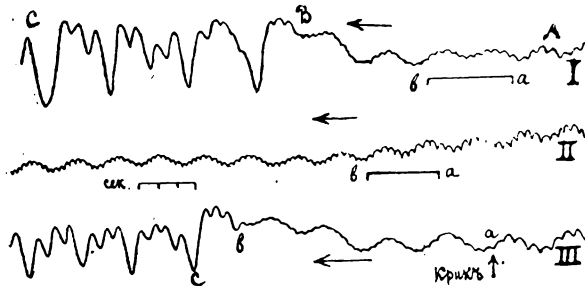
სურათი 51.

სურ. 51. N. N. depressი-
ის მოქმედება არტერი-
ულ წოლაზე. შინაური
ქურდღელი. დებრესსი-
ის გაღიზიანების ხან-
გრძლივობა აღნიშნუ-
ლია ფაქს-ით (დანა-
ღევისკიდან).

აღსანიშნავია, რომ რეფლექსის ხასიათი დამოკიდებულია აგრეთვე გაღი-
ზიანების პირობებზე, მეტადრე მის ინტენსივობაზე. ერთსა და იმავე პირობებ-
ში მგრძნობიარე ნერვის სუსტი ელექტრული გაღიზიანების საპასუხოდ სისხლის
წოლის დაწვეას მივიღებთ; ამის შემდეგ შეიძლება მივიღოთ პირიქით წოლის
აწვეა, თუ გაღიზიანება გავაძლიერეთ (Hunt). ამის მიზეზი ჯერაც გამოარკვე-
ული არაა.

ვაზომოტორული ფსიქო-რეფლექსები. ასე უწოდებენ იმ ვაზო-
მოტორულ რეფლექსებს, რომლებიც დიდი ტენიის ქერქიდან იწვევა.
ასეთია, მაგ., ემოციური ანდა აფექტური გავლენა სისხლის წოლაზე და
საერთოდ სისხლის დენაზე. ეს გავლენა მით უფრო საინტერესოა, რომ
იგი საერთოდ ისეთივე ხასიათისაა, როგორსაც დიდი ტენიის ქერქის
ხელოვნური გაღიზიანება აწარმოებს. კმაყოფილების ემოციის
გავლენის ქვეშ უფრო ხშირად გულის ცემა ნელდება. უკმაყოფი-
ლების ემოციის დროს კი გულისცემა ხშირდება; მაგრამ ზო-
გიერთ პირზე ეს მოქმედება შესაძინევად ცვალობადობს. მეორე მხრივ შემ-
ჩნეულია, საზოგადოდ ემოციები და აფექტები ამგზნებელი ხასიათისა
(სტენური) გულის ცემის გაზიარებას და გაძლიერებას იწვევს; დამყუ-
ჩებული თვისებისა კი (ასტენური) მას ასუსტებს. სისხლის ძარღვები კა-
ნისა და კუნთების ფარგალში კმაყოფილების დროს განიერდებიან, პი-
რიქით მუცლის შიგნეულობათა ფარგალში ვიწროვდებიან; უკმაყოფი-
ლების დროს უკუღმად მოქმედებენ: შიგნეულობაში ძარღვები განიერ-

დება, კანში და ჩონჩხის კუნთებში კი ვიწროვდება (E. Weder). აღმნიშნულ პულსის ემოციური ცვლებადობა გულის ინდივიდუალური პირობებზედაცაა დამოკიდებული: თუ აღმნიშნულ ცდის დროს ცთომილი ნერვის ცენტრი სუსტ ტონუსში იმყოფება, მაშინ ემოცია გულის ცემის გახშირებას იწვევს.



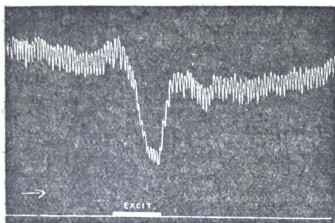
სურათი 52.

სურ. 52. დიდი ტვინის და აფექტის გავლენა სისხლის მიმოქცევაზე. I. ძალის კიმოგრამა (არტერიული წოლის მრუდე). აბ — ქერქის გაღზიანება *sygmioideus*-ში; ბბ — პულსის გახშირება და სისხლის წოლის აწვევა; BC — პულსის ძლიერი განელება და არითმია, როგორც შემდეგ მოქმედება (ასეთივე შედეგი მოსდევს *g. coronalis*-სა *corpus striatum*-ის გაღზიანებას). II. ძალის კიმოგრამა. დიდი ტვინის ძლიერი ელექტრული გაღზიანების შემდეგ *g. coronalis*-ის გაღზიანებამ (აბ) გაპოიწვია პულსის დაწვრილება და გახშირება. (ასეთი შედეგი მოჰყვა ყურთან დაყვირებას ე. ი. აფექტის დროს იმავე ცდაში). III. კიმოგრამა ძალისა. ა — მოულოდნელი ყვირილი ყურზე ან ალოს. ეფექტის ხასიათი სწორედ ისეთია, როგორც პირველ ცდაში (I) (და ნ ი ლ ე ვ ს კ ი დ ა ნ).

ძალეებზე სხვადასხვა ემოციური გავლენა უფრო ხშირად გულის ცემის განელებას იწვევს; ამას მოჰყვება ხოლმე როგორც შემდეგ მოქმედება ჯერ გულის ცემის გახშირება, მერე განელება (სურ. 52 III). მაგრამ იშვიათად გაღზიანება თავიდანაც იძლევა ხოლმე გახშირებას (სურ. 52 II). ცთომილ ნერვთა გადატრისას ეს ფსიქონერვული გავლენა ისპობა; ასევე ისპობა, თუ თავის ტვინი ოთხგორაკის ფარგალში გადაეჭვრით. რაც შეეხება სისხლის წოლას, იგიც ხანდისხან ცვლებადობს; უფრო ხშირად აიწვევს.

ქერქის ხელოვნური გაღზიანება, როგორც ცდებიდან სჩანს, მეტ წილად არტერიული წოლის აწვევას იძლევა, იშვიათად — დაწვევას.

წოლის დაწვეით. დებრესსორი შეიცავს ძაფებს იმდენად გუ-
ლიდან არა, რამდენადაც აორტის დასაწყისიდან. მისი გაღიზიანებისას
სისხლის წოლა კლებულობს, და ეს ეფექტი უნდა მიეწეროს როგორც
ძარღვთა ტონუსის დებრესსიას, ისე ძარღვთა გამგანიერებელი ცენტრის
აგზნებას. (სურ. 51).



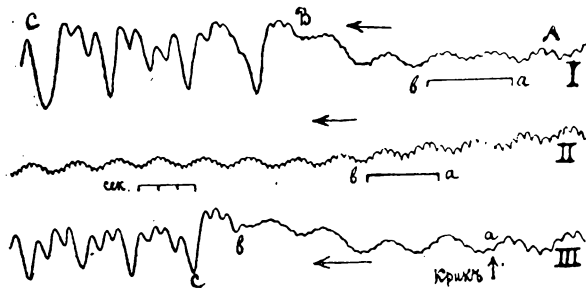
სურათი 51.

სურ. 51. N. N. depressი-
ის მოქმედება არტერი-
ულ წოლაზე. შიდაური-
ქურდული. დებრესსი-
ის გაღიზიანების ხან-
გრძლივობა აღნიშნუ-
ლია ფაქსით (დან).
ლევესილან).

აღსანიშნავია, რომ რეფლექსის ხასიათი დამოკიდებულია აგრეთვე გაღი-
ზიანების პირობებზე, მეტადრე მის ინტენსივობაზე. ერთსა და იმავე პირობებ-
ში მგრძნობიარე ნერვის სუსტი ელექტრული გაღიზიანების საპასუხოდ სისხლის
წოლის დაწვევას მივიღებთ; ამის შემდეგ შეიძლება მივიღოთ პირიქით წოლის
აწვევა, თუ გაღიზიანება გავაძლიერეთ (Hunt). ამის მიზეზი ჯერაც გამოარკვე-
ული არაა.

ვაზომოტორული ფსიქო-რეფლექსები. ასე უწოდებენ იმ ვაზო-
მოტორულ რეფლექსებს, რომლებიც დიდი ტვინის ქერქიდან იწვევა.
ასეთია, მაგ., ემოციური ანდა აფექტური გავლენა სისხლის წოლაზე და
საერთოდ სისხლის დენაზე. ეს გავლენა მით უფრო საინტერესოა, რომ
იგი საერთოდ ისეთივე ხასიათისაა, როგორსაც დიდი ტვინის ქერქის
ხელოვნური გაღიზიანება აწარმოებს. კმაყოფილების ემოციის
გავლენის ქვეშ უფრო ხშირად გულის ცემა ნელდება. უკმაყო-
ფილების ემოციის დროს კი გულისცემა ხშირდება; მაგრამ ზო-
გიერთ პირზე ეს მოქმედება შესაძინევად ცვალობადობს. მეორე მხრივ შემ-
ჩნეულია, საზოგადოდ ემოციები და აფექტები ამგზნებელი ხასიათისა
(სტენური) გულის ცემის გახშირებას და გაძლიერებას იწვევს; დამუ-
ჩებული თვისებისა კი (ასტენური) მას ასუსტებს. სისხლის ძარღვები კა-
ნისა და კუნთების ფარგალში კმაყოფილების დროს განიერდებიან, პი-
რიქით მუცლის შიგნეულობათა ფარგალში ვიწროვდებიან; უკმაყოფი-
ლების დროს უკუღმად მოქმედებენ: შიგნეულობაში ძარღვები განიერ-

დება, კანში და ჩონჩხის კუნთებში კი ვიწროვდება (E. Weder). აღმნიშნულ პულსის ემოციური ცვალებადობა გულის ინდივიდუალური პირობებზედაცაა დამოკიდებული: თუ აღმნიშნულ ცდის დროს ცთომილი ნერვის ცენტრი სუსტ ტონუსში იმყოფება, მაშინ ემოცია გულის ცემის გახშირებას იწვევს.



სურათი 52.

სურ. 52. დიდი ტვინის და აფექტის გავლენა სისხლის მიმოქცევაზე. I. ძალის კიმოგრაფია (არტერიული წოლის მრუდი). ახ — ქერქის გაღზიანება გყ. *sygmoides*-ში; hB — პულსის გახშირება და სისხლის წოლას აწვევს; BC — პულსის ძლიერი განელება და არითმია, როგორც შემდეგ მოქმედება (ასეთივე შედეგი მოსდევს გ. *coronalis*-ს და *corpus striatum*-ის გაღზიანებას). — II. ძალის კიმოგრაფია. დიდი ტვინის ძლიერი ელექტრული გაღზიანების შემდეგ გ. *coronalis*-ის გაღზიანებამ (ახ) გააძლიერა პულსის დაწვრილება და გახშირება. (ასეთი შედეგი მოჰყვა ყურთან დაყვრებას ე. ი. აფექტის დროს იმავე ცდაში). III. კიმოგრაფია ძალისა. ა — მოულოდნელი ყვირილი ყურზე ან ალოს. ეფექტის ხასიათი სწორედ ისეთია, როგორც პირველ ცდაში (I) (დან ილევსკი დან).

ძალეზე სხვადასხვა ემოციური გავლენა უფრო ხშირად გულის ცემის განელებას იწვევს; ამას მოჰყვება ხოლმე როგორც შემდეგ მოქმედება ჯერ გულის ცემის გახშირება, მერ განელება (სურ. 52 III). მაგრამ იშვიათად გაღზიანება თავიდანაც იძლევა ხოლმე გახშირებას (სურ. 52 II). ცთომილ ნერვთა გადაჭრისას ეს ფსიქონერვული გავლენა ისპობა; ასევე ისპობა, თუ თავის ტვინი ოთხგორაკის ფარგალში გადაეჭროს. რაც შეეხება სისხლის წოლას, იგიც ხანდისხან ცვალებადობს; უფრო ხშირად აიწვევს.

ქერქის ხელოვნური გაღზიანება, როგორც ცდებიდან სჩანს, მეტ წილად არტერიული წოლის აწევას იძლევა, იშვიათად — დაწევას.

(დანილევსკი) (სურ. 52 I). ასე ხდება ქერქის მამოძრავებელი ფარგლის განსაზღვრული ნაწილის გალიზიანებისას. თუ ცდა ღრმა ნარკოზის დროს სწარმოებს, მაშინ სისხლის წოლა დაიწვეს, თუ კიდე ზერელე ნარკოზის დროს, მაშინ იგი აიწვეს; ამასთან იყო შემწნეული, რომ შეიგნეულობის ფარგალში წვრილი ნაწლევები ძარღვთა შევიწროვებას განიცდის. ამავე დროს მსხვილი ნაწლევების ძარღვები განიერდება (Howell და Austin).

საზოგადოდ სისხლის მიმოქცევა—გულის ცემა და არტერიების მდგომარეობა—ქერქის გალიზიანებისას მეტად მრავალგვარია, გალიზიანების ადგილის და წესისა, აგრეთვე ცხოველის მოდგმის. და მისი ფუნქციური მდგომარეობის მიხედვით (ნარკოზი, დასუსტება, ანემია, ტემპერატურა). ამით აიხსნება მკვლევართა უთანხმოება ამ საკითხის შესახებ. ამასთან ისიც უნდა დავამატოთ, რომ გულის, არტერიების და სხვათა მიმართ ქერქში არავითარი განცალკევებული ცენტრი არ არსებობს. ყველგან ქერქული მამოძრავებელი ნაწილის გალიზიანება ძარღვთა მამოძრავებელ ეფექტს იძლევა. სხვა ქერქის ნაწილის გალიზიანება კი თუნდაც უძლიერესი, არავითარ გავლენას არ ახდენს ძარღვთა პულსზე ან სისხლის წოლაზე.

ძარღვთა ინერვაციის მომწესრიგებელი მნიშვნელობა. ძარღვთა მამოძრავებელი ნერვული სისტემის მთავარ ამოცანას სისხლის ძარღვთა ტონუსის დაცვა შეადგენს, რადგან არტერიული ტონუსი ნორმული სისხლის მიმოქცევის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს. ტონუსი რომ არ იყოს, გული ვერ შექმნიდა წოლათა ისეთ განსხვავებას, რომელიც ძარღვებში სისხლის სადენადაა საჭირო; მთელი სისხლი გულიდან გაგანიერებულ არტერიებში შეიკრიფებოდა.

მერე, ძარღვთა მამოძრავებელი სისტემა დიდ როლს თამაშობს სისხლის კალაპოტის შეგუებაში სისხლის რაოდენობასთან.

ამას გარდა ეს სისტემა განაგებს სისხლის გარიგებას სხვადასხვა ძარღვთა ფარგლებში: მისი წყალობით ხდება, რომ მომუშავე ორგანო სისხლს მომეტებული რაოდენობით მიიღებს; და რომელიმე ორგანოც კენ იმდენი სისხლი არ მიდის, რომ მან მისი სისხლის წოლა სერიოზულად დაარღვიოს. მეტადრე დიდ მნიშვნელობა აქვს ნერვის დეპრესიონის მოქმედებას, სახელობარ, როდესაც კი რამე მიზეზით სისხლის წოლა იმდენად აიწვეს, რომ გულის მუსკულატურისთვის სახიფათო შეიქნება, მაშინ აორტის კედლებში მდებარე დეპრე-

სორის ტოტები ღიზიანდება ამ კელების დიდი გაჭიმულობის გამო, და მით რეფლექსურად წოლის დაწყება იწყება, ე. ი. დებრესსორი როგორც წოლის რეგულიატორი მოქმედობს.

შემდეგ ძარღვთა მამოძრავებელი ნერვული სისტემა აგრეთვე დიდ როლს თამაშობს ორგანიზმის ტემპერატურულ ეკონომიაში: კანში სისხლის მიმოქცევის შეზღუდვის და ან გაძლიერების წყალობით იგი სითბოს გაცემას ორგანიზმის მოთხოვნილებებისამებრ აწესრიგებს.

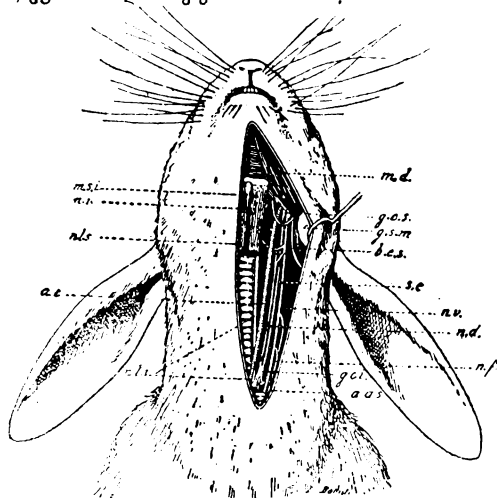
მართალია, არსებობს აგრეთვე შესაძლებლობა, რომ სისხლის მიმოქცევა და მომარაგება სრულად მიოგენური გზით სწარმოებდეს ე. ი. უნერვოთ; როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ ძარღვებს შეძლება აქვთ უნერვოთაც თავისი ტონუსი დაიცვას. ეს შეიძლება სწარმოებდეს სისხლის ქიმიური შემადგენლობის გავლენით, მეტადრე მისი ქანგბადის მეტნაყვანობით. ცნობილია, არტერიის მოჭერით სისხლის დენა რომ შეწყვეტოთ, დაცარიელებულ ფარგალში ძარღვები განიერდება; პირიქით, იგი ვიწროვდება, თუ რამე მიზეზით სისხლის წოლა იშვიათდება. უმკვეთელია ამაში დიდს როლს თამაშობს ჰარმონები, ე. ი. ქსოვილთა სისხლში გამონადენი სეკრეტები, როგორც აღვნიშნეთ. ცნობილია, რომ თირკმლისხედა ჯირკვლის ამოკრა ძარღვთა ტონუსს ამცირებს, მაგრამ ამ შემთხვევაში ჰარმონი უნდა მოქმედებდეს პირდაპირ კუნთის ძარღვზე კი არა, არამედ მისი ნერვების საშუალებით.

1. ძარღვთა შევიწროვების დაკვირვება ნერვის გაღიზიანების საპასუხოდ. შინაური კურდღლა თეთრ ყურთან. ცდადის რაჟღენიმე საათის წინ ყელზე გამოუჩენენ ძარღვ-ნერვულ კონას, საიდანაც სიმპატიკურს ნერვს გამო ანთავისუფლებენ. იგი ამ კონაში სძევს საძილე არტერიის უკან და გარედან დებრესსორთან ძლიერ ახლო; მსხვილი ცთომილი ნერვის ღერო ყველაზე უფრო გვერდით სძევს; სიმპატიკური ნერვი დებრესსორზე ცოტა უფრო მსხვილია, იგი გამოიყოფა საპრეპარაციო ბოლოსით და ძაფზე ამოიღება (სურ. 53). მერე მას გადასჭრიან; ძაფი პერიფერიულ ბოლოზე რჩება. მერე კურდღელს მიაბამენ გულდაღმა, ყურებს აუწყვენ ისე, რომ სინათლეზე მისი ძარღვები მოსჩანდნენ.

იმ ყურზედ, რომლის მხარეზე სიმპატიკური ნერვია გადაჭრილი, მსხვილი არტერიული ძარღვი და მისი ტოტები გაგანიერებულია და მასთან ეს ყური უფრო თბილია, ვიდრე მეორე (სურ. 54).^{*}

სიმპატიკური ნერვის პერიფერიული ნაჭერი რომ გაღიზიანდეს ინლექტიური ნაკადით, ყურის ცენტრალური არტერია შევიწროვდება, მისი ტოტები კიდე უზინარი შეიქნება, და მთელი ყური ფერს ჰყარავს; თუ გაღიზიანება ძლიერია და ხანგრძლივი, შეიძლება იგი მეორე ყურზე უფრო მკრთალი გახდეს. გალი-

ზიანების შეწყვეტის შემდეგ ყურის ძარღვები ცხადლოვ ხელახლად განიერდება, ყური სისხლით ივსება.



სურ. 53. შინაური კურდღლის ზედა ნაწილი (Lacertidae). n. v. — კოილი ნერვი; n. d. — depressor (იგი წინა ნაწილიდან მოდის); გვირგვინი: n. i. s. n. laryngeus sup.; n. i. i. n. laryngeus s. inf. s. recurrens; b. e. s. — accessorius; n. i. hypoglossus; g. c. s. — g. cervic. sup.; s. c. n. sympathicus; g. c. i. — g. v. inf.; a. c. A. carotis; a. s. A. axillaris; m. d. — m. digas tricus. m. s. i. stylo-hyoideus.

2. ძარღვთა შემავიწროვებელ და გამანელებელ ნერვთა მოქმედების დაკვირვება ძალის ენაზე. ძალი დაკურთხებულია ან და დეკურთხებულია. მარჯვენა n. lingualis გადაჭრილია და მის პერიფერიულ ბოლოს ძაფი აქვს მიბმული; n. hypoglossus-საც ძაფი აქვს ამოღებული; შემდეგ vena lingualis-ს კატილას უკეთებენ.



სურათი 54.

სურათი 53. შინაური კურდღლის ზედა ნაწილი (Lacertidae). n. v. — კოილი ნერვი; n. d. — depressor (იგი წინა ნაწილიდან მოდის); გვირგვინი: n. i. s. n. laryngeus sup.; n. i. i. n. laryngeus s. inf. s. recurrens; b. e. s. — accessorius; n. i. hypoglossus; g. c. s. — g. cervic. sup.; s. c. n. sympathicus; g. c. i. — g. v. inf.; a. c. A. carotis; a. s. A. axillaris; m. d. — m. digas tricus. m. s. i. stylo-hyoideus.

ოპერაციის შემდეგ ენის ორივე მხარე ერთი ფერისაა. მაგრამ თუ lili-...

alis-ი სუსტი ანდუქციური ნაკადით გავალიზიანეთ, მარჯვენა მხარე მაშინვე უფრო ნათელი ხდება. გალიზიანების შემდეგ ორივე მხარე ერთფეროვნდება. ვენას მოაცილიან საქერს, რომ სისხლში გარეთ თავისუფლად იაროს. სისხლი კანიულიდან მოშავო წვეთებით გადმოდის. ამ წვეთებს სთვლიან.

10 წუთში 8-10 წვეთი მოდის. მერე ალიზიანებენ n. lingualis-ის პერიფერიულ ბოლოს. წვეთების გამოდენა ხშირდება: 10 წუთში 30 წვეთამდე აღის და მერტივ. გალიზიანების წეწვეტიტისას სისხლის გამოდენა თანდათან ნორმის უბრუნდება. თუ გავალიზიანეთ n. hypoglossus-ი, მაშინ პირიქით სისხლის გამოდენა კლებულობს თითქმის ერთი სამად—10 წუთში სამ წვეთამდე. აქედან ცხადია, რომ n. lingualis შეიცავს ძარღვთა გამგანეირებელ ძაფებს, hypoglossus კიდე შემავიწროვებელს.

3. სისხლის წოლის ცვალებადობის დადასტურება პერიფერიული ნერვული სისტემის გავლენით. იხ. გვ. 83

4. სისხლის წოლის რეფლექსური ცვალებადობის დადასტურება შინაურ კურდღელზე. კურაზე ან დეცერებრაკია. ტრაზეოტომია და ხელოვნური სუნთქვა. გამოჩენილია და აღებულია ძაფხედი: დეპრესორი, კოომილი და საჯლომი ნერვი. საძილე არტერიის გვერდითა და გვერდითი ვერცხლის წყლის მანომეტრთან სისხლის წოლის კომპარატიული დასაწერად.

კანზე დაბერვა იმპასივ მანომეტრული მრუდის აწვევს იძლევა ე. ი. სისხლის წოლის მომატებას. კანის ნახად მოვხანვა იმავე ეფექტს მოგვცემს. (იხ. სურ. 49) უპრესორი რომ გადავკრათ და მისი ცენტრალური ბოლო გავალიზიანოთ, მაშინვე მანომეტრული მრუდი ძირს დაიწვეს. რადგან გულის ცემა ნელდება და რეფლექსურად ამავე დროს შიგნითობათა ძარღვები ვანიერდება.

საჯლომი ნერვის (ცენტრალური ბოლოს) გალიზიანება იძლევა სისხლის წოლის ძლიერ მომატებას.

ხელოვნური სუნთქვის შეყენება ერთი წამით სისხლის წოლას ძლიერ ასწევს, რაც უნდა მიეწეროს სისხლში ნახშირის სიმკაცის დაგროვებას. ფარული პერიოდი 20—30 წუთს უდრის.

5. ძარღვთა ცენტრალური ტონუსის დადასტურება ბაყაყელ. 1—2 საათით წინ ერთი მხარეზე გამოუწენე წელის წაქეშ და ზურის ტვინთან მახლობლად გადასკრიან. შემდეგ ცხოველს ჭარში დაჭიდებენ რომ უფრო მოკნენებით ეკიდოს, უკეთესი იქნება დიდი ტვინი მოშოდეს. კდის დროს მოაკოიან ერთ-ერთ თითს ორივე ფეხზე. იმ მხარეზე, სადაც ნერვი გადაჭრილია, სისხლი უფრო ბაჰაქიანად იდენს, ვიდრე მეორე მთლიან მხარეზე. აქ ნახევარ წამში თითო წვეთი ჩამოეგრდება.

6. ძარღვთა ფსიქო რეფლექსის დადასტურება ადამიანზე პლეტისმოგრაფიული წესით. ამ ცდისთვის უნდა ისარგებლო დინჯი ჰეპ რამქიანი ადამიანის ხელით. კდის წარმოების წესი უკვე აწყოილია მრუდე კომპარატიული იწერება.

ყურის უკან რომ ფორით მოუსვან. მრუდე შესაჩინევა დაიწვეს, რაც ხელის მოცულობის შემცირებას უჩვენებს ძაღვთა მევიწროებისა გამო.

მოსამსახურეს უბნებთან. რომ მას ფრის მოუსვენ ყურის უკან, მაშინვე იმავე ეფექტს მოიცემს.

მას აღწევნ სახეგარიშო ამოცანას: ანგარიშის დროს მრუდე დაიწვეს. პირში რომ მოკლადი ან საერთოდ ტკბილი რამ ჩაუდონ, მრუდე აიწვეს.

აგრეთვე ლიმონის პირში ჩადება, ამონის სუნის, ყინულის მიდება ხელზე, ხმურბო და სხვა ასე თუ ისე იმოქმედებს სისხლით ხელის გაცხებაზე.

15. ლ ი მ ფ ა.

ორგანოების უჯრედები არ ეხებიან პირდაპირ სისხლს უშუაშავე-
ლოდ. სისხლსა და უჯრედებსა შორის მდებარეობს სხვადასხვა ფორმის
და ოდნობის თავისუფალი ადგილები. ეს ადგილები სავსეა საქსოვილო
სითხით - **ლიმფით*** და იწოდება **სალიმფო სივრცეებად**.

ლიმფის შემადგენლობა. ლიმფა ეხება როგორც სისხლს, ისე ქსო-
ვილს. სისხლის შემადგენლობა ყველგან თითქმის თანაბარია; მაგრამ რადგან
ნივთიერებათა გაცვლა გამოცვლის ხასიათი სხვა და სხვა ორგა-
ნოებში სრულიადაც არაა ერთნაირი, ამიტომ ცხადია, ლიმფის შემად-
გენლობა ერთი არ უნდა იყოს სხვადასხვა ალაგას. ეს ყველაზე უფრო
მეტად იმ ლიმფას ეხება, რომლითაც ქსოვილია გაფლენილი, ე. ი.
საქსოვილო ლიმფას; იგი შეიცავს ყველა იმ ნივთიერებებს, რომელიც
უჯრედებიდან გამოიყოფა. ამიტომ საქსოვილო ლიმფის შემადგენლობა
ცვალებადობს ორგანოთა ფიზიოლოგიური მდგომარეობის მიხედვით.
მხოლოდ გზადაგზა მსხვილ ლიმფურ ძარღვებისკენ ლიმფის შემადგენ-
ლობა თანასწორდება ღიფფუზიის საშუალებით, ამიტომ ამ ძარღვებში
ლიმფის შემადგენლობა საკმარისად მუდმივია. საზოგადოდ მისი შემად-
გენლობა სრულიად მიემსგავსება სისხლის პლაზმის შემადგენლობას.
იგი არ შეიცავს მხოლოდ ერიტროციტებს. იგი წარმოადგენს გამჭირ-
ვალ წყლისამებრ სითხეს, 1.02 ნიშნდობლივი წონით; ლიმფა შეი-
შეიცავს ისეთივე ცილოვან ნივთიერებათ, როგორც სისხლი, მხოლოდ
ნაკლები რაოდენობით; მარილთა შემადგენლობა კი ლიმფაში უფრო
მეტია, ვიდრე სისხლში. სხვადასხვა ფარგალოთ ლიმფის შემადგენლო-
ბის სხვადასხვაობა შემდეგი ცხრილიდან სჩანს.

აღამიანი.	ცხენი.	თავის ტვინის
ლიმფა ბარაქის	ყელის ლიმფა	Humor
ლიმფურ კვანძიდან.	ლევკის დროს.	aqueus*)
წყალი 96,4—94,3%;	95%	ტვინის არხის სითხე.
მარილები 0,7—0,87%;	0,75%	99,0—99,2%;
ცხიმი 0,06—0,22%;	3,7%	0,5—0,8%;
ცილა 2,8—4,8%;	0,72%	0,02—0,16%

ის ლიმფა, რომელიც საკმლის მონელების დროს გულმკერდის სა-
დინარს უერთდება, შეიცავს ცხიმს, რომელიც საკმლის მონელებელ
მილიდან ისრუტება ფრიალ წმინდა ემულსიის სახით; ამიტომ მას აქვს
რძის შეხედულობა და იწოდება **ხილუსად**.

*) Humor aqueus წარმოადგენს სითხეს ლიმფის მსგავს; იგი შეიცავს მეტად
მცირე ცილას, რაც ამტკიცებს, რომ ცხოველის აპი სხვადასხვა ცილა ერთნაირად
არ გაატარებს. იგივე ითქმის ტვინის სითხეზე, აგრეთვე ნაკლები ცილოვანზე,
მაგრამ იგი შეიცავს ისეთ ნივთიერებას, რომელიც სხვა ლიმფაში არ მოიპოვე-
ბა, მაგ., შაქარს.

ლიმფის რაოდენობა. მთელი სხეულის ლიმფის რაოდენობის განსაზღვრა ძლიერ საძნელოა; მსხვილ სეროზულ ღრუებში იგი უნდა უდრიდეს მხოლოდ 20—30 კ. ს.-ს; დანარჩენი დიდი წილი თვით ქსოვილში შედის. მაგრამ რადგან ლიმფის დანიშნულებას წარმოადგენს ნივთიერებათა გადატანა სისხლიდან უჯრედებში, ამიტომ სასარგებლოა, რომ მისი რაოდენობა აქ დიდი არ იყოს, ვინაიდან ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლა კაპილარებსა და ს.ქსოვილო ელემენტებს შორის მით უფრო სწრაფად იწარმოებს, რაც უფრო ნაკლები იქნება მათ შუა მდებარე სითხე, რაც უფრო თხელი იქნება ის შრე, რომელიც სისხლსა და უჯრედებს განყოფს.

ქსოვილიდან გამოდინარი ლიმფის რაოდენობა ძლიერ ირყევა. გულმკერდის სადინარიდან სისხლში შედის ოც წამში 1 კ.-ს. ლიმფა ცხოველის თითო კილოგრამ წონაზე; მაშასადამე, 24 საათის განმავლობაში ნორმულ პირობებში ლიმფა უნდა შედიოდეს ვენებში ცხოველის სხეულის $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{14}$ წონის რაოდენობით.

ლიმფის მოძრაობა. მეტადრე დიდი მნიშვნელობა აქვს ლიმფის მოძრაობისათვის იმ წოლას, რომელსაც ლიმფა ქსოვილში განიცდის. ჩონჩხის კუნთის შეკუმშვისას ლიმფური ძარღვები ვიწროვდება; რადგან ლიმფური ძარღვების სარქველები აბოკოლებენ ლიმფის უკან სვლას, ამიტომ თვითეული შეკუმშვა ლიმფას წინ ერეკება; ფასციებში, მყესებში, სახსრების იოგებში სალიმფო ძარღვები ისე განეწყობა, რომ კიდურთა მოძრაობისას ლიმფა მუდამ წინ მიირეკება. ის უარყოფითი წოლა, რომელიც გულმკერდის ღრუში ვითარდება შესუნთქვის დროს, აგრეთვე ლიმფის მოძრაობას შეეწეობს, რადგან მას იგი შეისრუტავს. ასევე მოქმედობს დადებითი წოლა, რომელიც შესუნთქვის დროა მუკლის ღრუში ვითარდება. იგი ერეკება ლიმფას ნაწლევებიდან და ლეიძლიდან. ბოლოს, ბევრ ცხოველს (ამფიბიებს, რეპტილიებს) აქვს საკუთარი სალიმფო გულები; მათი გარდიაგარდმო ზოლიან მუსკულატურისგან შემდგარი კედლები შეიკუმშება ავტომატიურად, როგორც სისხლის გული (აქნობამდის გარდაწყვეტილი არაა, მონაწილეობს თუ არა ლიმფის მოძრაობაში სადა კუნთები, რომლებსაც ლიმფური ძარღვების კედლები შეიცავს.)

ლიმფური ჯირკვლები. ლიმფური ჯირკვლები ლიმფური ძარღვების გზაზე ჯერ ერთი ლეიკოციტების გამრავლებას ემსახურება; ამას გარდა ისინი წარმოადგენენ თითქმის ლიმფის ფილტრს, რადგან აკავებენ ქსოვილის ნავლეჯებს და მავნებელ სხეულებს, რომლებიც ლიმფურ სისტემაში შეიჭრება (მაგ., ბაქტერიებს).

ზემოთ იყო ნაჩვენები, რომ ლიმფის განვითარებაში მონაწილეობს როგორც კაპილარები, ისე ქსოვილის ელემენტები. მხოლოდ ძნელია იმის გამორკვევა თუ რა წილი უძევს ამ თუ იმ ფაქტორს ლიმფის განვითარებაში, რადგან ქსოვილში არსებობს მრავალი ხელშემწყობ პირობები ნივთიერებათა გაცვლა - გამოცვლისათვის. როგორც წყალი ისე გახსნილი ნივთიერება შეიძლება შევიდეს სისხლიდან ლიმფაში და უკუღა ლიმფიდან სისხლში, აგრეთვე ქსოვილიდან ლიმფაში და უკუღმა. ძნელი გარდასაწყვეტია თუ რა ურთიერთობა არსებობს ამ პროცესთა შორის, მეტადრე იმიტომ, რომ გამოსაკვლეფ ლიმფას ელემულობოთ პირდაპირ ქსოვილიდან კი არა, არამედ მსხვილ სალიმფო ძარღვებიდან, ე. ი. იმ ადგილებიდან, სადაც ლიმფა უკვე სისხლს უნდა შეუერთდეს, მაშასადამე იმ მომენტში, როდესაც ლიმფა უკვე გაიარა გძელი გზა სხეულში და მას ჰქონდა საკმარისი დრო გარეშეშეშე ქსოვილებთან და სისხლთან ნივთიერებათა გაცვლისათვის. რამდენად სწრაფად სწარმოებს ეს გაცვლა შეიძლება დაეინახოთ შემდეგ ცილიდან: სტრიქინი რომ კანს ქვეშ შეუშხაუნოთ, ე. ი. ლიმფურ უბეში, იგი არ აღმოჩნდება ქსოვილიდან გამოდენილ ლიმფაში; ეს შხამი მოქმედობს თანაბარ სწრაფად, სულ ერთია, გადის იგი გარეთ, თუ უერთდება სისხლის კლაპოტს.

ლიმფის ფილტრაცია. ნორმულ პირობებში სისხლიდან ლიმფის ფილტრაცია სწარმოებს: სახელდობრ წოლა კაპილარებში (13—18 mm Hg) $1\frac{1}{2}$ —2-ჯერ მეტია იმ წოლაზე, რომელსაც ქსოვილში ლიმფა განიცდის (8—12 mm Hg). როდესაც ცხოველის აპკში იმნაიარ სითხეს სწურავენ, რომელიც მარილებს და ცილებს შეიცავს, მაშინ აღმოჩნდება, რომ მარილთა შემადგენლობა ფილტრატში (ე. ი. აპკით განვლილ სითხეში) სწორეთ ისეთივეა, როგორც გასაწურავ სითხეში. პირიქით ცილის კონცენტრაცია ფილტრატში უფრო ნაკლებია. ეს წესი სრულიად შეეფერება სისხლისა და ლიმფის შემადგენლობას. შემდეგ ჩვენ ვრწმუნდებით, რომ სადაც კაპილარული ფილტრის კედელი განსაკუთრებით ფოხოვანია, სახელდობრ, ლეიძლში, რომლის კაპილარები თავის ავებულობით მეტად გამაფალია სითხეებისათვის, ლიმფა უფრო მდიდარია ცილით, ვიდრე სისხლი.

ფილტრაცია მხოლოდ მაშინ სწარმოებს, თუ გასაწურავი სითხე ერთგვარ წოლას განიცდის ან კიდე ფილტრატი მისრუტება. ლიმფის განვითარების პროცესში გასაწურავი სითხის წოლა უნდა უდრიდეს

კაპილიარულ წოლას. ხოლო ვინაიდან კაპილიარული წოლა ძლიერ ნაკლებ აიწვევს არტერიული წოლის აწევისას, ამიტომაც არტერიული წოლის აწევისას მუდამ არ ხდება ლიმფის განვითარების მომატება. ზრეთვე არტერიული წოლის დასუსტება მუდამ არ ამცირებს ლიმფის რაოდენობას, მაგრამ არც ერთი და არც მეორე ფაქტი არ შეიძლება გამოიყენოს, როგორც საბუთი ლიმფის ფილტრაციული წარმოშობის წინააღმდეგ. მსხვილი არტერიების წოლა ერთი ზომით არ გარდაეცემა კაპილიარების, რადგან წერილი არტერიების სანათური კაპილიარულ ბადესა და მსხვილ არტერიებს შორის ერთი და იგივე არაა. ასე, როდესაც აორტა ვიწროვდება და სისხლის წოლა კარის ვენაში თითქმის არ ცვალებადობს, ღრუ ვენაში იგი კიდევაც მატულობს, — ყველა ეს პირობები ხელს უწყობენ ლიმფის განვითარებას ღვიძლში. ლიმფის განვითარება დამოკიდებულია სისხლის საზოგადო წოლის სიმძლავრეზე კი არა, არამედ წოლის ადგილობრივ მომატებაზე. ეს გამოჩნდება სხვათა შორის, თუ უკანა კიდურის ჰიპერემიას გამოვიწვევთ საჯდომ ნერვის გადაჭრით ან ცთომილი ნერვის ცენტრალური ნაჭერის გალიზიანებით: ამ შემთხვევაში კაპილიარული წოლა მატულობს და ამასთან მატულობს აგრეთვე ლიმფის რაოდენობა კიდურში. ლიმფის მომეტებული ფილტრაცია შეიძლება გამოყვანილ იქმნას შემდეგი ცდიდან. სისხლის გადასხმისას ერთი ცხოველიდან მეორეში უკანასკნელის ძარღვები იცისება, და სისხლის წოლა ძლიერ იზრდება; სისხლის გამოკვლევა გვჩვენებს, რომ რამდენიმე წამში სისხლის სითხის მეტი წილი თავს აწებებს სისხლის კალაპოტს; რადგან ამ დროს არ სწარმოებს მომეტებული შარდის გამოყოფა, არც კიდევ ფილტრაცია არტერიებიდან (არტერიული წოლის მომატების გამო); ცხადია, ლიმფური სითხე სისხლის კალაპოტს ანებებს თავს კაპილიარათა კედლებით.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ლიმფის განვითარების პროცესისთვის სისხლის მიმოქცევის პირობებს ვენებში: მიმდინარეობის დაბრკოლება ვენებში იწვევს წოლის აწევას კაპილიარებში; ამასთან ერთად ლიმფის აღმოცენება მატულობს. მაგ., ღრუ ვენის შევიწროვებისას ცილოვანი ანი ღვიძლის ლიმფი მეტი რაოდენობით შედის სალიმფო გულმკერდის სადინარში.

ლიმფის განვითარების პროცესში უტყვევლია მონაწილეობას იღებს **დიფუზია და ოსმოსი**. ამაში ადვილად შეიძლება დაერწმუნდეთ, თუ მარილთა და სხვ. ნეიტრალური სხეულების (შაქარი, შარდმანი) ხსნი-

ლებს შეუშაპუნებთ. ეს ნივთიერებანი მოქმედობენ ლიმფის გამოყოფაზე, ამიტომ მათ უწოდებენ **ლიმფოგენურს** (მეორე რიგისა). საკმე-ლი მარილის მაგარი ხსნილი რომ შეუშაპუნოთ ვენებში, მაშინ თანახმად ოსმოსის წესებისა, მარილი სისხლის კალაპოტს თავს ანეგებს და გამოდის ქსოვილში; ქსოვილიდან კიდე პირიქით წყალი სისხლის კალაპოტში შედის. თუ კიდე შევიყვანეთ ჰიპოტონური ხსნილი, მაშინ ქსოვილიდან მარილი შედის სისხლის კალაპოტში, სისხლიდან კიდე წყალი გამოდის.

განსაკუთრებით ცხადად ჩნდება ოსმოსური მოვლენები იმ შემთხვევებში, როდესაც ისეთი ნივთიერება შეჰყავთ, რომელიც ძნელად იწურება და ძნელად დიფუზიას განიცდის, მაგრამ, რომელსაც საკმარისად მოეპოვება ოსმოსური თვისებები. ასეთია მაგ., *gummi arabicum*, ეელატინი. ასეთი ნივთიერებანი სისხლის კალაპოტს ძლიერ ნელასტოვებენ, ამის გამო სწარმოებს წყლის ცხადლივი შესვლა სისხლში, ლიმფის განვითარება კი ამ დროს არამც თუ არ მატულობს, კიდევაც კლებულობს.

ზემო აღწერილი ცდები ადვილად აიხსნება ერთი ერთმანეთზე მოქმედ სითხეთა ფიზიკური თვისებების ცვალებადობით. მაგრამ ამასთან ცნობილია ისეთი მოვლენებიც, რომლებიც სიჭირბოვანს სხვადასხვანას. ლიმფის გამოყოფა მნიშვნელოვნად მატულობს კიბოს კუნთების ექსტრაქტის შეშაპუნების შემდეგ, აგრეთვე ცხენისა და სადოსტაქრო წურბელის და ბაქტერიების ექსტრაქტები, აგრეთვე ალბუმოზების, პებტონების და სხვა ე. წ. **პირველი რიგის ლიმფოგენური** ხსნილების შეშაპუნების შემდეგ (ჰეიდენჰაინი). ამ პირობებში გამოყოფილ ლიმფას ზოგიერთი მეცნიერი კაპილარების ენდოტელის „სეკრეტს“ უწოდებს; შეიძლება საკმე გვაქს ენდოტელზე ამ ნივთიერებათა განსაკუთრებით გავლენასთან, შეიძლება, მაგ, რომ ენდოტელის ფიზიკური თვისებები ცვალებადობს, რას გამოაფილტრაციის პირობები იცვლებდომ. მაგრამ შესაძლებელია, რომ აღნიშნული ნივთიერებანი ხელს უწყობდნენ **ლიმფის განვითარებას ორგანოთა ელემენტების მიერ**, რადგან მათი ინიცეპციის შემდეგ უმთავრესად მატულობს საღვიძლო ლიმფა, და ამას თანსდევს ღვიძლის უჯრედების ცვალებადობა.

ახალი დროს გამოკვლევებით (Starling, Cohustein) სულაც არ მართლდება ის ჰეიდენჰაინის შეხედულება, რომ შაქრის მიერ გამოწვეული ლიმფის გამოყოფის გაძლიერება კაპილართა ენდო-

ტელის საქმე სტარლინგის დაკვირვებით ჯერჯერობით სისხლი გამოუშვათ ძალის დაშვარ სისხლში შაქარი შევითანოთ (გინდა 18 გრამი). ლიმფის გამოყოფა-არ ძლიერდება. აქედან იმდისკენის გამოყვანა შეიძლება, რომ შაქრის მიერ გამო-წვეული ლიმფის მომატება ჰეიდენჰაინის ედებში კაპილარებში სისხლის წოლის მომატებას უნდა მიეწეროს, რაც იმის გამო ხდება, რომ ქსოვილებიდან წყალი კაპილარებში უნდა შედიოდეს შაქრის მიერ ოსმოსური წოლის გადი-დების გავლენით. რაც შეეხება პირველი რიგის ლიმფოგენური ნივთიერების მოქმედებას, ამაზე სტარლინგის ასეთ აზრს გამოსთქვამს: აქ საქმე ეხება უმ-თავრესად ადგილობრივ ლიმფის გამოყოფას, სახელობარ, ლიმფში და ეს უნ-და მიეწეროს კაპილართა კედლების გამავლობის მომატებას. ამნაირად, ძირი-თადი პროცესი ლიმფის განვითარებისა წმინდა ფიზიკური უნდა იყოს.

ორგანოების მუშაობა აგრეთვე უგავლენოდ არ რჩება ლიმფის გამოყოფაზე, რადგან ლიმფა ემსახურება ნივთიერებათა შეტან-გამოტა-ნას ორგანოთა უჯრედებიდან. მაგ., chorda tympani ის გალიზიანები-სას ნერწყვის გამოყოფასთან და სანერწყვო ჯირკვლის ჰიპერემიასთან ერთად სწარმოებს ყელზე ლიმფის გამოყოფის გაძლიერება; ატროინის ინიექციის შემდეგ ჰიპერემია რჩება როგორც იყო. ნერწყვის გამოყო-ფა კი ნელდება და ამასთან ერთად ნელდება ლიმფის გამოყოფაც. სხვადასხვანაირად რომ ვთქვათ, ლიმფა ვითარდება მხოლოდ იმ ხანს ვიდრე ჯირკველი სპეციფიკურ მოქმედებას იჩენს და მასთან სისხლის დენაზე დამოუკიდებლად.

ამის მსგავსად ლიმფის გამოყოფა კუჭში და კუჭს ქვედა ჯირკველ-ში მხოლოდ ამ ორგანოების სეკრეტული მუშაობის დროს მატულობს (საჭმლის მონელების დროს ან ხელოვნური გალიზიანებისას); ღე ძლში ლიმფის გამოყოფა შარდმანის დამუშავებისას ძლიერდება, კუნთებში კიდე მათი მუშაობისას.

ლიმფის შემადგენელი ნივთიერებანი ორგანოებში მუშავდებიან. ეს ნივთიერებანი ვითარდებიან, როგორც ორგანოების დისსიმბალიაციური პროცესის ნაწარმოები. ამ ნაწარმოებთა მოლეკულა უფრო მცირეა და აპირთ მათი საერთო ოსმოსური წოლა უფრო მეტია, ვიდრე სა-ქმელ ნივთიერებათა, რომელთგან ისინი წარმოიშვნ. მაშასადამე, ორ-განოთა მუშაობის დროს ოსმოსური წოლა მატულობს, და ეს იწვევს სითხის დენას მომუშავე ორგანოსკენ. პართლაც, დიდი ხანია ცნობი-ლია, რომ კუნთში წყლის შემადგენლობა მატულობს მის ტეტანიზა-ციისას; ეს გარემოება თავის მხრივ უნდა მიეწეროს ლიმფის გაძლიერე-ბულ განვითარებას მომუშავე ორგანოებში. მომუშავე ორგანოს დისი-

მილიაციის ნაწარმოებნი სტოვებენ უჯრედებს და ლიმფურ გზებში გადადიან; მათი არსებობა ლიმფაში ადვილად შეიძლება დაფამტკიცოთ, თუ რომ მას მეორე ცხოველს სისხლში შეუშაბუნებთ და დაეკვირდებით ამ ცხოველის სისხლის მიმოქცევის ცვალებადობას (მაგ., ძაღლის ვაზომოტარული ინერვაციის მოშლა შედეგად ლიმფის მოქმედებისა ზოგადო ტონზე).

ორგანოების შეშოობა ქსოვილის ოსმოსური წოლის ან უჯრედთა ტურგორის მომატებას იძლევა: ამას შედეგად მოჰყვება ლიმფის დენა სისხლზე დაჰოუკიდებლად. ამით აიხსნება გულმკერდის სადინარიდან ლიმფის გამოდენის შესაძლებლობა მკვდარ ცხოველზე, როდესაც სისხლის მიმოქცევა შეყენდა; ცოცხალი ძლიერ გაგანიერებულ ელასტური ქსოვილის ნაპრალები, და მძლავრად გაჭიმული ორგანოები მოკვდინებისას თავის ტურგორს ჰკარგავენ და თავიანთ სითხეს ლიმფურ გზებში. იძლევიან

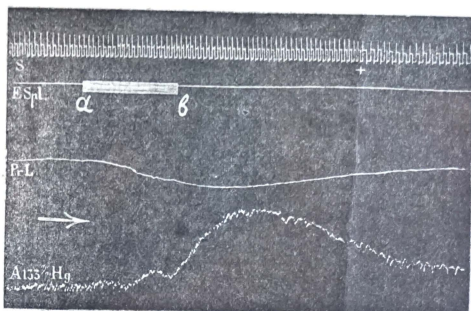
ლიმფური ჯირკვლების ფუნქცია. ამ ჯირკვლების ფუნქცია ჯერაც დანამდილებით არაა შესწავლილი. როგორც სჩანს, მათი მთავარი დანიშნულება ლიმფოციტების განვითარებაში მდგომარეობს. გულმკერდის სადინარი რომ შეცრათ, მაშინვე ლიმფოციტების შემადგენლობა სისხლში შემცირდება, რადგან სისხლი მათ გამოდმებზე ჰკარგავს (წილობრივ იშლება, წილობრივ კიდე გამოიყოფა). შემდეგ დამტკიცებული იყო, რომ აქ შეკავდებიან ბაქტერიები, ამიტომ შეიძლება ლიმფური ჯირკვლები მექანიკურ ფილტრს მივაშვაგავსოთ. აგრეთვე ცნობა არის, რომ ამ ჯირკვლებში შეკავდებიან მავნე ქიმიური ნივთიერებანი, წილობრივ კიდეც იმდენად იცვლებიან, რომ ჯირკვლებიდან გამომდინარი ლიმფა უფრო ნაკლებ შხამიანია, ვიდრე ჯირკვლებში შემავალი.

ლიმფური სისტემის ინერვაცია. მხოლოდ ცოტა რამ ცნობილია ლიმფური სისტემის ინერვაციის შესახებ: სიმპატიკურ სისტემაში არსებობს ორნაირი ძაფი *cysterna chyli*-სთვის ერთი ჯურისა ავანიერებს აძღრუს (მარჯვენა *n. splanchnicus*) და მეორე აფიწროვებს. როდესაც გულმკერდის სიმპატიკური ნერვი ღიზიანდება, გულმკერდის ლიმფური სადინარი განიერდება, და ამიტომ მისი ლიმფის დენა ზეჰრდება, თუმცა მამე დროს არც საძილე არტერიაში და არც ლაწვჭეშავენაში წოლა არ ცვალებადობს. კურარე და ატროპინი აგრეთვე ავანიერებს სადინარს და ლიმფის გამოყოფას აჩქარებს.

იმის შესახებ რომ ნერვული სისტემა შეიძლება პირდაპირ მოქმედობდეს ლიმფის აღმოცენაზე და მის მოძრაობაზე, არსებობს მხოლოდ

ერთგვარი მოსაზრებ ბა. კანის სწრაფი ჩაპარკება ღიმფური სითხით, მეტადრე „ნერვებიან“ სუბიექტზე კანის ადგილობრივი გაღიზიანებისას (urticaria-ს მსგავსი ან კიდევ რმატოგრაფიის ზოგჯერ). ჰიპნოზური ჩაგონების გავლენა, უძველესი, იმაზე უჩვენებს, რომ ცენ. ნ. სისტემა გავლენას ახდენს კანის განსაზღვრულ ფარგალზე.

მსხვილი ღიმფური ძარღვები შეიცავს სადა მუსკულატურას და ამიტომ ცხადია ნერვულ სისტემა მათზე გავლენას ღნდა ახდენდეს. მართ-



სურათი 54.

სურ. 54. ძალის *cystrina* Pequeti-ს მოცულობის ცვალებადობა *n. shlanchnicus* ის ინტენსიური გაღიზიანებით (ა. ხ.). ცისტერნის ღრუში წოლა მკობრდება მისი მოცულობის გაძიდების გამო (ზემო მარჯვლ.). აქვე აღნიშნულია არტერიული წოდის მოძაქვა იმვე გაღიზიანების საპასუხოდ (ზემო მარჯვლ.). დრო წუთობით (Calms და Gley).

ლაც, სიმპტატიურ სისტემაში არსებობს ორნაირი ძაფი *cysterna chyli* სთვის: ერთი ჯურისა აგანიერებს ამ ღრუს (მარჯვენა *n. shlanchnicus*); მეორე მას ავიწროვებს. ძალის *cysterna Pequeti* (*s. receptaculum chyli* წელის მეორე მალის ფარგალში) შეიცავს სადა კუნთს. ამის შემწეობით მისი მოცულობა ცვალებადობს, მაგ., *n. shlanchnici*-ს გაღიზიანებისას (სურ. 54).

ძალის საღიმფო ძარღვები ღიმფის მოძრაობის დაკვირვება. ძალს მსუქანი საკმლით კარგად გააძლიერებ და ექვსი საათის შემდეგ მოჰკლავენ. გაუხსნიან მუცელს და 12-გოჯა ნაწლავთან დაახლოვებით უკოვიან სახილუსო ძარღვებს, რომლებიც რძის მსგავსი ნივთიერებითაა სასესეს ძარღვები იწყება წვრილი ნაწლავებიდან. ერთი ასეთი ძარღვი რომ გადავჭრათ და აქიდან ხილუსი სრულად გამოვფუშეთ, იგი ხელახლად იდენს, თუ ელექტრული ან მექანიკური გაღიზიანებით ნაწლავების შეკუმშვას გამოვიწვევით.

ბაყაყის ღიმფური გულები დაკვირვება. ბაყაყში ღიმფის მოძრაობა ოთხი ღიმფის გულის საშუალებით სწარმოვებს. ორი მათგანი *scapula* ს ქვემოლან იმყოფება, ორიც უკან კუდსუნთის ერთსა და მეორე მხარეზე. მათი ჰულსაცია გარედანაც შეიძლება შევამჩნიოთ.

მილიაციის ნაწარმოებნი სტოვებენ უჯრედებს და ლიმფურ გზებში გადადიან; მათი არსებობა ლიმფაში ადვილად შეიძლება დავაშკიოთ, თუ რომ მას მეორე ცხოველს სისხლში შეუშვაბუნებთ და დაეკვირდებით ამ ცხოველის სისხლის მიმოქცევის ცვალებადობას (მაგ., ძაღლის ვაზომოტორული ინერვაციის მოშლა შედეგად ლიმფის მოქმედებისა მოგჩიო ტვინზე).

ორგანოების შეშოობა ქსოვილის ოსმოსური წოლის ან უჯრედთა ტურგორის მომატებას იძლევა; ამას შედეგად მოჰყვება ლიმფის დენა სისხლზე დაჰოუკიდებლად. ამით აიხსნება გულმკერდის სადინარიდან ლიმფის გამოდენის შესაძლებლობა მკვდარ ცხოველზე, როდესაც სისხლის მიმოქცევა შეეყნა; ცოცხალი ძლიერ გაგანიერებული ელასტური ქსოვილის ნაპრალები, და მძლავრად გაჭიმული ორგანოები მოკვდინებისას თავის ტურგორს ჰკარგავენ და თავიანთ სითხეს ლიმფურ გზებში იძლევიან.

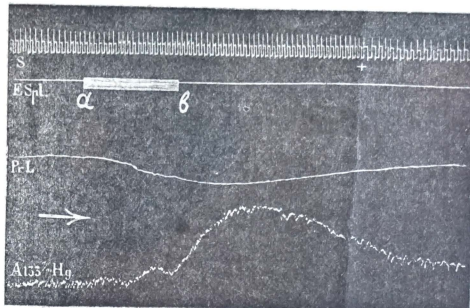
ლიმფური ჯირკვლების ფუნქცია. ამ ჯირკვლების ფუნქცია ჯერაც დანამდვილებით არაა შესწავლილი. როგორც სჩანს, მათი მთავარი დანიშნულება ლიმფოციტების განვითარებაში მდგომარეობს. გულმკერდის სადინარი რომ შეეკრათ, მაშინვე ლიმფოციტების შემადგენლობა სისხლში შემცირდება, რადგან სისხლი მათ გამოდებებ ჰკარგავს (წილობრივ იშლება, წილობრივ კიდე გამოიყოფა). შემდეგ დამტკიცებული იყო, რომ აქ შეკავდებიან ბაქტერიები, ამიტომ შეიძლება ლიმფური ჯირკვლები მექანიკურ ფილტრს მივაშვავსოთ. აგრეთვე ცნობა არის, რომ ამ ჯირკვლებში შეკავდებიან მავნე ქიმიური ნივთიერებანი, წილობრივ კიდეც იმდენად იცვლებიან, რომ ჯირკვლებიდან გამომდინარი ლიმფა უფრო ნაკლებ შხამიანია, ვიდრე ჯირკვლებში შემავალი.

ლიმფური სისტემის ინერვაცია. მხოლოდ ცოტა რამ ცნობილია ლიმფური სისტემის ინერვაციის შესახებ: სიმპატიკურ სისტემაში არსებობს ორნარი ძაფი *cysterna chyli*-სთვის ერთი ჯურისა ავანიერებს აძღრუს (მარჯვენა. ი. *splanchnicus*) და მეორე აფიწროვებს. როდესაც გულმკერდის სიმპატიკური ნერვი ლიზიანდება, გულმკერდის ლიმფური სადინარი განიერდება, და ამიტომ მისი ლიმფის დენა ჩქარდება, თუმცა ამავე დროს არც საძილე არტერიაში და არც ლაწვეჭეშავენაში წოლა არ ცვალებადობს. კურარე და ატროპინი აგრეთვე ავანიერებს სადინარს და ლიმფის გამოყოფას აჩქარებს.

იმის შესახებ რომ ნერვული სისტემა შეიძლება პირდაპირ მოქმედობდეს ლიმფის აღმოცენაზე და მის მოძრაობაზე, არსებობს მხოლოდ

ერთგვარი მოსაზრებ ბა. კანის სწრაფი ჩაპარება ღიმფური სითხით, მეტადრე „ნერვებიან“ სუბიექტზე კანის ადგილობრივი გაღიზიანებისას (urticaria-ს მსგავსი ან კიდევ რმატოგრაფიის მოცლენა. ჰიპნოზური ჩაგონების გავლენა), უეჭველია, იმაზე უჩვენებს, რომ ცენ. ნ. სისტემა გავლენას ახდენს კანის განსაზღვრულ ფარგალზე.

მსხვილი ღიმფური ძარღვები შეიცავს სადა მუსკულატურას და ამიტომ ცხადია ნერვულ სისტემა მათზე გავლენას უნდა ახდენდეს. მართ-



სურათი 54.

სურ. 54. ძაღლის cysterna Pequeti-ს მოცულობის ცვალებადობა n. shlanchnicus-ის ინტექტორი გაღიზიანებით (ა. ს.). ცისტერნის ღრუში წოლა მკობრება მისი მოცულობის გაღიზიანებაში (ზემო მრუდი). აქვე აღნიშნული არტერიული წოლის მოძაქება იმევე გაღიზიანების საპასუხოდ (ქვემო მრუდი). დრო წუთობით (Claus და Gley).

ლაც, სიმპატიკურ სისტემაში არსებობს ორნაირი ძაღი cysterna chyli სთვის: ერთი ჯურისა აგანიერებს ამ ღრუს (მარჯვენა n. shlanchnicus); მეორე მასავიწროვებს. ძაღლის cysterna Pequeti (s. receptaculum chyli წეის მეორე მალას ფარგალში) შეიცავს სადა კუნთს. ამის შემწეობით მისი მოცულობა ცვალებადობს, მაგ., n. shlanchnici-ს გაღიზიანებისას (სურ. 54).

ძაღლის საღიმფო ძარღვებში ღიმფის მოძრაობის დაკვირვება. ძაღლს მსუქანი საკმლით კარგად გააძაღბენ და ექვის საათის შემდეგ მოჰკლავენ. გაუხსნიან მუცელს და 12-გოჯა ნაწლევთან დაახლოვებით უპოვიან სახილუსო ძარღვებს, რომლებიც რძის მსგავსი ნივთიერებითაა საჯსე. ეს ძარღვები იწყება წვრილი ნაწლევებიდან. ერთი ასეთი ძარღვი რომ გადავებრათ და აქიდან ხილუსისრულად გამოვუშვათ იგი ხელახლად იდენს, თუ ელექტრული ან მექანიკური გაღიზიანებით ნაწლევების შეკუმშვას გამოვიწვევით.

ბაყაყის ღიმფური გულების დაკვირვება. ბაყაყში ღიმფის მოძრაობა ოთხი ღიმფის გულის საშუალებით სწარმოვებს. ორი მათგანი scapula ს ქვემოლან იმყოფება, ორიც უკან კუდსუნის ერთსა და მეორე მხარეზე. მათი პულსაცია გარედანაც შეიძლება შევამჩნიოთ.

სუნთქვის ფიზიოლოგია.

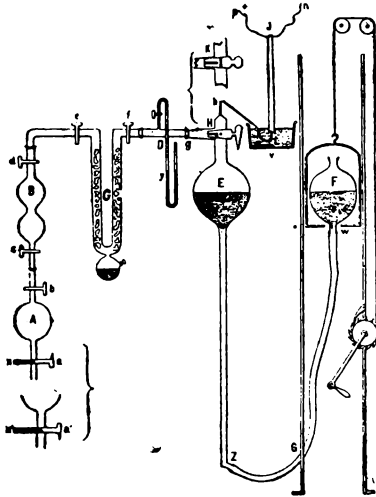
ზოგადი ცნენა. ჟანგბადის მუდმივი შემოტანა და ნახშირის სიმ-
ჟავის მუდმივი გატანა წარმოადგენს საციკლოზო პროცესის აუცილ-
ებელ პირობას. აღნიშნულ გაზთა გაცვლა ზოგჯერ პირდაპირ გარეშეშე
არესთან შეხებით სწარმოებს; სხვა შემთხვევებში კი გაზთა გაცვლა სი-
სხლის საშუალებით ხდება. ერთი რიგობით ეს გაცვლა სისხლსა და ქსო-
ვილს შორის სწარმოებს **შინაგანი სუნთქვა**, მეორე რიგობით კიდე
სისხლსა და გარეშეშე არეს, ე. ი. წყალსა ან ჰაერს შორის — **გარეგა-
ნი სუნთქვა**. შინაგანი სუნთქვის პროცესი მიმდინარეობს სხეულის ყვე-
ლა ორგანოებში, გარეგანი სუნთქვის პროცესები კიდე სწარმოებს გან-
საკუთრებით ორგანოებში: ფილტვებში ან ლაყურებში. ზოგიერთ შემ-
თხვევებში, მაგ., ტიტვილა ამფიბიებზე სასუნთქო ორგანოს როლს
კანი ასრულებს; ზოგიერთ თევზებზე, რომელნიც ლაშში ცხოვრობენ, ასეთ
სასუნთქო როლს ნაწლევები ასრულებს.

1. სისხლის გაზები.

გაზთა შემადგენლობა სისხლში. შინაგანი და გარეგანი სასუნ-
თქვო პროცესების შესასწავლად აუცილებლად საჭიროა სისხლის გაზთა
შემადგენლობის ცოდნა.

მე-5 სურ. გამოხატულია სქემურად ის იარაღი, რომელიც იშმა-
რება გაზთა რაოდენობის განსაზღვრავად სისხლში. E—ბურთში ვერ-
ცხლის წყლით სავსე F—ტურქელის აწევ-დაწვეით შექმნიან ტორარიჩე-
ლის სიცარიელეს. განსაზღვრული რაოდენობა ახლად გამოშვებული
სისხლისა A—ტურქელშია მოქცეული და სამკარიანი H—ონკანით შეე-
რთებულია სიცარიელესთან. სისხლიდან მისი გაზები სიცარიელეში გა-
დადის. სისხლით სავსე ტურქელს არხევენ და ათბობენ, რომ გაზთა გა-
მოყოფა გაადვილდეს, ამავე მიზნით A-სა და E-ს შორის იმართება ტურ-
ქელი ვოგირდის სიმეფეთი (G). რადგან ეს სიმეფე წყლის ორთქლებს
შთანთქავს, A-დან E-სკენ მუდმივი გაზთა დენა სწარმოებს. ტურქელი
F რომ ავწყით და სამკარიანი ონკანი H ისე მოტრიალდეს, რომ გა-
ილოს გზა F—ბუშტიდან საზოგადო ცილინდრ J-ისკენ, რომელიც სავსეა
ვერცხლის წყლით, და მით მთელი გაზი ბუშტიდან ამ ცილინდრში გადა-

ვიდეს. გაზი ვერცხლის წყლის ზემოდან ექცევა. აქედან გაზს იღებენ საანალიზოდ. ანალიზის შედეგი გამოიხატება გაზთა მატულობის სახით (0°C და 760 მმ. ვერცხლის წყლის სვეტისა), რომელიც სისხლის 100 კ.ს.ზე მოდის. (სურ. 55).



სურათი 55.

ზეზი თავის თავად E-ში გადადის. შემდეგ იხურება H-ონკანის მიმართულდება სისხლისკენ და იღება მეოთხე გაზთა მიმდებელ ცილინდრისკენ; ასწევნ F-ბალონს ზევით და შით E-ბალონს ვერცხლის წყლითავსებენ; გაზები აქედან ევლიომეტრში გადადის. ამ გამოსრუტას იმეორებენ რამდენჯერმე ვიდრე სისხლიდან გაზთა გამოსვლა არ შესწყდება.

არტერიულ სისხლში სხეულის სხედასხევა ალაგას დაახლოვებით გაზთა ერთი და იგივე რაოდენობა შედის. პირიქით, ვენურ სისხლში გაზთა მოცულობა ცვალებადობს იმ ორგანოს მიხედვით, რომლიდანაც იგი გამოდის, და ამ ორგანოს ფიზიოლოგიური მდგომარეობის მიხედვით. არტერიული და ვენური სისხლის გაზთა მოცულობაში გარჩევა მოყვანილია შემდეგ. ცხრილში:

100 კ. ს. სისხლის შეიცავს:	თანგბადს,	ნახშირის სიმყავეს,	აზოტს.
არტერიული სისხლი	20 კ. ს.	44 კ. ს.	1,2 კ.ს.
ვენური სისხლი მარჯ. გულისა. 12 "	"	50 "	1,2 "

სურ. 55 სისხლიდან გაზთა ამომსრუტავი მანქანა ფლ. უგერიკა. A სისხლის ბალონი; B-სისხლის ქაფისათვის; C-გოგირდის სიმყავე გაზთა გასაშრობად; V-მანომეტრი; E და F-ორი ბალონი ვერცხლის წყლისა. G-კაუჩუკის შემადგ. თებელი ლულა. —გააღებენ სიმაკრიან H-ონკანს, ისე რომ გაიხსნას გაზ მარტო სისხლისკენ და ასწევნ ვერცხლის წყალს E-ს გაესებამდე; ვერცხლის წყალი განდევნის მთელ ჰაერს ამ ბალონიდან; შემდეგ დაჰაურვენ ონკანს და F-ს დაუშვებენ ძირს. E-ში მაშინ ტორიჩელის სიცარიელე ვითარდება; შუამდებარე b, c ონკანის გახსნით ამ სიცარიელეს სისხლის ბალონს უერთებენ. აქედან გა-

აღებული ორგანოს არტერიული და ვენური სისხლის გაზთა შემადგენლობის გამოკვლევით გამოიკვეცა ამ ორგანოს შინაგანი სუნთქვის ინტენსივობა, თუ ამავე დროს განისაზღვრება ამ ორგანოში გავლილი სისხლის რაოდენობა. ასეთი შეერთებული გამოკვლევით მარჯვენა და მარცხენა გულის მიმართ შეიძლება აღირიცხოს იმ ქანგადის და ნახშირის სიმკვარის რაოდენობა, რომელიც წამის განმავლობაში ქსოვილების გაზთა გაცვლა-გამოცვლაში მონაწილეობს. ქვემოთ ხელახლად დაუბრუნდებით ამ საკითხს.

გაზთა მდგომარეობა სისხლში. გაზთა ერთი ნაწილი სისხლში ფიზიკურად არის გახსნილი. ეს ნაწილი ექვემდებარება გაზთა შთანთქმის ცნობილ კანონებს. მეორე წილი არსებობს ძლიერი ნახის დისსოციაციური შენაერთის სახით.

ა. გაზთა ფიზიკური შთანთქმა ექვემდებარება ჰენრიის და დალტონის კანონს; ამ კანონის თანახმად სითხის მოცულობის ერთეულის მიერ შთანთქმული გაზის რაოდენობა, ჯერ ერთი, დამოკიდებულია სითხის და გაზის თვისებაზე; მერე, იგი ეპროპორციება იმ გაზის სიმკვრივეს, რომელიც სითხეს ეხება. როდესაც სითხე გაზს შეეხება ან გაზთა ნარევის, გაზის მოლეკულები სითხეში შეიჭრება. ამავე დროს სითხეში გახსნილი გაზთა მოლეკულები სტოვებენ სითხეს და გამოდიან გაზის ატმოსფერაში. ცოტ-ცოტაობით არსდება ერთგვარი წონასწორობა ამ ორ პროცესთა შორის; როდესაც წონასწორობა არსებობს, ეს იმას ნიშნავს, რომ დროს ერთეულში იმოძენა გაზის ნაწილი სითხეში შედის, რამოდენიც სითხიდან გამოდის. წონასწორობის მიღწევა უფრო მაღლე ხდება, თუ სითხეს შეარხვევენ, რომ მით გაზისა და სითხის მკიდრო შეხება სწარმოებდეს.

ზემო მოყვანილიდან სჩანს, რომ წონასწორობის მიღწევის შემდეგ სითხეში შთანთქმული გაზის რაოდენობა დამოკიდებულია სითხის ზედაპირზე მხოვედრილ გაზის მოლეკულთა რაოდენობაზე. მაგრამ, ბოილ-მარიოტის კანონის მიხედვით, ეს რაოდენობა პროპორციულია იმ წრლისა, რომელსაც გაზი განიცდის. როდესაც გაზის ატმოსფერაში რამდენიმე ნაირი გაზია მოქცეული, ცხადია, დროს ერთეულში სითხეში

ბის ზედაპირზე ეხეთქება თვითეული გაზის მოლეკულთა ისეთი რაოდენობა, რომელიც ამ გაზის პარციულ წოლას შეუფარდდება.

წარმოვიდგინოთ, რომ სითხის ზემოდან გაზთა ნარევი არსებობს, რომლის წოლა 760 mm-ს. უდრის; ვთქვათ ამ ნარევეში შედის: 1, 50% წყლის ორთქლი, 0,03% ნახშირის სიმკვლე, 20,61% ჟანგბადი და 77,86% აზოტი. ჟანგბადის პარციული წოლა ამ ნარევეში უდრის $\frac{760 \cdot 20,61}{100} = 156,6 \text{ mm. Hg.}$

აზოტის პარციული წოლა კიდე უდრის $\frac{760 \cdot 77,86}{100} = 591,7 \text{ mm. Hg.}$

ის გაზის მოცულობა, რომელიც სითხის მოცულობის ერთეულის მიერ შთანთქმებს 760 mm. პარციულ წოლისას, იწოდება აღებული სითხის მიერ აღებული გაზის შთანთქმის კოეფიციენტად. (ბუნჯენი) 1857). ეს კოეფიციენტი ტემპერატურის მომატებისას მცირდება. შთანთქმის კოეფიციენტის ოდნობასა და ტემპერატურას შორის დამოკიდებულება ერთი და იგივე არაა გაზთა მიმართ. შემდეგ, მაგარ ნივთიერებათა გახსნისას საერთოდ სითხის შთანთქმის კოეფიციენტი კლებულობს. თუ გვეცოდინება შთანთქმის კოეფიციენტი და გაზის პარციული წოლა, ადვილად შეიძლება გამოანგარიშდეს სითხეში გახსნილი გაზის აბსოლუტური რაოდენობა.

ფიზიოლოგიაში გამოსაყენებელია შთანთქმის შემდეგი კოეფიციენტები (ბორი):

	ჟანგბადი		აზოტი		ნახშირ. სიმკვლე	
	15°	38°	15°	38°	15°	38°
წყალი.	0,034	0,0237	0,0179	0,0122	1,019	0,555
სისხლის პლაზმა.	0,033	0,023	0,017	0,012	0,994	0,541
სისხლი.	0,031	0,022	0,016	0,011	0,937	0,511
ფორმინი ელემენ.	0,028	0,019	0,014	0,010	0,825	0,450

ამ კოეფიციენტთა საშუალებით შეიძლება აღირიცხოს იმ ჟანგბადის, აზოტის და ნახშირის სიმკვლეის რაოდენობა, რომელიც სისხლის 100 კუბ. სანტამეტრში უნდა შედიოდეს, თუ რომ უკანასკნელს შე-

ვარზეთ ატმოსფერულ ჰაერში 15° სითბოსას და 760 mm. წოლისას. ჰენ რი-დალ ტონის კანონით სითხეში გახსნილი გაზის მოცულობა (0° და 760 mm.) გამოირკვევა ამ ფორმულით: $g = \frac{x \cdot v \cdot h}{760}$.

ამ ფორმულაში x ნიშნავს შთანთქმის კოეფიციენტს; v —სითხის მოცულობას, და h — გაზის პარციულ წოლას. საერთო გაზის წოლიდან (760 mm.) პირველად ყოვლისა უნდა გამოვაკლოთ წყლის ორთქლის წოლა, რომელიც 15° სითბოში 12,7 mm. წოლას უდრის. მაშ., დანარჩენი სამი გაზის წოლა უნდა უდრიდეს 747,3 mm-ს. ჟანგბადის მიმართ აღრიცხვა ამნაირად სწარმოებს.

ჟანგბადის პარციული წოლა უდრის $\frac{20,92}{100} \cdot 747,3 = 156,6$ mm.; თანამად ამისა $g = \frac{0,031 \cdot 100 \cdot 156,6}{760} = 0,639$ კ. სმ. ჟანგბადი ინთქება 100 კ. სმ. სისხლის მიერ.

მაგრამ გაზთა ნარევის ფილტვის ალვეოლებში და ფილტვის კაპილიარებში უფრო სხვანაირი შემადგენლობა აქვს, ვიდრე ატმოსფერულ ჰაერს. 38° C სითბოსას ფილტვის გაზთა ნარევი შეიცავს 6,5% წყლის ორთქლს, რაც 49,3 mm. პარციულ წოლას შეუფარდდება; შემდეგ იგი შეიცავს 15% ჟანგბადს, 80,2% აზოტს, და 4,8% ნახშირის სიმკვარეს.

მაშასადამე, როდესაც ფილტვების ალვეოლებში არსებულ გაზსა და ფილტვების კაპილიარებში მიმდინარე სისხლს შორის წონასწორობა მყარდება, მაშინ არტერიული სისხლი—100 კ. სმ. — შეიცავს ატმოსფერულ გაზთა შემდეგ რაოდენობას: ჟანგბადს $\frac{0,022 \cdot 100 \cdot \frac{100}{760} (760 - 49,3)}{760} = 0,309$ კ. სმ.;

აზოტს $\frac{0,011 \cdot 80,2 \cdot 710,7}{760} = 0,825$ კ. სმ.;

ნახშირის სიმკვარეს $\frac{0,511 \cdot 4,8 \cdot 710,7}{760} = 2,29$ კ. სმ.

ბ) გაზთა ქიმიური შეერთებანი სისხლში. სისხლში გახსნილი გაზები რომ შეუფარდოთ იმ გაზთა რაოდენობას, რომელიც საერთოდ შეიძლება სისხლიდან მივიღოთ, დავრწმუნდებით, რომ ჟანგბადის და ნახშირის სიმკვარის მხოლოდ მცირე ნაწილი იმყოფება სისხლში ფიზიკური შთანთქმის სახით. გადამეტებით უფრო დიდი წილი ამ გაზებისა უკავშირდება სისხლს ქიმიურად. მხოლოდ აზოტის რაოდენობა სრულიად შეუფარდდება ამ გაზის სისხლის პლაზმაში გახსნილობას.

1. ჟანგბადის ქიმიური შეერთება. თუმცა ჟანგბადი უკავშირდება სისხლს ქიმიურად, მაგრამ მაინც მისი გამოყოფა ზემო აღწერილი შემ-

სრუტავი მანქანით სწარმოებს, ამიტომ ეს ქიმიური კავშირი უნდა წარმოადგენდეს ძლიერ ნახს, ძლიერ ადვილად დამრღვევ (დისოციაციურ) შენაერთს. წითელი ფორმიანი ელემენტების ჰემოგლობინია სწორედ ის სხეული, რომელიც ქანგბადს აკავშირებს. ცენტროფუგის საშუალებით რომ დავოღეკოთ ფორმიანი ელემენტები, აღმოჩნდება, რომ წმინდა პლაზმა ქანგბადს მისი შთანთქმის კოეფიციენტის თანახმად მიძღვბლობს; პირიქით, წითელ ფორმიანი ელემენტები შეიცავს სწორედ იმ ქანგბადის რაოდენობას, რომლითაც ნორმული სისხლის გაზი ფიზიკურად შთანთქმულ გაზს აღემატება.

სისხლის ნიშანდობლივი ტევა ქანგბადის მიმართ. წინათ ვგონათ, რომ ჰემოგლობინი მუდამ იერთებს ქანგბადის განსაზღვრულ რაოდენობას, და ამიტომ იმ ქანგბადის რაოდენობას, რომელიც ერთს გრამ სისხლს უკავშირდება (პიუფნერის გამოკვლევით 1,34 კ. სმ.), უწოდებდნენ ქანგბადის ნიშანდობლივ ტევას. ზოგიერთი მეცნიერი ამ ტერმინით აღნიშნავენ იმ ქანგბადის რაოდენობას, რომელსაც სისხლში ერთი გრამი რკინა აკავშირებს, თუ მედეველობაში მივიღებთ, რომ ატომში $Fe(=56)$ აკავშირებს ქანგბადის ორ ატომს, მაშინ გამოვა, რომ 56 გრამი რკინა აკავებს 32 გრამ ქანგბადს ანუ 22,4 ლიტრს ე. ი. რკინის თითო გრამზე 400 კ. სმ. ჰანგბადი მოდის.

რადგან ჰემოგლობინი შეიცავს 0,33% რკინას, ცხადია, ერთი გრამი ჰემოგლობინისა უნდა აკავშირებდეს 1.32 კ. სმ. ქანგბადს. ასეთი ანგარიში იყო მიღებული ზემო ციფრები ჰიუფენერის მიერ.

მაგრამ თანახმად ბორის (Bohr) ახალი ცდებისა ნიშანდობლივი ტევა სხვადასხვა ჯურის სისხლისა და სხვადასხვა ჰემოგლობინის ხსნილისა თანაბარი არაა, როგორც ეს ცხრილიდან ჩანს.

სისხლი.	გამოკვლეულ ინდივიდთა რიცხვი.	ერთ გრამ რკინაზე მოდის ქანგბადი.	
		Maxim.	Minim.
ძალღი	22	468	328
ხარი	31	391	301
ღორი	5	401	284
ცხენი	9	426	379

ზოგი მეცნიერი ამ ნიშანდობლივი ტყვის რყევას ცდის შემთხვევით შეკლამად სთვლის. მაგრამ თვით ბორი ამტკიცებს მათ სინამდვილეს და გამოსთქვამს იმ აზრს, რომ ჰემოგლობინი არ წარმოადგენს ქიმიურად სრულიად განსაზღვრულ სხეულს, არამედ ნარევის სხვადასხვა ჰემოგლობინთა სხვადასხვა ნიშანდობლივი ტყვით.

ქიმიურად შეკავშირებული ჟანგბადი, როგორც ვთქვით, შემსრუტავი მანქანით გამოიღვენება. ეს ცდა ამტკიცებს, რომ ჟანგბადი უკავშირდება სისხლს მხოლოდ ჟანგბადის პარციული წოლის ცნობილ სიმაღლეზე. პოლ მგრენის (1863) და ვ. მიულერის გამოკვლევით სისხლი ან ჰემოგლობინის ხსნილი რომ ვაქანჟაჲ. ოთ გაზთა ნარევებში, რომელთა ჟანგბადის პარციული წოლა თანაბარი არაა, შეიძლება დავრწმუნდეთ, რომ ჟანგბადის თვითმუხლ პარციულ წოლისას 1 გრ. ჰემოგლობინისა აკავშირებს გაზის სრულიად განსაზღვრულ რაოდენობას. ამ დამოკიდებულების გამოსაკვლევად მიმართვენ შემდეგ წესს. სისხლს შესაფერ კუროქელში შეაქანჟარებენ წინასწარ მომზადებულ გაზის ნარევეში, რომელიც განსაზღვრული რაოდენობის ჟანგბადს შეიცავს. როდესაც გაზსა და სიიხეს შორის წონასწორობა დამჟარდა, მაშინ ჟანგბადის პარციულ წოლას განსაზღვრენ; შემდეგ სისხლის განსაზღვრულ პორციიდან შემსრუტავ მანქანით გამოსდევნიან გაზებს და გამოიკვლევენ მასში ჟანგბადის რაოდენობას. ზემო მოყვანილ შთანთქვის კოფიციენტთა საშუალებით გამოიანგარიშებენ იმ ჟანგბადის რაოდენობას, რომელიც ფიზიკურად სისხლის მიერ არის შთანთქმული. შემდეგ ამ რაოდენობას გამოაკლებენ მანქანით მიღებულ საერთო რაოდენობიდან და ისე მიიღებენ იმ ნაწილს, რომელიც სისხლს ქიმიურად უკავშირდება. ამნაირ გამოკვლევათა ტენიკა თანდათან უკეთესდებრდა. დღეს ყველაზე საკუთადღებოდ ბორის გამოკვლევა ითვლება. მისი ნამუშავრიდან ესესხულობთ ქვემო მოყვანილ ცხრილს იმ ჟანგბადის რაოდენობის შესახებ, რომელსაც 100 კ. სმ. სისხლი მიმღებლობს ჟანგბადის სხვადასხვა პარციული წოლისას; ამ ცხრილში ფიზიკურად შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენობის ციფრები ეკუთვნის კროგს (1904), რომელმაც ეს ციფრები ცხენის სისხლზე 38°C სითბოსას მიიღო.

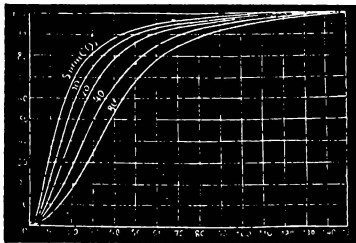
როდესაც ჟანგბადის წოლა 150 mm.-ზე ზევით აიწევს, ქიმიურად შეკავშირებული ჟანგბადის რაოდენობა ძლიერ მცირედ მატულობს; მაშა

ხაღამე, პრაქტიკულად უკვე 150 mm. წოლისას ამ პროცესის მაქსიმუმი მიიღწევა. სისხლი, როგორც იტყვიან, გაძლომილია ჟანგბადით.

ჟანგბადის წოლა mm.	100 კ. სმ. სისხლის (760 mm. Hg) შეიცავს ჟანგბადს.		გაძლომის ხა- რისხი %.	დისოცია- ციის ხარ- ისხი %.
	ქიმიურად შეკავ- შირებული.	გახსნილი პლაზ- მაში.		
10	6,0	0,020	30,0	70,0
20	12,9	0,041	64,7	35,3
30	16,3	0,061	81,6	18,4
40	18,1	0,081	90,4	9,6
50	19,1	0,101	95,4	4,6
60	19,5	0,121	97,6	2,4
70	19,8	0,141	98,8	1,2
80	19,9	0,162	99,5	0,5
90	19,95	0,182	99,8	0,2
150	20,0	0,303	100,0	0.

დაბალ წოლისას სისხლის მიერ შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენობა რომ გამოვხატოთ მაქსიმალური ოდნობის შთანთქმის პროცენტების სახით, მაშინ მივიღებთ შთანთქმის ხარისხს სისხლის ჟანგბადის სხვადასხვა წოლისას (შეადარეთ ცხრილში 1 და 4 სვეტი). თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ სისხლი შეიცავს ჟანგბადიან შენაერთს, რომელიც დაბალ წოლისას იშლება (დისოციაციის), შეიძლება გამოიკვეთს ამ შენაერთის დისოციაციის ხარისხი (მე-5 სვეტი). — ნორმულ ორგანიზმში იმ ჟანგბადის რაოდენობის გამოსარკვევად, რომელიც სისხლის საშუალებით ფილტვებიდან ქსოვილებში შედის, უნდა ვიკონიოთ მხედველობაში ფაქტორების მთელი რიგი, რომლებიც ამ რაოდენობაზე გავლენას ახდენს. ბორმა (1904), მაგ., აღნიშნა ნახშირის სიმჟავის გავლენა. სურ. 56 უჩვენებს, რომ გაძლომის მრუდზე აიწეეს ზევით მით უფრო მცირე აღმართით, ე. ი. თანაბარი ჟანგბადის წოლისას სისხლი მიმღებლობა ვაზს შით უფრო მცირეს, რაც უფრო ძლიერია ნახშირის სიმ-

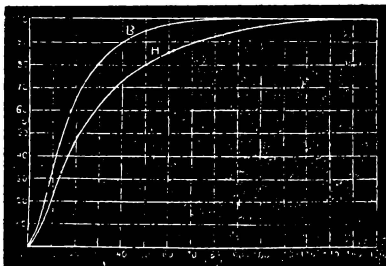
ჟეის წოლა სისხლში. პირიქით გაძლომის საზღვარზე ნახშირის სიმჟავე გაელენას არ ახუნს.



• 56.

სურ. 56. ენგბალით სისხლის
ვაძლომის გრადუსი ენგბალისა
და ნახშირის სიმჟავის სხვა და
სხვა წოლისას, ძალის სისხლი
აქვს ც-ისას. (Bohr).

სისხლის ტევა ენგბალის მიმართ ჰემოგლობინის ხსნილის ტევას უდრის; მაგრამ, დისოციაციის მრუდზე იმ ჰემოგლობინისა, რომელიც სისხლის ფორმიან ელემენტებში შედის, გაირჩევა კრისტალური ჰემოგლობინის დისოციაციის მრუდისგან, ამაში ვრწმუნდებით მე-57 სურ. მოყვანილი მრუდით. ეს განსხვავება წილობრივ იმით აიხსნება, რომ ოქსიჰემოგლობინის ხსნილების კონცენტრაციის გადიდების მიხედვით ძლიერდება მისი დისოციაცია. სისხლის წითელ ფორმიან ელემენტებში ჰემოგლობინის კონცენტრაცია 30--15% უდრის; ხელოვნურად შეუძლებელია ჰემოგლობინის ასეთი ხსნილების შექმნა. ჰოპკინსონის აზრით სისხლის საღებავი ლეიკოჰინთან შეერთების სახით აჩრებობს; სწორედ ამიტომ ბორო წინადადებას იძლევა, რომ სისხლის საღებავს საკუთარ სახელი მიეცეს (ჰემოხრომი).



სურ. 57.

სურ. 57. მ-მრუდზე აღნიშნავს სის-
ხლის ენგბალით გაძლომას. H⁺-
მოუღე კი უე ჰემოგლობინის ხსნი-
ლის გაძლომას ვაქვს ც-ისას (Bohr).

სისხლის ნახშირის სიმჟავე. ნახშირის სიმჟავის შეკავშირება სისხლში ბევრად უფრო რთულია, ვიდრე ენგბალისა. ნახშირის სიმჟავეს

აკავშირებს როგორც პლაზმა, ისე ფოკიანი ელემენტები. ეს უკანასკნელები შეიცავენ სისხლის ნახშირის სიმჟავის ერთს მეოთხედს ან მესამედს. ნახშირის შეკავშირებაში მონაწილეობას იღებს: სისხლის ტუტები, მისი ცილოვანი ნივთიერებანი და სისხლის საღებავი. ივ. სეჩენოვმა გვაჩვენა, რომ თუმცა სისხლს ტუტითაა რეაქცია აქვს. იგი მაინც იძლევა სიცარიელეში მათელ თავის ნახშირის სიმჟავის პარასს. ფლიუგერმა ცდებით აღმოაჩინა, რომ ნახშირის სიმჟავე ამ პირობებში სრულებით გაზრდის სისხლიდან, რომ ამას გარდა სისხლს შეუძლიან გამოჟოს სოდიდან ნახშირის სიმჟავის დიდი რაოდენობა. ეს დაკვირვება შეიძლება იმით იხსნება, რომ ჰემოგლობინი და შრატის ზოგი ცილოვანი ნივთიერება, მეტადრე გლობულინები, სუსტ სიმჟავეებს წარმოადგენს. ნახშირის სიმჟავეს მაღალი წოლისას გლობუ ლინის ტუტასთან შენაერთი იშლება, ტუტაკიდ ნახშირის სიმჟავეს უერთდება: პირიქით, ნახშირის სიმჟავის დაბალი წოლისას გლობულინები გამოდევნიან კარბონატებიდან ნახშირის სიმჟავეს. შრატის გლობულინის მსგავსად ფორმიანი ელემენტების გლობულინიც მოქმედობს. ამას გარდა, ბორის ცდებით წმინდა ჰემოგლობინი, რომელიც ტუტას არ შეიცავს. აგრეთვე ნახშირის სიმჟავის შეკავშირების უნარს იჩენს; ეს აიხსნება ცილოვანი ნივთიერების ამფოტერული ბუნებით.

ნახშირის სიმჟავის წოლის მრუდე უკანასკნელ დროს არა ერთხელ იყო გამოკვლეული (ეაკე, ბორი, ნაგელი). მაგრამ რადგან პლაზმასა და წითელ ფორმიან ელემენტებს შორის მოცულობითი ურთიერთობა დიდ რყევას განიცდის, მრუდის ფორმაც ცნობილ საზღვრებში ცვალებადობს.

ზემოთ იყო აღნიშნული, რომ ჟანგბადის შეკავშირება სისხლის მიერ დამოკიდებულია ნახშირის სიმჟავის წოლაზე სისხლში აგრეთვე. პირიქით, ცნობილია ისეთი ფაქტები, რომლებითაც მტკიცდება, რომ ნახშირის სიმჟავის შეკავშირება დამოკიდებულია ჟანგბადის წოლაზე. მაგრამ ეს გავლენა გაცილებით უფრო სუსტია; საზოგადოთ, ჟანგბადის წოლის მომატებისას ნახშირის სიმჟავის შეკავშირება სუსტდება.

ნახშირბადის ჟანგი (C O) უკავშირდება სისხლის საღებავს, როგორც ჟანგბადი. ნახშირბადის ჟანგის რაოდენობა ჰემოგლობინის ერთ გრამში იმავე საზღვრებში ცვალებადობს, როგორც ჟანგბადი საერთოდ, იგი უდრის 1,33 კ. სმ.-ს. გაძლომის საზღვარი ნახშირბადის ჟანგისათვის უფრო დაბალი წილისას მიიღწევა, ვიდრე ჟანგბადის მიმართ. ამიტომ ნახშირბადის ჟანგი მისი მცირე კონცენტრაციის დროსაც კი ჟანგ-

ბაღს გამოსდევნის სისხლის საღებავიდან და მით სისხლს უფარგისად ჰქნის ჟანგბადის გადასატანად.

როდესაც ჟანგბადი და ნახშირბადის ჟანგი სისხლზე ერთდროულად მოქმედობს, ჰემოგლობინი უერთდება როგორც ერთს, ისე მეორე გაზს. ჰემოგლობინის რაოდენობა, რომელიც ჟანგბადს და ნახშირბადს უერთდება, დამოკიდებულია ორივე გაზის შეფარდებულ მასსაზე. რადგან ნახშირ ჟანგის ლტოლვილება ჰემოგლობინისადმი დაახლოებით 154 ჯერ მეტია, ვიდრე ჟანგბადისა, ამიტომ ჰემოგლობინზე რომ ორივე გაზი თანაბარი მოცულობით მოქმედებდეს, ნახშირბადის ჟანგი ჰემოგლობინის 154 წილს შეუერთდება, ჟანგბადი კი მხოლოდ ერთს წილს. აქედან ცხადია. რომ რაც უფრო ნაკლებია ჟანგბადი ჰაერში, მით უფრო შხამიანია ნახშირჟანგი, ე. ი. მისი მომშხამველი მოქმედება.

ჟანგბადის ნორმულ შემადგენლობისას ფილტვების ჰერში (15%) საკმარისია შვერიოს 0,1% ნახშირჟანგი რომ სისხლში ჰემოგლობინის ნახევარი იყოს მის მიერ დაკავებული. ნახშირბადის ჟანგის 0,30%-ის შერევა კი უკავშირდება მთელი ჰემოგლობინის სამს მეოთხედს; დანარჩენი მფთხედი ვერ აკმაყოფილებს ქსოვილთა სასუნთქვო მოთხოვნილებას; ამიტომ ასეთი შერევა ნახშირბადის ჟანგისა სასიკვდილოა. პირიქით, თუ ისეთი გაზთა ნარევი შეისუნთქება, რომელიც 80% ჟანგბადისას შეიცავს. ნახშირბადის ჟანგი კი 0,1%-ს შეადგენს, მაშინ ჟანგბადს უერთდება მეტი წილი ჰემოგლობინისა, სახელდობრ 85%/-ს; თუ კიდე ნახშირბადის ჟანგი 0,30%-ს უდრის, მაშინ ჟანგბადს ჰემოგლობინის 66%/-ს უერთდება. ცხადია ამ პირობებში ნახშირბადის ჟანგის შხამიანობა გაცილებით ნაკლებია.

მასხათა ქიმიური მოქმედების კანონი აგრეთვე შეიძლება მოვიზიაროთ სისხლის მიმართების ასახსნელად ნახშირის სიმრავლისა და ჟანგბადისადმი. (პიუფენერი).

3. ოსტვალდი (1908) მიაწერს გაზთა შეკავშირებას სისხლის მიერ **ადსორპციის** მოვლენებს. იგი ფიქრობს, რომ ჟანგბადი ქიმიური შეკავშირებით კი არ უერთდება ჰემოგლობინის, არამედ სწარმოებს ერთგვარი პროცესი, რომელიც მიემსგავსება ნახშირის ან პლატინის ფხვნილის მიერ გაზთა შთანქვას. ზოგიერთ შემთხვევებში მართლაც ჟანგბადის წოლა ძლიერ შეუთანხმდება ადსორპციის ფორმულას $y = Kx^m$, სადაც y აღნიშნავს გაზის რაოდენობას, რომელიც მოცულობის ერთეულის მიერ ადსორპციებდება, x გაზის წოლას, K და m წარმოადგენენ მუდმივ ოდნობათ. მაგრამ ჰემოგლობინის ხსნილებში მიერ ჟანგბადის დაკავებას ეს ფორმულა არ უდგება.

2. გაზთა წოლა სისხლში, ქსოვილებში და თილგვის ალვეოლებში.

ზემო მოყვანილი ცდებიდან შესაძლებელია გამოირკვეს გაზთა რაოდენობა როგორც სისხლში გახსნილისა, ისე ქიმიურად შეკავშირებულისა სხვა და სხვა პარციულ წოლისას. ექსპერიმენტატორის გამოკვლევის მომდევნო ამოცანას შეადგენს იმ საზღვრების განსაზღვრა. როდელმზიაც სასუნთქო გაზების პარციული წოლა ორგანიზმში ირხევა; ამ მხრივ ვაშა საკლევია ქსოვილები, არტერიული და ვენური სისხლი და ფილტვის ალვეოლების ჰერი.

სისხლის დენის ტონომეტრული გამოკვლევა. ცდების მერი წილი იმაში მდგომარეობდა, რომ სისხლის დენა გაზის ატმოსფეროს შემგებოდა და მერე მისი შემადგენლობა გამოკვლეულიყო. თუ ატმოსფეროს გაზთა წოლა განიზრეოდა მათი წოლისგან სისხლში, მაშინ სისხლსა და გაზთა ნაწეს შორის იწარმოებდა გაცვლა-გამოცვლა; ვიდრე გაზთა წონასწორობა არ დამყარდებოდა. როდესაც გაზთა ნარევის შემადგენლობა უცვლელი შეიქმნებოდა, ეს უჩვენებდა, რომ გაზთა ნარევის ისეთივე წოლა აქვს, როგორც სისხლს. ნარევის პროცენტული შემადგენლობა და მისი საზოგადო წოლა რომ განვსაზღვროთ, აღვიღია აღირიცხვის სისხლის თვითეული გაზის პარციული წოლა. ამ პრინციპზე აგებული ჰფლიუგერის **აეროტონომეტრი** (1872), რომელიც შემდეგში შეცვლილ იყო ბორის (1890) და ფრედერიკის მიერ (1893). სისხლსა და გაზთა ნარევის შორის გაზთა გაცვლა-გამოცვლის სისწრაფე ყველაზედ მეტად დამოკიდებულია სისხლისა და გაზური სივრცის მოცულობის **შეხების ზედაპირის ოდნობაზე**. პირველ აეროტონომეტრულ ცდებში სრული წონასწორობა მიღწეული ეყო ჭყო. ამიტომ ცდილობდნენ მიეღოთ აეროტონომეტრში ისეთი გაზთა წოლა, რომელიც შემდეგისამებრ სისხლის გაზების წოლას უდრიდა. ბორის აპარატში სისხლი უკანვე სისხლის სისტემაში შედიოდა. ეს ნებას იძლეოდა სისხლის დენა გაზთა სივრცეში ერთი მეოთხედი საათის განმავლობაში და მეტ ხანსაც ეწარმოებინათ.

კროვის მიკროტონომეტრში გაზთა სივრცე წარმოადგენს ჰერის პატარა ბუშტს, რომლისგანი 2 mm-ს უდრიდა. ამ ბუშტისკენ მიპართვენ სისხლის დენას არტერიიდან ან ვენიდან. სისხლი შემდეგ მიმდინარეობს მალეობით და წვეთობით გროვდება მიძებელში. ჰერის ბუშტის მოცულობა დრო და დრო იზომება, წოლა მიძებელში კიდე ისე წესრიგდებოდა,

რომ ბუშტის მოკულობა არ შეიცვალოს. მერე წოლას გამოარკვევენ და ბუშტის შეზღუდვას ანალიზს უშვებთან. წონაწილადა იხე მალე მყარდება, რომ სრულიად უმნიშვნელოა ცდისათვის. პაერის ბუშტია აღებული, თუ წმინდა აზოტისა.

გალდმანის და სმიტის მეთოდი ჟანგბადის წოლის განსაზღვრა არტერიულ სისხლში სულ სხვა პრინციპზეა აგებული. იგი შეიძლება მოვიხმაროთ აგრეთვე ადამიანის მიმართ. საცდელ სუბიექტს შეასუნთქებენ ჟანგბადის და ნახშირბადის ჟანგის განსაზღვრულ ნარევს. შემდეგ კოლორიმეტრული წესით გაიგებენ სისხლის გაძღვას ამ ჟანგით. ზევით იყო ახსნილი, რომ შთანქმული ნახშირბადის ჟანგის რაოდენობა დამოკიდებულია ჟანგბადის წოლისაგან სისხლში, რაც ნებას გვაძლევს გამოვიანგარიშოთ ჟანგბადის წოლა.

შემდეგ ცხრილშია მოყვანილი ამ მეთოდებით ძალღებულ ნაწარმოები ცხების შედეგები.

ავტორი.	არტერიული ჟანგბადის წოლა mm Hg.	სისხლში ნახშირის სიმკვების წოლა mm Hg.	ვენური ჟანგბადის წოლა mm.	სისხლის ნახშირის სიმკვების წოლა mm. Hg.
შტრასბურგი (1872)	21—43 (მინიმური)	16—29	10—35	38—49
ბორი (1890)	101—144	20—32	—	—
ბორი (1907)	—	9—27	—	25—43
ფრედერიკი (1896)	91—105	17—19	—	—
ფალლუარი (1902)	—	—	17—37	32—84

ამ ციფრებიდან ვიღებთ ცნობას იმ საზღვრების შესახებ, რომლებშიც სისხლის გაზთა წოლა ცვალებადობს. გალდმანმა და სმიტმა მიიღეს უფრო დიდი ციფრები, ვიდრე სხვა ავტორებმა: ადამიანზე მათ აღმოაჩინეს 293 mm. Hg. შინაურ კურდღელზე 210, ფრინველზე 339 mm. Hg. ეს ცდები უნაკლო არაა მეთოდის მხრივ, მაგრამ თუ ასეთი შედეგი სწორია, შეიძლება იგი ჩავვეთალა როგორც კარგი საბუთი გაზთა გაცვლა-გამოცვლის სეკრეციული თეორიისა (ბორი იხ. ქვემოთ). ბორი

ახსნის ასეთ მაღალ წოლას მოყვანილ ცდებში საფილტვო ალვეოლუზის უჯრედთა სეკრეციული მოქმედების გაძლიერებით, რაც ნახშირბადის ქანგის გაფლენით უნდა ხდებოდეს.

ქანგბადის და ნახშირის სიმჟავის პარციული წოლა ცხოველის სითხეებში და ქსოვილებში. აერო-ტონომეტრის საშუალებით შეიძლება გამოიკვლიოს სისხლის მსგავსად აგრეთვე სხვა ცხოველის სითხეები. აქნობამდის ეს იყო შესრულებული შტრაასს ურგის მიერ ლიმფის, ნალევლის და შარდის მიმართ. მან იპოვა, რომ ნახშირის სიმჟავის წოლა ლიმფაში ცოტა უფრო ნაკლებია ვიდრე ვენურ სისხლში; მისი ცდებით აქ მინიმური წოლა ქანგბადის 10,2--26,9 mm.-ს უდრის. ნახშირის სიმჟავის წოლა ძალის შარდში მეჩუკობს 55-დან 80 mm.-მდე, ნალევლში უდრის 47 mm.-ს, ე. ი. ორივე შემთხვევაში უფრო მეტია, ვიდრე ვენურ სისხლში. Hydrocele-ს სითხეში და ჰლევრის პათოლოგიურ ღარიბებაში ნახშირის სიმჟავის წოლა მუშაბ უფრო მაღალია, ვიდრე ვენურ სისხლში. ყველა ამ ცდებიდან შეიძლება დავსკვნათ, რომ ნახშირის სიმჟავის წოლა ქსოვილებში საზოგადოთ უფრო მაღალია, ვიდრე ვენურ სისხლში. ეს კიდ ამტკიცებს, რომ ქსოვილები წარმოადგენენ ნახშირის სიმჟავის წარმომშობ ალავს. ამნაირადვე უნდა აიხსნას ის ცვლებადობა, რომელსაც ჰაერი განიცდის მის კუჭ-ნაწლევში ან რომელიმე სხეულის სხვა ღრუში შეტანისას. სუფთოდ გამორეცხილ ნაწლევებში ქანგბადის წოლა 23 mm.-მდე ეცემა, ნახშირის სიმჟავის წოლა კი 47—67 mm.-მდე მატულობს.

ზოგიერთ სეკრეტში ქანგბადის წოლა ძლიერ ღიღია, მაგ. პფლიუგერის გამოკვლევით ნერწყვი შეიცავს 0,66 % ქანგბადს; თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ ნერწყვი არ შეიცავს ისეთ ნივთიერებათ, რომელნიც ქანგბადს ქიმიურად აკავშირებენ, მისი წოლა უნდა უდრიდეს 200 mm. Hg.

მეორე მხრივ, ქსოვილებში სწარმოებს ქანგბადის ძლიერ ენერგიული მოხპარება. თუ სპეკტროსკოპით გამოიკვლევთ იმ სინათლეს, რომელიც ზედიზედ მიდებულ ორ თითს შუა გაივლის, აღმოჩნდება, რომ ოქსიჰემოგლობინის ზოლები ჰქვება ძლიერ მაღე თითების ისეთი მოკერისას, რომელიც სისხლის დენას ამ თითებში მოსკობს.

3. სისხლსა და ფილტვის ალვეოლთა შორის გამთა ვაყვლა-გამოცლა.

გაზთა პარციული წოლა ფილტვების ალვეოლებში ცვლებადობს ნორმულ სუნთქვისას თვითეული სასუნთქვო მოძრაობის დროს; ქანგ-

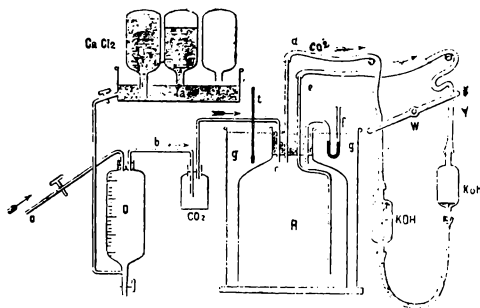
ბადის წოლა ერთი შესუნთქვის ბოლოდან მეორე შესუნთქვის დაწყებამდე დაიწვეს და პირიქით შესუნთქვის დროს იგი აიწვეს: ნახშირის სიმკვარის წოლა კიდე ცვალებადობს უკუღმა მიმართულებით. გაღებანი ეცადა ალვეოლებში წოლა განეზომა. ამისათვის იგი ანალიზს უწევრებოდა ამოსუნთქული ჰაერის ბოლო პორციებს. მაგრამ ამ გზით შეიძლება განისაზღვროს ალვეოლური ჰაერის მხოლოდ უკუღმის შემადგენლობა. საშუალო შემადგენლობა ალვეოლური ჰაერისა წარმოდგენს შესუნთქვისას შედიდება გიმოირკვეს საერთოდ ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობის განსაზღვრით (ლევეი). ამოსუნთქული ჰაერი შესდგება ორი ნაწილიდან: ერთი სასუნთქო გზებიდან და მეორე ფილტვის ალვეოლებიდან. უკანასკნელის შემადგენლობა შეცვლილია გაზთა გაცვლა-გაშვების გამო სისხლის კაპილარებსა და ალვეოლებს შორის, სასუნთქო გზებში წილი კი თითქმის უცვლელ ატმოსფერულ ჰაერს წარმოადგენს. აღრიცხვის საშუალებით რომ გაიყოს ამოსუნთქული ჰაერი ორ ხსენებულ ნაწილად, შესაძლებელია გამოირკვეს ამოსუნთქული ჰაერის საშუალებით ალვეოლური ჰაერის შემადგენლობა. მოზრდილ ადამიანზე სასუნთქო გაზთა ტევა ბრუნული ხის უკანასკნელ ტოტებამდის დაახლოვებით 140 კ. სმ. უდრის. მაშასადამე, ალვეოლური ჰაერის მოცულობა ამოსუნთქული ჰაერში უდრის ამ უკანასკნელის მოცულობას მინუს 140 კ. სმ.; მაგ., თუ ამოსუნთქვისას გამოდის 400 კ. სმ. ჰაერი, მაშინ ალვეოლური ჰაერი შეადგენს 260 კ. სმ.-ს. თუ ამოსუნთქულ ჰაერი შეიცავს 16,5% ეანგბადს და 3,5% ნახშირის სიმკვარეს, მაშინ გაზთა პოცენტულის შემადგენლობა (X) გამოინგარიშება ამ წესით.

a) ეანგბადისთვის: $400 \cdot 16,5 = 260x + 140 \cdot 20,93$; $x = 14,1\%$

b) ნახშირის სიმკვარისთვის: $400 \cdot 3,5 = 260x + 140 \cdot 0,03$; $x = 5,37\%$

წარმოვიდგინოთ, რომ ბარომეტრის სიმაღლე ცდის დროს 770 მმ.-ს უდრიდა. ამ ოდნობიდან უნდა გამოაკლდეს წყლის ორთქლის წოლა სხეულის ტემპერატურისას (37°C), რომელიც 46,6 მმ.-ს უდრის. გაზთა წოლისათვის დაგვრჩება 723,4 მმ.; ამ ოდნობის 14,1% შეადგენს 101,9 მმ., რაც ეანგბადის პარციულ წოლას წარმოადგენს, მისი 5,37% = 38,8 მმ. — ნახშირის სიმკვარის წოლას. ზემოთმოყვანილიდან გავიმოძინარეოთ, რომ გაზთა წოლა ალვეოლებში საკმარისად დამოკიდებულია სუნთქვის მექანიზმზე; რაც უფრო სუნთქვა ღრმა არის, მით უფრო სუსტია სასუნთქო გზების ჰაერის გავლენა ამოსუნთქული ჰაერზე.

რის შემადგენლობაზე და მით ჰაერის ამოსუნთქეული გაზთა წოლა ალვეოლებისას უახლოვდება. ალვეოლურ გაზთა წოლის აბსოლუტური ოდნობა განისაზღვრება საფილტვო ვენტილიაციის ე. ი. ჟანგბადის მოხმარების და ნახშირის სიმჟავის განვითარების რაოდენობის ურთიერთობით.



სურათი 58.

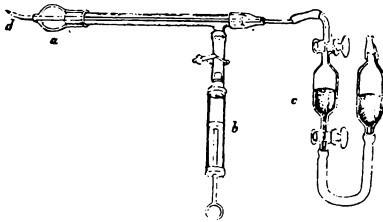
სურ. 58. ნახუნთქვო აპარატი Regnault და Reiset-სი (სქემა). R—ჰერმეტიკულად დახუჭული საფარი ცხოველისთვის; O—ასათადარიგო რეზერვუარი ჟანგბადისა; C O₂—ჭეურკელი ნახშირის სიმჟავისგან გასანთავისუფლებლად; CaCl₂ ხსნილი, რომელიც ა-მილით O-ჭეურკელში შედის და იქიდან ჟანგბადს გამოდევნის R-მიმართულებით; ამჟღავნებს KOH-ით W-უღელის საშუალებით ხან ზევით აიწევა, ხან ქვემოთ; ამით R-იდან ჰაერი გამოისრუტება, და მერე C O₂-დან გაწმენდის შემდეგ ისევ უკან მიირთმევა. t—ტერმომეტრი, f—მანომეტრი. (Landois).

დაბალ ალაგებში ბარომეტრული წოლის შესაფერისად, რომელიც 760 mm.-ს უდრის, ჟანგბადის წოლა ალვეოლებში სხვა და სხვა პირობებზე სუნთქვის ტიპის სხვა და სხვაობის მიხედვით 100 და 110 mm. Hg.-ს შორის იცვლება, ნახშირის სიმჟავის წოლა კიდე—30 და 40 mm.-ს შორის. შესანიშნავია, რომ მუშაობა და დასვენება სრულიად არ ახდენს გავლენას ამ ციფრებზე. მაშასადამე, მუშაობის დროს თვითონ ვენტილიაცია ძლიერდება შესაფერისად მოხმარებული ჟანგბადის ვადიდებისა. უფრო დაბალ ატმოსფერულ წოლისას, მაგ., მთის მწვერვალებზე ჟანგბადის წოლა ალვეოლებში მცარება; პირიქით, ნახშირის სიმჟავის წოლა კი თითქმის უცვლელია. საფილტვო გაზთა წოლა ადგილის სიმაღლის მიხედვით მოცემულია შემდეგ ცხრილში.

ადგილის სიმაღლე ზღვის პირიდან მეტრებით.	ჰა. სიმაღლე	ქანგბადის წოლა (mm. Hg) ალვეოლებში.			ნახ. სიმაღლე mm. Hg ალვეოლებში.	
		ატმოსფერო.	მოსვენება.	მუშაობა.	მოსვენება.	მუშაობა.
ბერილინი 54	758	156	100-110	100-108	32-40	33-30
როტგარნი ბრიენის ტაბზე 2100	585	121	62-72	74-81	32-39	28-32
კოლ დ ოლენი 2900	534	110	57-69	64-71	35-38	21-27
მონტე როზა 4500	485	91	38-61	55-63	27-35	17-25

ცხრილი გვიჩვენებს, რომ ნაკლები ბარომეტრული წოლისას ქანგბადის წოლა ალვეოლებში მუშაობის დროს კიდევაც ცოტაოდნე მეტია, ვიდრე მოსვენებისას, ე. ი. ფილტვების ვენტრილიაცია მატულობს უფრო მეტის ზომით, ვიდრე ქანგბადის მოხმარება.

საფილტვო კატეტერის (ჰელიუგერი 1871) საშუალებით შეიძლება მივიღოთ ჰაერის საანალიზო ნიმუში პირაპირ ფილტვის ალვეოლიდან (სურ. 59). კატეტერი შეაქვთ ბრონხის მსხვილ ტოტში და მის დაცობით სპაზმენ შეფარდებულ ფილტვის ნაწილში ვენტრილიაციას. რამდენიმე წამის განმავლობაში ფილტვის დაცული ნაწილის გაზთა შევადგენლობა უანანსწორდება ვენურ სისხლს. ეს წესი შეძლებას გვაძლევს გავითვალისწინოთ გაზთა წოლა ვენურ სისხლში, რომელიც მარჯვენა გულიდან გამოდის.



სურათი 59.

სურ. 59. პულიუგერიის საფილტვოკატეტერი (ლიუდვიგის მოდიფიკაცია). ალვეოლური ჰაერის მისაღებად იმზარება.

საფილტვო გაცვლა-გამოცვლის გამკვეთვის წესები ცხვენებზე. საფილტვო გაცვლა-გამოცვლას გიმოკლევის საუკეთესო მეთოდი რენიოს და რენიეს ეკუთვნის. ცხოველს მოაქცევენ კამერაში (იხ. სურ. 58) და მის გაზთა გაცვლა-გამოცვლას ჰეისწვლიან ისე, როგორც მე-58 სურათის ახსნაშია აღნიშნული. ამ მეთოდით დიდი სისწორით შეიძლება გამოიკვეს, როგორც დანაბარჯი ქანგბადის, ისე გამოყოფილი ნახშირის სიმედიის რაოდენობა.

ასეთივე აპარატი იყო მოგონილი ადამიანზე გაზთა გაცვლა-გამოცვლის შესასწავლად (Pettenkofer).

ამოსუნთქული ჰაერი. შესუნთქული ჰაერი ფილტვებში ყოფნისას სხვა და სხვა ცვლილებას განიცდის. იგი თბება სხეულის ტემპერატურამდის და იელენება წყლის ორთქლით იმდენად, როგორც ეს ამ ტემპერატურას შეეფერება. წყლის ორთქლის წოლა სხეულის ტემპერატურისას (37°C) უდრის $4\text{ხ}, 7\text{ mm.}-\text{სე.}$ ი. ნორმალური ატმოსფერული წოლის $6\frac{1}{2}\%$ -ზე მეტია. რადგან წყლის ორთქლის წოლა დამოკიდებულია მხოლოდ ტემპერატურაზე და არა ბარომეტრულ წოლაზე, ცხადია, ატმოსფერული წოლის დაწვეისას წყლის ორთქლის მონაწილეობა ფილტვის ჰაერის საზოგადო წოლაში მატულობს; ასე ხდება, მაგ., მაღალ მთაზე ასვლისას. მონბლანზე (სადაც ჰაერის წოლა ვერცხლის წყლის 420 mm ს უდრის) წყლის ორთქლის წოლა ატმოსფერული წოლის $11\frac{1}{2}\%$ უდრია. ყველაზე დიდ სიმალღედს, რომელსაც ჰაერში მცურავენმა მოაღწიეს (11000 მეტრი, ბერსონი და სიურინგი), როდესაც ჰაერის წოლა $180\text{ მ.}-\text{ს}$ უდრიდა, წყლის ორთქლის წოლა $26\frac{1}{2}\%$ -დე აღწევდა. ამის გამო წყლის ორთქლის შეცულობა საფილტვო ჰაერში უნდა ჩაითვალოს იმის მიზეზად, რომ აღმაინას არ შეუძლიან საკმარისად ისუნთქოს ისეთ მაღალ ღდგილებში, როგორც 1200 მეტრს ზემოთ.

ჰაერის სხვა ფიზიკურ ცვლილებათაგან უნდა აღენიშნოთ ამოსუნთქულ ჰაერში ყვილანაირ მაგარ ნაწილთა უარსებობა. ისინი ეკვრებიან ბრონხების ლორწოვანი გარსის წებოიან ზედაპირს და მერე გარეთ ირეკებიან ეპიტელიურ უჯრედთა მოციმციმე მოძრაობით. ყველაზე მნიშვნელოვანი ცვლილება საფილტვო ჰაერს ემართება ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის გამო ნახშირის სიმჟავის მომატებით.

წყლის ორთქლის გარდა ჰაერის სხვა შემადგენელი ნაწილი მუდმივია. იგი შეიცავს $20,93\%$ O_2 , $0,03\%$ CO_2 და $79,04\%$ N . პირიქით ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობა ძლიერ ცვალებადია. მრავალი ანალიზის ნიადაგზედ უნდა მივიღოთ, რომ საშუალოდ ამოსუნთქული ჰაერი შეიცავს $16,7\%$ O_2 , $3,6\%$ CO_2 და $79,7\%$ N . მაგრამ საერთოდ ეს შემადგენლობა ძლიერ მეჩვეია, რაც დამოკიდებულია სხეულში გაჟანგების პროცესების ინტენსიობაზე და ფილტვის ვენტილიაციის ტიპზე, ნორმულ პირობებში ფილტვის ვენტილიაცია სრულიად შეუფარდებია გაჟანგების პროცესებს, ინტენსიობას, და შედეგად ამისა ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობა მუდმივი რჩება. ფსიკიკური ვაჟლენები და ნებიითი ან უნებლოი მოძრაობანი აგრეთვე გავლენას ახდენენ ფილტვის ვენტილიაციის ტიპზე, რადგან იცვლება როგორც რიცხვი, ისე სუნთქვის სიღრმევე; ამის გამო, რასაკვირველია იცვლება ჰაერის მოცულობა, რომელიც წამის განმავლობაში გაცვლა-გამოიცვლება, ამისდა შესაფერად ცხადია იცვლება ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობაც.

ზემო მოყვანილი ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობა შეუფარდება იმნაირ ვენტილაციას, რომელიც წამში $6,5$ ლიტრს უდრის.

ვენტილიაცია შეიძლება 17,6 ლიტრამდე ავიდეს და ამ პირობაში ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობა შემდეგ ციფრებს იძლევა: 18,29 % O, 3,17 CO₂ და 78,63 % N.

თუ ვენტილიაცია შემცირდა 5,8 ლიტრამდე წამში, მაშინ ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობა შეუფარდება შემდეგ ციფრებს: 15,5 % O, 4,63 CO₂ და 79, 87% N. N-ის რყევა დამოკიდებული არაა მის მოხმარებაზე ან მის გამოდენაზე სხეულიდან. მისი ცვალებადობა იქიდან მხოლოდ წარმოიშვება, რომ ჟანგბადის მოხმარება და ნახშირის სიმჟავის გამოყოფა სავსებით არ შეუფარდება ერთი ერთმანეთს. მეტწილად ჟანგბადის მოხმარება ნახშირის სიმჟავის განვითარებას აღემატება, ამიტომ ამოსუნთქული ჰაერის მოცულობა უფრო ნაკლებია, ვიდრე შესუნთქულისა, თუ რომ გავზომავთ ორივე ჰაერის მოცულობას ერთი და იმავე ტემპერატურისა და წყლის ორთქლის განდევნის შემდეგ.

შეიძლება გამოვარკვოთ ჟანგბადის მოხმარება მიუხედავად შესუნთქული და ამოსუნთქული ჰაერის მოცულობათა განსხვავებისა, რადგან ამისთვის საჭირო არაა ამ მოცულობათა ცოდნა. საკმარისია ვინელმძღვანელოთ აზოტის პროცენტულ შემადგენლობით. ჩვენ ვიცით რომ ამოსუნთქულ ჰაერში აზოტის თვითეულ 79,04 მოცულობაზე მოდის 20, 93 ჟანგბადის მოცულობა. მაშასადამე, აზოტის 79,7 მოცულობის პროცენტზე, რომელსაც ამოსუნთქული ჰაერი შეიცავს, უნდა მოდიოდეს ასეთი ოდნობის ჟანგბადი
$$= \frac{79,7 - 20,93}{79,04} = 21,10 \%$$

ამას რომ გავოყავოთ 16,7%, რომელიც ამოსუნთქულ ჰაერში შედის, მაშინ მივიღებთ ციფრს, რომელიც სხეულის მიერ მოხმარებული ჟანგბადის რაოდენობას გამოხატავს: იგი უდრის 4,40 % O₂ იმავე პირობებში სხეულიდან გამოყოფილი ნახშირის სიმჟავის რაოდენობა 3,60—0,03 = 3,57 %-ს უდრის.

გამოყოფილი ნახშირის სიმჟავის მოცულობის მიმართება მიღებული ჟანგბადის მოცულობისადმი (CO₂:O₂) იწოდება **სასუნთქო ანუ რე-სპირაციულ კოეფიციენტად** (ფლიუგერი). ნორმული მშვიდობიანი სუნთქვის დროს ამ კოეფიციენტის ოდნობა დამოკიდებულია იმ ნივთიერებათა ქიმიურ ბუნებაზე, რომელნიც სხეულში იწვეებიან. კვების ჩვეულებრივ პირობებში ეს კოეფიციენტი ყველაზე უფრო დაბალია ცხიმოვანი ნივთიერებათა დაწვისას (0,7), ყველაზე მაღალია ნახშირი წყალთა დაწვისას (1,0).

ქიმიურ გარდაქმნათა ქარაქტერიდან დამოუკიდებლად სასუნთქო კოეფიციენტი დროებით შეიძლება შეიცვალოს ფილტვის ვენტილიაციის ტიპის ცვალებადობის მიხედვით. ფილტვის ვენტილიაციის გაძლიერებისას სუნთქვის კოეფიციენტი მატულობს, ამიტომ ამ პირობებში სხეულიდან გამოყოფა მომატებული ნახშირის სიმჟავე. ეს მომატებული გამოყოფა იმით ახსნება, რომ გაძლიერებულ სუნთქვისას ნახშირის სიმჟავის პროცენტული შემადგენლობა ალვეოლურ ჰაერში მცირდება და ეს იწვევს ამ სიმჟავის გაძლიერებულ გადასვლას სისხლიდან ალვეოლურ ჰაერში. სისხლის გაზთა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ სისხლში ნახში-

რის სიმკვების შეცულობა შეიძლება შემცირდეს 12-15 მოცულობის პარცენტად. ქსოვილებიც თავის მხრივ უფრო მეტს ნახშირის სიმკვარეს აძლევენ სისხლს, რადგან სისხლში გაზთა შეცულობა დაცემულია. მაშასადამე, სხეულიდან ნახშირის სამკვების გაძლიერებული გამოყოფა სწარმოებს. ეს მტკიცდება იმით, რომ ნორმულ სუნთქვაზე გადასვლისას ნახშირის სიმკვების შეცულობა ამოსუნთქულ ჰაერში იმდენადვე ეცემა, რამდენადც იგი მატულობს გაძლიერებული სუნთქვის დროს. შესაფერისად ამისა სასუნთქვო კოეფიციენტი ნორმაზე ქვემოთ დაიწვეს. ჟანგბადის მოხმარება ამ პირობებში არსებითად არ იცვლება. ეს იმავე ნიშნავს, რომ სხეულის გამაჟანგებელ პარცენტებზე გაძლიერებული ვერტიკალიაცია არავითარ გავლენას არ ახდენს.

4. გაზთა დიფუზია ფილტვების ქოვილში.

უკანასკნელ დროების დარწმუნებული იყვნენ, რომ ფილტვის კედლების საშუალებით ნივთიერებათა გაცვლა გამოცვლა დიფუზიის კანონების თანახმად სწარმოებსო, ე. ი. ჟანგბადი და ნახშირის სიმკვარე მაღალი წოლის ადგილებიდან დაბალი წოლის ადგილებში გადადისო. ამ მოვლენათა მსვლელობას ახსნიდენ შემდეგი თვალთ აზრისით.

ფილტვის ქსოვილი და კაპილიართა კედლები, რომლებიც ალვეოლის ჰაერსა და ფილტვის. კაპილიართა სისხლს საზღვრავს. გაზებს შთანთქმავენ მათი პარციული წოლის მიხედვით თანახმად და ლტონის კანონისა. ქსოვილთა მიერ გაზთა შთანქმევის კოეფიციენტი განსაზღვრული იყო ლევისა და ცუნციის მიერ. იგი აღმოჩნდა უფრო მაღალი ვიდრე წმინდა წყლის შესაფერი კოეფიციენტი.

ბორის გამოკვლევით კი უნდა გაირჩეოდეს ორი მოვლენა, რომლებიც ერთდროულად მიმდინარეობს, ხოლო წინააღმდეგი მიმართულებით, სახელდობრ, ინვაზია, ე. ი. გაზის მოლექულთა განუწყვეტელი სვლა სითხის ზედაპირ ფენაში, და ევაზია, ე. ი. აბსორბციული მოლექულთა სითხიდან განუწყვეტელი გამოსვლა. ინვაზიის ინტენსივობა, ჯერ ერთი, დამოკიდებულია გაზთა ბუნებაზე, და მეორე გაზთა პარციულ წოლაზე, რომელსაც იგი გამუდმებით ეპროპორციება. ევაზია ეპროპორციება სითხის მიერ შთანთქმულ გაზთა მოლექულთა რიცხვს; ამას გარდა იგი დამოკიდებულია სითხის და გაზის მოლექულთა ინდივიდურ მიტაცებაზე. ინვაზიის კოეფიციენტს (X) ბორი უწოდებს გაზის

იმ რაოდენობას, რომელიც აღებულ ტემპერატურისას ერთი წამის განმავლობაში და ერთი კვადრადი სანტიმეტრი ზედაპირით სითხეში შედის, როდესაც გაზის პარციული წოლა 760 მმ-ს უდრის. ევაზის კოეფიციენტს კიდე უწოდებდა გაზის იმ რაოდენობას, რომელიც წამის განმავლობაში ერთი კ. სმ. ზედაპირით გამოდიოდა, როდესაც სითხის ერთ კუბ. სმ. სისხლში 1 კუბ. სმ. გაზი იყო გახსნილი.

თუ სითხე დიდი ხანი ეხებოდა გაზს, მაშინ გაზთა სრული წონას წორობა არსდება, და ამ დროს გაზი შედის და გადის სითხეში ერთი და იმავე მოლეკულთა რაოდენობით. ამ შემთხვევაში ამობენ, რომ სითხე გაზით გაძლმობილია. სითხეში გახსნილი გაზის რაოდენობა ამ პირობებში სწორედ იმ რაოდენობას შეეფერება, რომელიც დალტონის კანონის თანახმად უნდა გამოანგარიშდეს შთანთქმის კოეფიციენტის და გაზის პარციული წოლის საფუძველზე.

სითხის ზედაპირის მიერ შთანთქმული გაზი დაიწვეს ძირს უფრო ღრმა ფენებში დიფუზიის კანონის თანახმად, რომელიც სტეფანის, ექსნერის და ჰიუფნერის მიერ იყო დამუშავებული. ამ კანონით დიფუზიის სისწრაფე უკუღმა ეპროპორციება შთანთქმული სხეულის მოლეკულური წონის კვადრატულ ფესვს და პირდაპირ ეპროპორციება აბსოლუტურ ტემპერატურას. სხვა და სხვა გაზთა მოლეკულთა დიფუზიის ნიშანდობლივ სისწრაფეს ზემო მოყვანილ საფუძველით გამოანგარიშებულს უწოდებენ დიფუზიის კოეფიციენტს. შთანთქმული ნივთიერების რაოდენობა დამოკიდებულია, ოსაკვირველია, აგრეთვე იმ გაზის მოლეკულთა რაოდენობაზე, რომელიც სითხის მოსაზღვრე შრეთა შორის არსებობს, ე. ი. შთანთქმული გაზის კონცენტრაციის დაცემის სისწრაფეზე. მაგრამ სითხეში გახსნილი გაზის კონცენტრაცია, როგორც ზევით აღნიშნეთ, შთანთქმის კოეფიციენტზე და გაზის პარციულ წოლაზე დამოკიდებული, დიფუზიის სისწრაფის გამოსარკვევად მისი კოეფიციენტი უნდა გამრავლდეს შთანთქმის კოეფიციენტზე; განამრავლი აღნიშნავს იმ გაზის რაოდენობას, რომელიც 24 საათის განმავლობაში 1 სანტიმეტრი სისქის შრეს გაივლის, როდესაც გაზის წოლის განსხვავება 760 მმ. უდრის. ჰიუფნერის იძლევა შემდეგ ციფრებს დიფუზიის კოეფიციენტისათვის:

	16°	37°
O ₂ . .	1,62	1,68
CO ₂ . .	1,38	1,43
N ₂ . .	1,73	1,79.

გაზის იმ რაოდენობის განსაზღვრავად, რომელიც ფილტვების კედელს გაივლის თანახმად დიფუზიის კანონისა, საჭიროა ვიცოდეთ ფილტვის ალვეოლთა ზედაპირის სივრცე, ფილტვის კედლის სისქე, რომლითაც გაზი გაივლის, და გაზის წოლა ფილტვის ალვეოლის ჰაერში და ფილტვის კაპილართა სისხლში.

საერთო ალვეოლთა კედლის სივრცე შეიძლება გავიგოთ ერთი ალვეოლის ოდნობის გამორკვევით მიკროსკოპის საშუალებით მისი გაჭიმვის გაზომით, შემდეგ ფილტვის ჰაერის საერთო მოცულობის გათვალისწინებით, რომელსაც უნდა გამოაკლდეს ბრონხული ხის გატუტვის მცირედენი მოცულობა. ამ გზით პოულობენ რომ საერთო სივრცე ალვეოლთა ზედაპირისა 90 კვ. მეტრს უახლოვდება. ალვეოლის კედლის სისქე საშუალოდ 0,004 მმ. უდრის.

რაც შეეხება მესამე ოდნობას, რომელიც საჭიროა იმ გაზის რაოდენობის საპოვნელად, რომელიც ფილტვის კედლებს გაივლის, მისი გამოსაკვლევად უნდა ვიხელმძღვანელოთ იმით, რომ საშუალო წოლა ალვეოლური ჰაერისა დაბალ მიდამოებში 105 მმ. უდრის, ფილტვის კაპილართა ვენურ სისხლში კი—35 მმ.-ს. მაშასადამე, წოლათა გარჩევა 70 მმ.-ს უდრის. როდესაც სისხლი გაივლის საფილტვო არტერიიდან საფილტვო ვენამდე ალვეოლურ კაპილართა ფარგალში სისხლი შთანთქმავს ჟანგბადს და მით აღნიშნული წოლათა განსხვავება თანდათან შემცირდება და ბოლოს ისპობა კიდევ. წოლათა საშუალო განსხვავებად უნდა მივიღოთ არითმეტიკული საშუალო 70 და 0-ს შორის კი არა (35 მმ.), არამედ—53 მმ., როგორც შთანთქმის მრუდისგან სჩანს (იხ. ზემოთ). ფილტვის ქსოვილის მიერ ჟანგბადის შთანქმის კოეფიციენტი წყლისაზე ორჯერ მეტია, ე. ი. $2 \times 0,024 = 0,048$. ჟანგბადის დიფუზიის კოეფიციენტი 37° C-ისას უდრის 1,68, მაშასადამე, 24 საათის განმავლობაში 1 სანტიმეტრი სისქის შრეს თვით 1 კვადრატულ სანტ. ზედაპირით, თუ წოლათა გარჩევა 760 მმ. უდრის, ჟანგბადი გაივლის ასეთი რაოდენობით: $0,048 \cdot 1,68 = 0,0806$ კუმ. სანტ.

0,004 მმ.-ის სისქის შრეს გაივლის: $\frac{0,0806 \cdot 10000}{4} = 201,5$ კ. სანტ. ჟანგბადი. თუ წოლათა გარჩევა 55 მმ. უდრის, მაშინ ეს ციფრი შესაფერისად ნაკლებია; იგი უდრის, 14,3 კ. ს.; ერთ წამში კიდევ გაივლის $\frac{14,3}{1440} = 10$ კ. მმ. ჟანგბადისა. რადგან საერთო ფილტვის შინაგანი ზე-

დაპირის სივრცე 90 კს. მეტრს უნდა უდრიდეს; ერთ წამში ფილტვის ქსოვილის გაივლის 10×900.000 კ. მმ., ე. ი. 9 ლიტრი ჟანგბადი.

ნახშირის სიმჟავისთვის დიფუზიის პირობები უფრო ხელშემწყობია; რადგან მისი შთანთქმის კოეფიციენტი უფრო მაღალია. ნახშირის სიმჟავის დიფუზია 25 ჯერ უფრო სწრაფად სწარმოებს, ვიდრე ჟანგბადისა.

ზემო მოყვანილი ანგარიში ყველასაგან უდავოდ არაა ცნობილი. ბორმა, მაგ., გრეგანის და გალდანის ცდების საფუძველზედ გამოიანგარიშა CO-ის შესვლის სისწრაფე ფილტვის ჰაერიდან სისხლში წოლათა განსაზღვრულ განსხვავებისას, და აქედან, მიიღო რა მხედველობაში დიფუზიის კოეფიციენტი, განსაზღვრა ჟანგბადის სისხლში გადასვლის სისწრაფე. მისი გამოანგარიშებით მან იმდენად დაბალი ციფრები მიიღო რომ მარტო დიფუზიით შეუძლებელია ჟანგბადის მოხმარების ახსნა პეტადრე კუნთების მუშაობის დროს.

5. ფილტვის ქსოვილის სეკრეციული მოქმედება.

თუნდაც რომ ფიზიკური პირობები სრულიად საკმარისი იყოს ფილტვში გაზთა გაცვლა გამოცვლის ასახსნელად, ეს მაინც არ დამტკიცება, რომ ფილტვში სეკრეციულ მოქმედებას ალაგი არააქვს. ბორმა და მისმა მოწაფეებმა აღწერეს მრავალი სხვა და სხვა ცდები, რომლებიც ყველა უჩვენებს ფილტვის მუშაობის სეკრეციულ ხასიათზე. გაზთა სეკრეციული გამოყოფა ცხოველის უჯრედების მიერ სრულიად შესაძლებელია, ე. ი. გაზი შეიძლება გამოიყოს ფილტვის უჯრედის მუშაობის წყალობით ისეთი მამართულებით, რომელიც დიფუზიის მამართულებას ეწინააღმდეგება, სახელობრ, დაბალი წოლის ადგილიდან მაღალი წოლის ადგილისკენ; ეს იყო დამტკიცებული თევზის მაცურებელი ბუშტის მიმართ.

იმნარი თევზების მაცურებელი ბუშტი, რომელნიც ზღვაში ღრმად ცხოვრობენ, შეიცავს 80% ჟანგბადს (ბიო, 1807). ჟანგბადის პარციული წოლა აქ, ცხადია, შეუდარებლად უფრო დიდია, ვიდრე ჟანგბადის წოლა ზღვის წყალში; როდესაც თევზი წყლის ზედაპირში სცხოვრობს, მაშინ ბუშტის ჟანგბადის წოლა მცირეა, ხოლო თევზი თუ ღრმად დაეშვა ძირს, მაშინ ჟანგბადის წოლა მატულობს (მორო 1877). ბუშტიდან რომ გაზა ტრიაკარიან გამოუშვოთ, რამდენიმე ხნის შედეგად იგი ხელახლად გაზთა ნარევით ივსება. მასში შედის უფრო მეტი ჟანგბადი,

ვიდრე წინეთ, აგრეთვე უფრო მეტის წოლით, ჯიღრე გარშემო წყალში ან და თვითონ თევზის სისხლში. მაგრამ თუ ბუშტისკენ მიმავალა ცთომილი ნერვების ტუტები გადაიჭრა, ბუშტი გაზებით ხელობად აღარ ივსება (ბოარი, 1894). ამნაირად, შეუძლებელია პაციენტების ბუშტის გაზთა გაცვლა-გამოცვლის პროცესები ისე აიხსნას, რომ საჭირო არ იყოს გაზთა სეკრეციული გამოყოფის არსებობა ნერვულ სისტემაზე დამოკიდებულობით.

ბოარის ცდებიდან სჩანს, რომ გაზთა გაცვლა-გამოცვლა ფილტვების კედლების საშუალებით ისეთი მიმართულებით სწარმოებს, რომელიც წოლის დაცემის მიმართულებას ეწინააღმდეგება. ბოარს შეჰყავდა შინაური კურდღლის ორ მთავარ ბრონხში ორი კანიულა. ამით იგი გაზთა გაცვლა-გამოცვლას თვითნებ ფილტვში ცალკე იკონტროლდა. ერთ ფილტვში შეჰყავდა ატმოსფერული ჰაერი, მეორეში კი ღვ—გაზთა ნარევი, რომელიც 80% ნახშირის სიმკვარეს შეიცავდა. რადგან ფილტვის ვენურ სისხლში ნახშირის სიმკვარის წოლა უფრო მცირეა, ვიდრე გაზთა ნარევი, ცხადია, სისხლს უნდა მიეღო ფილტვიდან ეს გაზი, მაგრამ დანამდვილებით გამოირკვა, რომ ამ შემთხვევაშიც ნახშირის სიმკვარე სისხლიდან გამოიყოფა ზოლმე ფილტვის ჰაერში. ეს ცდა გვიჩვენებს, რომ ფილტვსაც უშეძელია აქვს სეკრეციის უნარი. ზოლო ცნობილი არაა, თუ ეს მოვლენა რა როლს თამაშობს სხეულის მოსვენებაში და ნორმულ პირობებში.

ბოარმა აგრეთვე ისარგებლა მარჯვენა და მარცხენა ფილტვის სუნთქვის განცალკევებული შესწავლით, რომ გამოეკვლია ფილტვის ვენტრილიაციის, შესუნთქული ჰაერის შემადგენლობის და სისხლის მომარაგების გავლენა გაზთა გაცვლა-გამოცვლაზე. აღმოჩნდა, რომ ის ფილტვი, რომელიც უფრო ინტენსიურად სუნთქავს, უფრო მეტ ჟანგბადს მიმღებლობს და მეტს ნახშირის სიმკვარეს გამოყოფს. სწორედ ისევე იმ ფილტვში. რომელიც ჟანგბადით უფრო მდიდარ ჰაერს შეისუნთქავს, ჟანგბადის შთანთქმა უფრო ძლიერია, თუმცა ნახშირის სიმკვარეს გამოყოფა უცვლელად სწარმოებს. როდესაც ფილტვში წმინდა აზოტი შეჰყავდათ, მაშინ ჟანგბადის დენის მიმართულება უკუღმავდებოდა, სან ხელდობრ, ვენურ სისხლიდან, რომელიც მუდამ ცოტად ჟანგბადს შეიცავს, ეს გაზი დიფუზიის საშუალებით ალვეოლურ ჰაერში გამოიყოფოდა.

სისხლის მომარაგების პირობები ფილტვის გაზთა გაცვლაზე უკავლევ-

ნოთ არ რჩება. ფილტვის არტერიები რომ შეეფიწროვოთ ერთ მხარეზე, მაშინ გაზთა გაცვლა-გამოცვლა შესაფერის ფილტვში მცირდება. მასთან ერთად მეორე ფილტვში გაზთა გაცვლა-გამოცვლა ძლიერდება. სისხლის მიმოქცევის დარღვევა უფრო ძლიერ დაეტყობა ხოლმე ქანგბადის შთანთქმვაზე, ვიდრე ნახშირის სიმეფის გამოყოფაზე.

ცთომილი ნერვის გადაჭრა, რომელშიაც ფილტვის არტერიების გამჟანგიერებელნი გაივლიან, ოპერაციის მხარის ფილტვში გაზთა გაცვლა-გამოცვლას აძლიერებს. ეს აახსნება დაოპერაციებულ მხარეზე სისხლის მომარაგების მომატებით.

ნ. ფილტვში ქანგბადის მოხმარება და ნახშირის სიმეფის განვითარება.

რასაკვირველია, უნდა დაუშვათ, რომ ფილტვებში, როგორც სხვა ორგანოებში, ქანგბადი იხარჯება და ნახშირის სიმეფე აღმოცენდება. მაგრამ დიდი ხანია სადავო იყო ის საკითხი, თუ რა მნიშვნელობა აქვს ფილტვებს გაჟანგების პროცესში, არის თუ არა იგი სპეციფიკური გამაქანგებელი ორგანო.

ლავუაზიემ, ცხოველის სხეულში დაწვის მოძღვრების მამათმთავარმა, ნახშირის სიმეფის განვითარება მეტ წილად ფილტვებს მიაწერა. ასეთი წარმოდგენა გაბატონებული იყო იმ დრომდე, ვიდრე ექსპერიმენტულად არ შეიწავლეს ვენური და არტერიული სისხლის გაზთა შემადგენლობა. ამის შემდგომ წარმოდგენამ ნახშირის სიმეფის განვითარების და ქანგბადის მოხმარების შესახებ სრულიად საწინააღმდეგო მიმართულება მიიღო: ქანგბადის მთელ მოხმარებას და ნახშირის სიმეფის მთელ განვითარებას მიაწერდნენ სხეულის სხვა და სხვა განყოფილებებს ფილტვების გარეშე.

მაგრამ საკითხი იმის შესახებ, აქვს თუ არა ფილტვებს პირდაპირი მონაწილეობა ორგანიზმის გამაქანგებელ პროცესებში, ხელახლად იყო დასმული ბოროისა და ჰენრიკესის მიერ (1897). მათ იპოვეს, რომ აორტის რკალის გადაჭრისას, მასასადამე, თითქმის მთელ სხეულში სისხლის მიმოქცევის შეწყვეტის შემდეგ, სასუნთქვო გაზთა გაცვლა-გამოცვლა მცირდება მხოლოდ ერთი მესამედით. რასაკვირველია, ამ ცდაში კუნთების სისხლით მომარაგება სავსებით არ ისპობა. სახელობრ, სისხლის დენისათვის გვერდითი გზები ვითარდება. ამ გზებით მიჰყავთ სისხლის ძლიერ მცირე რაოდენობა. მაგრამ რაც გინდა მცირე იყოს ეს დენა, მას მაინც ქსოვილებიდან გამოაქვს ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის შუამდებარე გარდამავალი ნაწარმოებნი, რომელნიც შემ-

დებ ფილტვებში ბოლოვდის ჟანგდებიან. ბოროს და ჰენრიკესის ცდებში ეს გაჟანგება სწარმოებდა იმ დროს, როდესაც სისხლი ფილტვებში მიმდინარეობდა. მართო ჟანგბადი არ ემართა ამ ნაწარმოებთა საბოლოოვით დასაწვავად. როგორც ეტყობა, ეს დაწვა მხოლოდ განსაზღვრული ენზიმების საშუალებითი სწარმოებდა. მართლაც შიტ-ტენ ჰელმა (1905) და ზიბერმა (1908) გვაჩვენეს ფილტვებში სხვა დასხვა ენზიმების არსებობა.

ბორო და ჰენრიკესი აგრეთვე შეისწავლიდნენ ჟანგბადის მოხმარებას და ნახშირის სიმკვების განვითარებას ფილტვებში რაოდენობის მხრივ. მათი მიზანი მდგომარეობდა ფილტვის არტერიული და ვენური სისხლის გაზური შემადგენლობის და ფილტვებში მიმოქცეული სისხლის რაოდენობის განსაზღვრაში. ქვემოთ მოყვანილია შედეგი ამ ცდებისა:

1. სისხლის გაზები:	ჟანგბადი.	ნახშ. სიმკვ.
გაზთა შეკულ. არტ. სისხ.	22,8 ⁰ / ₀ .	25,6 ⁰ / ₀ .
გაზ. შეკ. მარჯ. გულ. სისხ.	14,3 ⁰ / ₀ .	33,1 ⁰ / ₀ .
გარჩევა:	+8,5 ⁰ / ₀ .	—7,5 ⁰ / ₀ .

2. სისხლის დენის სისწრაფე უდრიდა საათში

977 კ. სმ. სხეულის თითო კილოგრამზე;

გაზთა გაცვლა-გამოცვლა სისხლსა და ქსოვილთა

შორის თითო საათში სხეულის თითო კილოგრამზე მოდის:

168 კ. ს. 148 კ. ს.

3. **საერთო გაზთა გაცვლა** საათში კილოგ. 343 " 252 "

გარჩევა (ფილტვის გამაჟანგებელი პრო-

ცესები) საათში სხეულის კილოგრამზე 175 " 104 "

მოყვანილი მაგალითი ცხადად გვიჩვენებს, რომ საერთო გაზთა გაცვლა ფილტვების საშუალებით უფრო მეტია, ვიდრე ეს მარტო ქსოვილების საშუალებით სწარმოებს. მაშასადამე, სხეულში ჟანგბადი უფრო მეტი იხარჯება, ვიდრე იგი ქსოვილში შედის დანახშირის სიმკვლე უფრო მეტი გამოდის ფილტვებიდან, ვიდრე იგი გამოაქვს სისხლს ქსოვილებიდან. ეს ნიშნავს, რომ თვით ფილტვებში სწარმოებს ჟანგბადის მოხმარება და ნახშირის სიმკვების განვითარება. ამ ცდებიდან, აღმოჩნდა, რომ საშუალოდ ერთი მესამედი გაზთა მთელი გაცვლისა ფილტვების გამაჟანგებელ პროცესებზე მოდის.

ზემო მოყვანილი ფაქტების თანახმად უნდა დაუშვათ, რომ ამოსუნთქული ჰაერის ნახშირის სიმკვების დიდი წილი ფილტვებში აღმოცენ-

დება. ამის მასალას შეადგენენ ზემო ხსენებული გარდამავალი ნაწარმოებნი ქსოვილების ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლისა. სამავალითოდ მოვიყვანე იმ ნივთიერებათ, რომელნიც მომუშავე კუნთის ქსოვილში აღმოცენდებიან. მაგრამ ბორის და ჰენრიკესის ცდები არ შეიძლება მთლიანად ნორმულ ცხოველზედ გადაიტანათ. ამ ცდებში სისხლის მიმოქცევა სხვა ყველა ორგანოებში თითქმის სრულიად შეწყვეტილი იყო; ამიტომ ეს ორგანოები ჟანგბადის ნაკლებენებას განიცდიდა და დაწვავ მათში არ მოგვეცემდა იმ საბოლოო ნორმულ ნაწარმოებთ; ეს საბოლოო ნაწარმოებნი ვითარდებიან მხოლოდ მაშინ, როდესაც სისხლი ფილტვების კოპილიარებით თავისუფლად გაივლიან.

7. გამთა გაყვლა-გამოყვლა სისხლსა და ქოვილთა შორის.

სხეულის კაპილიარების საშვალებით სისხლი ჟანგბადს იძლევა და ნახშირის სიმჟავეს მიმღებლობს. ეს ორივე გაზი გავილის კაპილიარის კედლებს წინააღმდეგი მიმართულებით. არსაიდან არ სჩანს, რომ ძარღვთა ენდოთელი რამე მონაწილეობას ღებულობდეს ამ პროცესში. პირველად ყოვლისა ქსოვილები სარგებლობენ იმ ჟანგბადით, რომელიც სისხლის პლაზმაშია გახსნილი.

ჩვენ ვნახეთ, რომ პლაზმაში გახსნილი ჟანგბადის რაოდენობა ძლიერ მცირეა, და ამიტომ ეს ჟანგბადი საჩქაროდ გამოიღეოდა. რა წამს პლაზმაში ჟანგბადის წოლა ეცემა, მაშინვე ოქსიჰემოგლობინის განსაზღვრული რაოდენობა ირღვევა. ბორმა იმასაც მიაქცია ყურადღება, რომ ოქსიჰემოგლობინის დარღვევა და სისხლის სხეულთა ჟანგბადის მარაგით სარგებლობა აღვილდება იმით, რომ ვენურ სისხლში ნახშირის სიმჟავეს მომატებული წოლის წყალობით ოქსიჰემოგლობინის დისოციური წოლა მალლად სდგას. ამის გამო მიუხედავად ჟანგბადის აბსოლუტური რაოდენობის შემცირებისა სისხლში, ჟანგბადის წოლა სისხლის პლაზმაში საკმარისად მაღალია; ჟანგბადის ქსოვილებში გადასვლის სიწრაფე ხომ სწორედ პლაზმის ამ წოლაზეა დამოკიდებული. სწორედ ამით აიხსნება ის მოვლენა, რომ გათხელებულ ჰაერში ყოფნა უფრო ადვილად იტანს ორგანიზმი, თუ ამ ჰაერს ნახშირის სიმჟავე შეუკრის.

თვითეული ორგანოს მომატებული მოქმედებისას გაზთა გაცვლა-გამოცვლა ძლიერდება. ამას ხელს უწყობს **გაძლიერებული სისხლის დენა.**

აწერილსარეგულიაციო მექანიზმთა წყალობითი, რომელნიც შინა-გან და გარეგან სუნთქვას განაგებენ, გაზთა გაცვლა გამოცვლა ორგანიზმის ცვალებად მოთხოვნილებას შეუფარდდება და დაიცევა ერთს დონეზე გარეგან პირობათა ცვლილებაზე დამოუკიდებლად. მაგრამ ამ სარეგულიაციო მექანიზმის მოქმედება სრულიად საკმარისია მხოლოდ მოთხოვნილებათა ცნობილ საზღვრებში. თუ მოთხოვნილებამ ამ საზღვრებს გადააჭრა, მაშინ სარეგულიაციო მექანიზმი აღარ მოქმედებს. შესუნთქულ ჰაერში რომ ჟანგბადის წოლამ ძლიერ დაიწიოს — სულ ერთია ჰაერის გათხელების გამო თუ ჟანგბადის პროცენტული შემადგენლობის შემცირებით —, მაშინვე მენებელი მოშლილობა იწყება, რომელსაც შეუძლიან სიკვდილიც გამოიწვიოს (მთის ავადმყოფობა). ამ მოვლენის გამომწვევი ჟანგბადის პარციული წოლა თვითეთლი ინდივიდის მიმართ სხვადასხვანაირია. ზოგს აღამიანს მთის ავადმყოფობა ემართება 3000 მეტრის სიმაღლეზე (≈ 530 მმ. ბარომეტრული წოლისას); მეტ წილად კი — 4000-5000 მეტრის სიმაღლეზე ≈ 400 მმ. წოლისს), და მხოლოდ იშვიათ პ.რ.ს ეს 7000 მეტრის სიმაღლეზე მოსდის. საზოგადოდ ავადმყოფობის მოვლენა მაშინ იწყება, როდესაც ჟანგბადის წოლა ფილტვის ალვეოლებში 50 mm. Hg-ზე ქვემოთ ეცემა.

ჟანგბადის პარციული წოლის ზომიერი აწევა შესუნთქულ ჰაერში გაზთა გაცვლა-გამოცვლაზე გავლენას არ ახდენს. მაგრამ წმინდა ჟანგბადი 3—4 ატმოსფერის წოლისა ან და ატმოსფერულ ჰაერი 15-20 ატმოსფერამდე შესქელებული სწრაფად ჰკლავს ცოცხალ არსებას (პ. ბერი, 1868). ჯერ გამორკვეულა არაა, რაში მდგომარეობს ეს თავისებური მოშხაპველი მოქმედება როგორც ცხოველის, ისე მცენარეთა მიმართ.

ნახშირის სიმჟავის შეცულობა შესუნთქულ ჰაერში შეიძლება 50%-მდე აიწიოს ისე, რომ გაზთა გაცვლა-გამოცვლაზე სრულიად არ იმოქმედოს. როდესაც ჰაერში ნახშირის სიმჟავის შეცულობა 10 0%-ს უახლოვდება, ნახშირის სიმჟავის გამოყოფა სხეულიდან ძნელდება. ძუძუწოვარი ცხოველები იხოცებიან, როდესაც ჰაერში ნახშირის სიმჟავის შეცულობა 30 0%-ზე ცოტა მეტია. (პ. ბერი, 1878).

სუნთქვა რომ დატულ სიერცეში სწარმოებდეს, რამდენიმე ხნის შემდეგ ცხოველი კვდება ან ჟანგბადის ნაკლებუფერობისა გამო, ან ნახშირის სიმჟავით მოშხაპვის წყალობით. პირველ შემთხვევას მაშინ აქვს ალაგი, თუ ატმოსფერული ჰაერი თავიდანვე ჩვეულებრივ წოლას განი-

კლიდა. თუ კიდე ეს სივრცე წმინდა ჟანგბადით იყო სავსე ან და შეს-
ქელებული ჰაერით ორ ატმოსფერაზე მეტად, მაშინ ნახშირის სიმკვრივით
მოწამვლა უკვე იმ დროს ხდება, როდესაც ჟანგბადი საკმარისად მოიპოვება.

იყო ასეთი ზრდიც გამოთქმული, რომ ფილტვების საშვალბებთ გამოი-
ყოფა მცირეოდენი შხამიანი გაზები (ბროუნ სეკარი), მაგრამ ეს
აზრი შემდეგში არ გამართლდა.

დასკვნისას ვაფასებ, რომ სწრაფი გადახვლისას მაღალი ატმოსფე-
რულ წოლიდან დაბლისკენ სიცოცხლეს ხიჯათი მოეღოს. მაღალ წოლისას პლაზ-
მასა და ქსოვილები გაზები ბლომადაა გახსნილი. სწრაფად წოლის დაწყებისას
გახსნილი გაზები ხელახლად გაზურ მდგომარეობას იღებს. ამის წყალობით
პატარა გაზის ბუშტები აღმოცენდება, რომლებიც სისხლის დენას ძარღვებში
აბრკოლებს (ჰოპკინს-ზეილერი და ბერი) და შეიძლება კიდევ ქსოვილთა
გაგლეჯა გამოიწვიოს, მეტადრე ნერვული ქსოვილისა. ეს გაზები უმთავრესად
აზოტისაგან შესდგება.

1. შინაგანი ანუ ქსოვილის სუნთქვის დადასტურება. ორ ზედიზედ მიღე-
ბულ თითებს შორის რომ გავხედოთ, გამოჩნდება მზიარული წითელი ზოლები
მათ საზღვარზე. ეს ზოლები რომ პატარა სპექტროსკოპით გავშინჯოთ, დავი-
ნახამთ ოქსიჰემოგლობინის ორ აბსორბციულ (შთანთქმის) ზოლს, რაც სის-
ხლით სიმდიდრეს უჩვენებს.

ამის შემდეგ რომ თითებს ძაფი მოუჭიროთ და მით თითების გალურჯება
გამოიწვიოთ, მაშინ ხელახლად სპექტროსკოპით გაშინჯვა ერთს განიერს შთა-
ნთქმის ზოლს აღმოაჩენს, რომელიც აღდგენილ ჰემოგლობინს შეუფარდდება.
ეს დაკვირვება გვიჩვენებს ქსოვილის მიერ მთელი ჟანგბადის მოხმარებას.

2. კუნთების მუშაობისა და ბარაკანის ნახშირის სიმკვრივის გამოყოფის და-
დასტურება. 2—3 ბაყაყის უკანა თითები—ტყავ გაძრობილი და სისხლიდან
განთავისუფლებული—ჰერმეტიკულად დახშული შუშის ტურქელში წყლის წნუ-
ლის საშუალებით მავთულზე დაჰკიდებენ. ამ შუშის ძირი დაჟარულია ვერცხლის
წყლით, ისე რომ თათები მას ეხებოდნენ. ტურქელს აქვს მეორე მავთულიც,
რომელიც ვერცხლის წყალს უერთდება. გარდა ამისა ტურქელში შედის ორი
შუშის ლულა. ერთი მიმტანია და იგი თავდება ვერცხლის წყლის ფენაში, მეო-
რე კიდე გამტანია და თავისუფლად საცობის ქვემოთაა ბოლოვდება. ამ ლულებით
გაატარებენ ჰაერს საბერველისა ან ასპირატორის შემწვობით. გამტან ლულას
უერთებენ ერთს ვულფის ტურქელს, რომელშიაც ბარაკის ხსნილია (BaOH) მო-
ქცეული, და მის საშვალბებით ნახშირის სიმკვრეს აკვებენ. მიმტანი ლულა კი-
დე შეერთებულია რამდენიმე ვულფის ტურქელთან, რომელთა დანიშნულებაა
ჰაერადან ნახშირის სიმკვრის შთანთქმვა, რომ თათებიან ტურქელში სუფთა ჰაე-
რი შევიდეს. ამ ტურქელთან მახლობელი ვულფის ტურქელი B_2O_3 -ს შეიცავს
იმ მიზნით, რომ მუდამ შემოწმებული იყოს შენადენი ჰაერის ნახშირის სიმკ-
ვიდან გაწმენდა.

ასპირატორიდან ჰაერს გაატარებენ მთელი სისტემით 3-10 წამის განმავლობაში; ბარიტის სხნილი გამტან ლულისთან შეერთებულ ვულფის ჭურჭელში იმღვრევა ბარის ნახშირის სიმკავესთან შეერთების გამო. ეს ნახშირის საშეავე, ცხადია, თათების მიერ იყო გამოყოფილი, რადგან მიმტან ლულასთან შეერთებული ვულფის შუაში ბარიტის ხსნილი სასეკიო გამჭრავალია. მაშასადამე, თათების ქსოვილი მოსვენების დროსაც ნახშირის სიმკავეს გამოყოფს.

ზემო აღნიშნული მეთოდებით რომ თათები ტექანური ნაკადით გავალიზიანოთ და მით თათების კუნთები ენერგიულად შეკუმშოთ, მაშინ ასპირატორიდან ჰაერის გატარებისას ბარიტის ხსნილი გაფყვან ლულასთან შეერთებულ ჭურჭელში გაცილებით უფრო ჩქარა აიძღვრევა და უფრო მეტ ნალექს მოიცემა. ცხადია, ქსოვლებიდან ნახშირის სიმკავეს გამოყოფა მეშაობისას უფრო მეტია, ვიდრე მოსვენებისას.

3. **ორგანიზმის შეფუება სასუნთქო ჰაერის ნაკლულევანებასთან.** შუბის ჭურჭელში, რომელიც ორი მოშლითელი შუშის ფირფიტით ჰერმეტიზებულია დახურული, ჩასვამენ ორ ბელურას საერთოდ პატარა ჩიტს. *). 1 - 1¹/₂ საათის განმავლობაში ჩიტების ქცევა ფრიად საყურადღებოა იცვლება: ჯერ მოუწყენარი ხტობა და საჭმლის ძებნა დრო და დრო მოუსვენრობაზე იცვლება: გაზვირებული და გაღრმავებული სუნთქვა — ჭოშინი, ფრთების აბუზა. მეორე საათის ბოლოში მდგომარეობა უფრო ცუდდება: ჭურჭლის კედლები წყლის ორთქლით იფარება; ჩიტები ნელად და ლასლასით მოძრაობენ, უფრო ძლიერ მოიბუზებიან, ხშირად სუნთქვენ და მასთან უსწორ-მასწორობ.

ამ დროს იმავე კამერაში ახალი ჩიტი რომ შეუყვით **)) და მაშინვე დიფხუროთ აღმოჩნდება: რომ ორივე კამერაში ნამყოფი ჩიტი ცოტა გამოკეთდა სუფთა ჰაერის შესვლის გამო. ახალი ჩიტი კი პირიქით მაშინვე დიდს მოუსვენს. რომას იჩენს, ალტყინებულად ჭოშინებს და სულ რამდენიმე წამში კვდება.

შემდეგ ამ ცდისა რომ ცოცხალი ორი ჩიტი გამოვიყვანოთ სუფთა ჰაერში, ისინი კიდევ კარგა ხანს ცუდ მდგომარეობას განიცდიან: თვალუბის დაბუკვა, ლასლასით სიარული და აბუზა. ისინი საესებით გამაზრუნდებიან მხოლოდ ორი საათის განმავლობაში.

ამ ცდებიდან ცხადად სჩანს, რომ როდესაც ჰაერის მოშხამკა CO₂-ით თანდათანობით სწრაზობს, ორგანიზმს შეუძლიან ამას სხვადასხვა გზით შეეგუოს; ხოლო თუ სუფთა ჰაერი სწრაფად მოშხამელი ჰაერით შეიცვალა, იმას ორგანიზმი ვერ იტანს და მას სიცოცხლე ესპობა.

*) თუმცა ჭურჭლის ნაპირები და სასუნთქი ფირფიტები მოშლითელია, მაგრამ ზინც საექსპორტაა ზონის წასია, რომ ჰაერმა ჭურჭელში არ იდინოს.

**) ორივე სასუნთქი ფირფიტას ნაპირები აქვს, რომლებიც სხვადასხვა ალაგას მდებარეობს. ზემოთა ფირფიტაზე პატარა საფარის ქვეშ მოაქცევენ ჩიტს და მეორე ზემო ფირფიტას ისე დააყენებენ, რომ ჩურტუბები ერთი მეორეზე და მოსყვენ და ამის საშუალებით ახალ ჩიტს კამერაში ჩააფებენ. მაშინვე სწრაფად ჩურტუბანების სხვადასხვა ალაგზე დაყუებით კამერას ზელ ახლად ჰერმეტიულად დახურავენ.

8. სასუნთქო მოძრაობის მექანიკური ეფექტი.

ფილტვების ვენტილიაცია. სუნთქვის მიზანს შეადგენს ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლა. სისხლსა და გარეგან ჰაერს შორის. ეს სრულდება იმის წყალობით, რომ ჰაერი ფილტვის შიგნით შეისრუტება და შემდეგ, — როდესაც გაზთა გაცვლა-გამოცვლა გათავდა — ფილტვებიდან უკან გამოიდევნება. ამ პროცესს ვენტილიაციას უწოდებენ ე. ი. ფილტვების განიავებას. თვითონ ფილტვების როლი ამ პროცესში სასულე-ბით პასიურია. ისინი განიერდებიან გულმკერდის გაგანიერების გამო, და ამიტომ ჰაერს შიგნით შეისრუტავენ; გულმკერდის შევიწროვებისას კიდე ისინი ჩაიფუშებიან რის გამოც ჰაერი გარედ გამოდის.

ხელოვნური სუნთქვა. ფილტვების ვენტილიაცია საესებით მექანიკურ პროცესს წარმოადგენს. ამიტომ შეიძლება შეეცვალოს იგი გარეგანი მექანიკური ზედმოქმედებით, როგორც ეს ხელოვნური სუნთქვისას ხდება. ამ ბერხს მიმაბრუნებენ ხოლმე ცხოველების თუ ადამიანის გადასარჩენად, როდესაც მათ ბუნებრივი სუნთქვა უღებდათ. საერთოდ ხელოვნური სუნთქვა ორი წესით სწავლობებ: ან საბერავის საშუალებით ჰაერს პირდაპირ ტრახეაში მიერეკებთან, ან და შესაფერი ბერხით გულმკერდის ღრუს პერიოდულად ხან ავიწროვებენ, ხან კი აგანერებენ.

ფილტვების ვენტილიაციის პირობები. ფილტვი წარმოადგენს სხეულის შიგნით მოქცეულ ცარიელ სივრცეს, რომელშიაც ჰაერი შედის. ეს სივრცე რომ ერთ ზარტივ განიერ პირთან ღრუს წარმოადგენდეს, მაშინ თავის თავად ცხადი იქნებოდა, რომ ამ სივრცის გაგანიერებისას ან გადიდებისას მასში განსაზღვრული მოცულობის ჰაერი შევიდოდა, შევიწროვებისას კიდე იგივე მოცულობა გამოვიდოდა.

მაგრამ ფილტვები ერთი ღრუსაგან არ შესდგება. იგი შეიცავს მრავალ წვრილმან ღრუებს, ბრონხების წვრილი ტერმებით სასუნთქო სასთან შეერთებულს. ამიტომ ჰაერი ყველა პირობეში თავისუფლად არ შევა და არ გავა ფილტვებიდან; ჰაერის გამტარებელი გზების სივიწროვისა გამო ჰაერის შესვლა-გამოსვლა დაბრკოლებას განიცდის; ამასთან ზოგიერთ ნაწილთა უთანასწორო გაგანიერებისა გამო სხვა ნაწილები შეიძლება მოსწყუეს მთავარ ბრონხებს. ამოჭრილ ფილტვებში, მაგ., ზირად, როდესაც ერთი ნაწილი იბერება, მისი დაწოლის გავლენით მეორე იხურება. ამ პირობებში საჭიროა განსაკუთრებით მიმართულება, რომ ფილტვები გულმკერდის ღრუს გაგანიერებას და შევიწროვებას მისდევდეს, რომ ყველა ალვეოლები თვითუღლ სუნთქვისას ერთს დროს იესებოდეს და ცარიელდებოდეს.

ეს სრულდება ფილტვების აგებულობის ორნაირი თავისებურების წყალობით: 1) მისი ელასტობისა და 2) დაკიდებისა პლევრული ტორაკის შიგნით.



სურ. 59. ფილტვის ალვეოლის აგებულება (A, B, C...); თითოეულ ალვეოლაში შემავალი ნაწილები გამოხატულია ცალკე: ა—წვილი სისხლის კაპილარები; გ—ფერო მომხილო ძარღვები, H—მოყვანილია ები უკუღრუა უჯრედები ბირთვებით (1) და ფაზით (2, 3); C—ალვეოლა კაპილარებით რომელიც გადაჭრულია ეპიტელიის ფენით; D—ეპიტელია; F—ელასტური ძაფები. (Lalou).

ფილტვების ქსოვილი შესდგებაუ მთავრესად ელასტურ ძაფებისგან (სურ. 59.), რომლებიც ფილტვებს ისეთი გაჭიმვის უნარს ანიჭებს, რომ შეიძლება იგი გაებერთ კაუჩუკის ბუშტის მსგავსად ცხოველის სიცოცხლის დროს ეს ელასტური ძაფები გაჭიმულია. ამიტომ, როდესაც გულმკერდის ღრუ ვიწროვდება, ფილტვი იკუმშება—ეს ფილტვების ელასტური შევიწროვება წარმოადგენს ამოსუნთქვის დროს ფილტვების პირველ დამცარიელებელ მიზეზს. რადგან შეჭიმვა დამოკიდებულია ფილტვის ქსოვილის ელასტობაზე, ე. ი. ფილტვის თვითიველ ალვეოლაზე, ამიტომ ყველა ალვეოლები ცარიელებდა დაახლოებით თანასწორად.

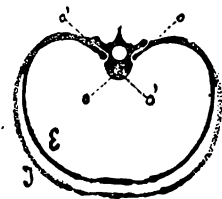
რადგან ფილტვების მოცულობა მნიშვნელოვნად ცვალებადობს სასუნთქო მოძრაობისას, და მით ფილტვების ზედაპირი და მათი ნაწილები მოძრაობს როგორც გულმკერდის მიმართ, ისე ერთიერთმანეთის მიმართ, ამიტომ ფილტვმა რომ საუკეთესოდ შეასრულოს თავისი დანიშნულება, იგი არ უნდა იყოს შეზოგრებული გულმკერდის კედელთან; ამას გარდა გულმკერდის გაგანიჭებისას ფილტვი უნდა წისდევდეს გულმკერდის კედელს, თუცა ელასტობისა გამო ფილტვი მუდმივ შეჭიმვას განიცდის. ეს პირობები განხორციელებულია იმის წყალობით, რომ ფილტვსა და გულმკერდის კედლებს შუა, აგრეთვე ფილტვების ნაწილთა შუა ალაგები დაფენილია პლევრით და აესებულია სით-

ხით. ამის გამო პლევრული სივრცე, რომელიც მხოლოდ ძლიერ ვიწრო მცირე ტევის სივრცეს წარმოადგენს, ამ მოცულობას უკლებლად ინახავს. ამიტომ რადგან პლევრული ტოპრაკი ყველა მხრიდან სრულიად დახურულია, ფილტვი იძულებულია სავსებით მისდამს გულმკერდის ღრუს მოძრაობას. სითხის არსებობა პლევრულ ტოპრაკში. ფილტვის ზედაპირის მოძრაობას აადვილებს.

შუასაძგიდის ანუ დიაფრაგმის სასუნთქეო მოძრაობა. გულმკერდის ყაფაზი შესუნთქვის დროს განიერდება თითქმის ყველა მიმართულებით, მხოლოდ უკანა და ზემო ზედაპირი უმოძრაოდ რჩება. ამასთან გულმკერდის კოლოფის ოდნობა მატულობს, შუასაძგიდი კიდე, რომლის თალი ყაფაზის ძირს წარმოადგენს, ქვემოთ დაიწევს. (სურ. 60).

დიაფრაგმის კუნთის ნაწილი მოდუნებულ მდგომარეობაში თითქმის მთლიანად ნეკნებს შეეხება, მისი centrum tendineum კიდე პრეტულ თალს გამოსახავს, რომლის წვეტი დაახლოვებით მეხუთე ნეკნთა შუა დონეზედ მოდის.

დიაფრაგმის შეკუმშვა. როდესაც კუნთის ძაფები იკუმშება, დიაფრაგმა იკიმება და იღებს დაახლოვებით ბურთის ფორმას. უკვე დიაფრაგმის ზომიერი შეკუმშვისას, როდესაც მყესებრივი ნაწილის შუაგული ქვემოთ თითქმის არ დაიწევს, ყაფაზის ტევა ძლიერ მატულობს მეტადე იპის გამო, რომ დიაფრაგმის კუნთოვანი ნაპირი გაიკიმება თალის სახით, რომლის სიპრუდე ნეკნებიდან მყესურ ცენტრამდე თანასწორია. ამის გამო ნეკნები რკალეება და დიაფრაგმას შუა ყველა მხრიდან აღმოცენდება ერთი განიერი ღარი, რომელიც გულმკერდის შესუნთქვისას ღრუდან ძირს დაიწევს. ამ ღარში შედის ფილტვების ბოლოები. უკვე ზომიერი შესუნთქვისას ფილტვის ქვემოთი წვერი ორი თითის დადებით უფრო ქვემოთ მოდის, ვიდრე ამოსუნთქვისას (სურ. 61).

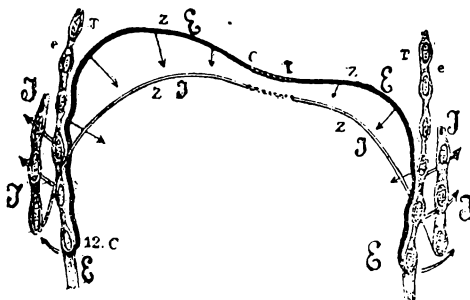


სურათი 60.

სურ. 60. გორიზონტალური პაროქტია გულმკერდის ღრუს შეკუმშვისას (J) და ამოსუნთქვისას (E). 00 და 00' ნიშნები ტრიალის ღერძი (Frey).

როდესაც ყაფაზის ტევა მატულობს დიაფრაგმის გაკიმვის გამო,

მომძრავი მუცლის შიგნეულობა ქვემოთ დაიწევს და თავის მხრივ მუცლის კედელს აწვება. ამიტომ თვითეულ შესუნთქვის მუცლის წინა კედლის გამოწვევა უკავშირდება.



სურათი 61.

გაღანაცვლებას. 12. C—მე-12 ნეკნის წვერი (Hasse).

სურ. 61 დიაფრაგმის (Z. Z) და ნეკნთა განწყობილების სქემა შესუნთქვისას (J, J...) და ამოსუნთქვისას (E, E...). (ფორმტული სიპრტე). (t—centrum tendinum; ერთკონტურიანი ისრები უჩვენებს დიაფრაგმის მიერ ალაგის გაღანაცვლებას შესუნთქვის მდებარეობიდან ამოსუნთქვისკენ; ორკონტურიანი ისრები კიდე—ნეკთა ალაგის

დიაფრაგმის მოღუნება. მუცლის კუნთები ტონური გაქიმების გამო განუწყვეტლივ შიგნეულობას აწვება; ეს წოლა მაშინვე, რა წამს დიაფრაგმა ღუნდება, ასწევს მას ზევით და მოსვენების მდებარეობაში მოჰყავს. მუცლის კუნთები აქტიურად მუშაობენ დიაფრაგმის ასაწეოდ მხოლოდ გაძლიერებული ამოსუნთქვის დროს.

მუცლის მუხრუჭი. ამაირად სუნთქვის პროცესში დიაფრაგმა და მუცლის კუნთები ერთი-ერთმანეთის ანტაგონისტებს წარმოადგენს. როდესაც დიაფრაგმა იკუმშება, მუცელი გამოიწევა; პირიქით, მუცლის კუნთების შეკუმშვა ასწევს ზემოთ დიაფრაგმას, და მით ამოსუნთქვას ხელს უწყობს. ამ შემთხვევის გარდა, სადაც დიაფრაგმა და მუცლის კუნთები ანტაგონისტობენ, არსებობს სხვა შემთხვევებიც, როდესაც ისინი, როგორც სინერგისტები, მუშაობენ. ასე ხდება ყველა იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა მუცლის შიგნეულობაზე მძლავრი წოლის წარმოება. მაშინ დიაფრაგმა და მუცლის კუნთები ერთს დროს იკუმშება; ამ მოვლენას მუცლის პრესს ე. ი. მუხრუჭს უწოდებენ. რადგან ამასთან დიაფრაგმა და მუცლის კუნთები ერთი მეორის წინააღმდეგ მოქმედობს, ამიტომ შესაძლებელი თითქმის უმოძრაო რჩება, ე. ი. გულმკერდის ღრუს ოდნო-

ბა არ მატულობს, მხოლოდ აწევა მუცლის ღრუს შეცულობას. ამიტომ მუცლის პრესის მუშაობას არაერთი დამოკიდებულება სუნთქვასთან არა აქვს. მას აქვს ალაგი დეფეკაციის, მშობიარობის და პირის საქმეების დროს.

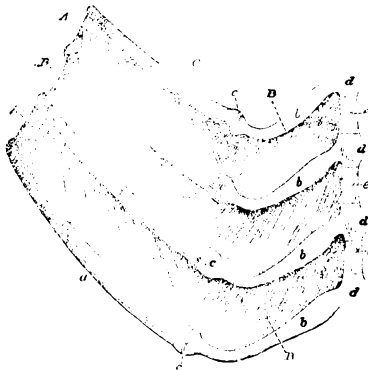
გულმკერდის ღრუს მოძრაობა. სასუნთქვო მოძრაობის დროს პირველად ყოვლისა ნეკნების აწევა სწარმოებს. ამასთან ერთად გულმკერდის ღრუ განიერდება საგიტალურ და ფრონტალურ მიმართულებით. (სურ. 60). გულმკერდის ძვლიანი კოლოფის მოძრაობა და მისი წარმოშობა საფიზიოლოგიო მექანიკის საკმარისად არეულ პრობლემას წარმოადგენს.

ნეკნების მოძრაობა. თვითეული ნეკნი უსაოდება თავით გულმკერდის მალის სხეულს, ბორცვით კიდე მის გარდღეარდმო მორჩს. ამ ორნაგი სახსარის გამო ნეკნის მოძრაობა შეიძლება მხოლოდ იმ ღერძის გარეშემო, რომელიც ამ ორ სახსარს აერთებს. ნეკნის თვითეულ მოძრაობისას ხერხემალითან შეერთებული ნაწილები რასაკვირველია უმოძრაოდ უნდა დარჩეს. მალის სხეული მდებარეობს მის გარდღეარდმო მორჩის წინ და შიგნით, ასე რომ ნეკნი მოძრაობს ნაჩენი ღერძის გარეშემო; როგორც ღრმის თვლის მანები, იგი ცერად აიწეეს ზემოთ, ე. ი. ნეკნის წინა ბოლო ერთს და იმავე დროს აიწევა ზემოთ და გამოიწევა წინ. ნეკნების ასეთი თავისებური შესახსრების გამო გულის ყაფაზი განიერდება წინ და გვერდებით. (სურ. 60)

ლრტილის სხვადასხვა მოძრაობა. რასაკვირველია, ნეკნები რომ მაგრად იყოს შეკავშირებული აგრეთვე გულმკერდის ძვალითან ისე, როგორც მალთან, მაშინ შეუძლებელი იქნებოდა მათი მოძრაობა. ნეკნების მოძრაობისადმი უნარი იმაზეა დამოკიდებული, რომ წინა ბოლოთი ისინი უერთებიან ადვილად მდრეკ ღრტილთ, რომელიც თავის მხრივ გულმკერდის ძვალს უკავშირდება. როდესაც გულმკერდის ღრუ განიერდება წინ და გვერდებით, ცხადია, მისი მოცულობა უნდა მატულობდეს, ეს კი შეუძლებელი იქნებოდა ნეკნები და ღრტილები რომ უმოძრაო რგოლებს წარმოადგენდეს. როგორც ცნობილია, სანეკნო ძვლები, რომლებიც დახრილია უკანიდან და ზემოდან წინ და ქვემოთ, გამოსახვენ ბლაგვ კუთხეს ღრტილებთან ერთად, რომლებიც გარედან შიგნით და ზემოთ გაივლის. როდესაც ეს კუთხე უფრო მომეტებულად ბლაგვი ხდება, მაშინ მთელი ნეკნის რკალი ძვლისა და ღრტილისგან შემდგარი, გრძელდება, ამასთან ერთად იზრდება გულის ყაფაზის მოცულობა. ცხადია,

რომ ნეკნის ღრტილსა და გულმკერდის ძვალს შუა კუთხე ნეკნის მოძრაობისას უნდა იზრდებოდეს იმავე ზომით, როგორც ნეკნის ძვალსა და ნეკნის ღრტილს შორის მდებარე კუთხე. ამიტომ ნეკნების აწევისას გულმკერდის ძვალი თითქმის უმოძრაო ან და ყოველ შემთხვევაში გადამეტებით მცირედ აიწევს, ვიდრე ნეკნთა ძვლების ბოლოები (სურ. 62)

ნეკნთა შუა კუნთების მოქმედება. ნეკნები და ნეკნის ღრტილები მოძრაობენ უმთავრესად ნეკნთა შუა კუნთების საშუალებით. ანატომები ამ კუნთებს ჰყოფენ შიგნითა და გარეთა ნეკნთა შუა კუნთებად. ხოლო ფიზიოლოგიური თვალთაზრისით მათი გაყოფა სხეანაირად სწარმოებს. ზემოთ იყო ნაჩენი, რომ შესუნთქვის დროს ნეკნები აიწევიან ზემოთ და ნეკნთა და ღრტილებს შუა კუთხეები ისპობა. ამ მოქმედებას გამოიწვევს გარეთა ნეკნთა შუა კუნთები და შიგნითა ნეკნთა შუა კუნთების ის წილი, რომელიც ღრტილთა შუა მდებარეობს და უნდა იწოდებოდეს როგორც ღრტილთა შუა კუნთები. ამნაირად, შემსუნთქველ კუნთებს ეკუთვნის: *intercostales externi* და *intercartilaginei* (პირველი ჯგუფი); ამოსუნთქველ კუნთებს კი ეკუთვნის ის კუნთები, რომელნიც ნეკნებს ძირს დასწევენ, — სახელდობრ *intercostales interni* (მეორე ჯგუფი). (სურ. 62).

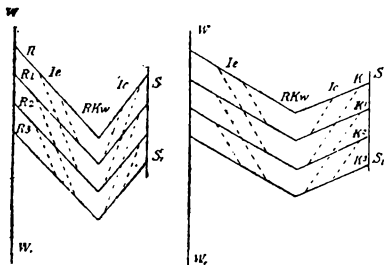


სურათი 62.

სურ. 62 ძალის ოთხი ნეკნი და ნეკნთა შუა კუნთები. a—ძალის ნეკნი, b—ნეკნის ღრტილოვანი ნაწილი; c—შემკერდოვანი ნაწილი; d—ღრტილოვანძალის გულმკერდის ძვლის; e—ძალის ძვლოვანი ნაწილი; A—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; B—შიგნითა შუა კუნთები; C—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; D—შიგნითა შუა კუნთები; E—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; F—შიგნითა შუა კუნთები; G—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; H—შიგნითა შუა კუნთები; I—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; J—შიგნითა შუა კუნთები; K—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; L—შიგნითა შუა კუნთები; M—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; N—შიგნითა შუა კუნთები; O—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; P—შიგნითა შუა კუნთები; Q—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; R—შიგნითა შუა კუნთები; S—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; T—შიგნითა შუა კუნთები; U—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; V—შიგნითა შუა კუნთები; W—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; X—შიგნითა შუა კუნთები; Y—გარეგანი ნეკნთა შუა კუნთები; Z—შიგნითა შუა კუნთები.

ნეკნებს შუა კუნთების მოქმედების წესს ჩვეულებრივ განმარტავენ ხოლმე ჰამბერგერის მიერ მოცემული სქემური მოდელით. იგი გაუკეთესებული ფორ-

მით გამოხატულია მე-63 სურათზე. ვერტიკალურ სვეტზე (ბერზემოლი) ($W.W$) გამაგრებულია ორი მმოძრავი ჩხირი ($R.R$): ისინი დახრილი არიან ქვემოთ და პარალელულ მდებარეობაში მათ იჭერს მაგარი შემაერთებული თვალი, რომელიც მათ თავისუფალ ბოლოებს შუა მდებარეობს (ss); ამ ჩხირებს შუა ცერად გაჭიმულია ძაფები, რომელთა მიმართულება *intercostales interni*-ს მიმართულებას შეუფარდდება (პუნქტირირიანი ზაფები [2]). ქაფის შეკიპვისას ორივე ჩხირები ერთ ღროს აიწევა ზევით. როდესაც ძაფი გაჭიმულია *intercostales interni*-ს მიმართულებით, მაშინ ძაფის შეკიპვა ორივე ჩხირებს ძირს დასწევს. გეომეტრია გვიმტკიცებს, რომ პარალელოგრაფის დეფორმაციის დროს, როდესაც ერთი დიაგონალი მოკლდება, მაშინ მეორე გრძელდება; ან უკუაღმა, ერთი დიაგონალი რომ შევამოკლოთ, პარალელოგრაფი დეფორმაციას განიცდის. შეიძლება სრული ანგარიში გაუწიოთ იმას, თუ რატომ წარმოიშობა ის ძალა, რომელიც გარეთა კუნთების შეკუმშვისას დახრილ დაკიდებულ პარალელოგრაფს ასწევს ზემოთ, სახელდობრ, ნათლად სჩანს, რომ თუკა კუნთის მოკმედების გამოხატული ძაფი ზემო ნეკს ქვემოთ დასწევს მაგრამ ეს მოძრაობა ძლიერ მცირეა, რადგან მამოძრავებელი ძალის დაყრდნობის წერტილი ხერხემალიდან ახლოს მდებარეობს. პირიქით, ძაფი ქვემო ნეკზე ხერხემალიდან გაკლებით უფრო მოშორებითაა მიმაგრებული, მაშ., იგი მოკმედებს ბერკეტის უფრო გრძელ მხარეზე, ამიტომ მისი ამწევი მოქმედება დამწევისას აჭარბებს. მაგრამ, ორივე წერტილის აწევა მხოლოდ იმ პირობებში შეიძლება, თუ ქვემო ნეკის აწევა შემაერთებული თვალის საშუალებით ზემო ნეკზედაც გადიტანება და ორივე ნეკი ერთიმანეთის პარალელურ მდებარეობიდან არ გამოდის.



სურათი 63.

სურ. 63. გაუმჯობესებული პამპერის სქემა. A—ამოსუნთქვის მდებარეობა, B—შესუნთქვის მდებარეობა, W.W—ხერხემალი; Ie—intercostales externi; Ie'—intercartilaginei. როდესაც *intercostales externi* შეიკუმშება ნეკები R—R₁ ზემოთ აიწევა; თუ კიდევ იმავედროს *intercartilaginei* შეიკუმშება ღრტლები K—K₁ კეპით დაიწევს; ამის შედეგად კეპები RKw იზრდება და ბულბუკი SS მხოლოდ წინ გასწორდება, ზემოთ კი არ აიწევს.

ამ კამპერგერის თვალთაზრისის წინააღმდეგ წამოყენებული იყო, ერთგვარი საბუთი ჯერ კამპერის და ბურკევის და შეძღვრების მიერ. უჩვენებდნენ, რომ ნეკები ერთი ერთმანეთში პარალელური არ არიან, რომ ნეკთა შუა კუნთებს შეუძლიანთ ნეკების დაახლოვება, ხოლო ეს

შეიქმლება მართალი არაა, რადგან ყველა ნეკნთა შეერთება ერთი ერთმანეთთან, ღრტილეზთან და გულმკერდთან ისეთნაირად არის, რომ ნეკნთა პარალელობა მართლაც შედამ დატული უნდა იყოს. ამაში შეიძლება დავრწმუნდეთ ჰამბერგერის გაუქეთესებულ სქემაზე, როგორც მე-43 სურ. მოკეპული. ამ რამდენიმე ხნის წინ ცხოველებზედაც იყო გამოკლებული ნეკნთა შუა კუთხების მოქმედება და ჰამბერგერის აზრი მთლიანად გამართლდა.

გულმკერდის ღრუს დანარჩენი სასუნთქვო კუნთები. ნეკნთაშუა კუნთებს ეკუთვნის მთავარი როლი გულმკერდის ღრუს სასუნთქვო მოძრაობაში. მაგრამ გაძლიერებული სუნთქვის დროს სხვა კუნთებიც მოქმედებს, რომელთაც შეუძლიანთ სუნთქვას ხელი შეუწყონ. შესუნთქვისას უერთდებიან ყველა ის კუნთები, რომელნიც გულმკერდის ღრუასწევენ, ყველაზე უწინ: *scaleni* და *sternocleidomastoideus* და *serratus post. sup.* ასევე მოქმედობს ის კუნთები, რომელნიც მხრის სარტყელს ასწევენ და ბოლოს ის კუნთები, რომელნიც ამ სარტყლადან ნეკნებზე გადადიან. ასეთია: *rhomboides*, *trapezius*, *levator ang. uli scapulae*, *pectoralis minor* და *serratus anterior*. მათგან ყველაზედ ძლიერ *serratus ant.* მოქმედობს, რომელიც ბეჭის უმოდრაობისას გულმკერდის ღრუს ენერგიულად აგანიერებს.

ბეჭის ფიქსაცია შეიძლება სწარმოებდეს ჯერ ერთი იმ კუნთების მიერ, რომლებიც მხრის სარტყელს ზემოდან ერთვიან. მაგრამ მისი ფიქსაცია შეიძლება მოხდეს ხელების მაგრად დაყრდნობით. ამიტომ სუნთქვის ძლიერი გაძნელებისას ავადმყოფი სარტყელზედ ჯდება და ხელეზით მას ეყრდნობა: ეს მდებარეობა დამახასიათებელია გაძნელებულ სუნთქვისათვის და იწოდება *orthopnoe*-თ.

პრინსპირაციული (სუნთქვის წინასწარი) მოძრაობა. ფილტვებში ჰაერის შეყვანის და გამოყვანის მიზნით სწარმოებს სხვანაირი სასუნთქვო მოძრაობაც, სახელობრ, ცხვირის ფრთებში და სასაში. ადამიანს ცხვირის ნესტოების სასუნთქვო მოძრაობა მხოლოდ ძლიერი სუნთქვისას მოსდის. ეს მოძრაობა იმაში მდგომარეობს, რომ შესუნთქვისას ნესტოები ფართოვდება, ამოსუნთქვისას კიდე ნორმას უბრუნდება. სასაც შესუნთქვისას ფართოვდება, ამოსუნთქვისას კიდე ვიწროვდება ნორმულ მდგომარეობამდე. ეს მოძრაობა ეტყობა ადამიანს მშვიდობიანი მდგომარეობის დროს. არის აგრეთვე ნიშნები იმისა, რომ თვით ტრახეა და ბრანხები, რომელთაც სადა მუსკულატურა აქვს, თვითვე ულ შესუნთქვისას განიერდება და მოკლდება.

სასუნთქო მოძრაობათა განხილვა. ყველა აწერილი მოძრაობანი ფიზიოლოგიური თვალთაზრისით შეიძლება გაყუთ 4 ჯგუფად:

A. 1 შესუნთქვა და 2 ამოსუნთქვა.

B. 3 მშვიდობიანი და 4 გაძლიერებული სუნთქვა.

1. **მშვიდობიანი შესუნთქვის** დროს მუშაობენ: დიაფრაგმა, intercostales externi და intercostilaginei; სახის პრინსპირაციულ მოძრაობაში მონაწილეობს საბერძნო ნაპრალის გამგანეიერებლები, უმთავრესად, cricoarytaenoidens posticus.

2. მიღებულია, რომ **ამოსუნთქვა მშვიდობიანი სუნთქვის** დროს სრულიად პასივურად სწარმოებს. ეს იმის წყალობით ხდება, რომ შესუნთქვის დროს გაქიმული ქსოვილი გადადის ამოსასუნთქველ მდებარეობაში, როგორც მოსვენების მდებარეობაში. მაგრამ არ უნდა დავივიწყოთ, რომ ელასტური გაქიმულობის უნარი აქვს არა მირტო ამოსუნთქვაში მონაწილე კუნთებს, არამედ საერთოდ ყველა ელასტურ ქსოვილებს. ყოველ შემთხვევაში ფილ ჯეების ელასტური გაქიმულობა ამოსუნთქვას შეეღის. პირიქით, სადავოა ის საკითხი, თუ რამდენად მონაწილეობს ამოსუნთქვისა ნეკების ელასტური უკანსკლა თავის წინანდელ მდებარეობისა აკენ. ამიტომ შეუძლებელია შევიდაროთ შესუნთქვის და ამოსუნთქვის მდებარეობა ცოცხალი კხოველის გულმკერდის ღრუსი იმ მდებარეობასთან, რომელსაც იგი მაშინ იღებს, როდესაც ყოველნაირი კუნთების მოქმედება მოსპობილია. მართალია, ძლიერ ღრმა შესუნთქვისას გულმკერდის ღრუ ნორმულ მოცულობას ბევრად აჭარბებს, ამიტომ ცდილობს ნორმული მდებარეობა მიიღოს. მაგრამ აქვს თუ არა ამას ალაგი მოსვენებული სუნთქვის დროს, ამაზე ძნელია ლაპარაკი. რასაკვირველია, შეიძლება ვთქვათ, რომ ამოსუნთქვა ელასტური ძალების გამო სწარმოებს, თუ, მაგ., მუცლის მუსკულატურის გაწევის დიაფრაგმის შეკუმშვისას ან და შიგნითა ნეკთაშუა კუნთების გაქიმულობას ელასტურ გაქიმულობად მივიღებთ.

3. **გაძლიერებულ შესუნთქვისას** ყველა ზემო ჩამოთვლილი დამხმარებელი კუნთები შეეღის გულმკერდის ღრუსი და სასუნთქო გზების გამგანეიერებას.

4. **გაძლიერებული ამოსუნთქვისას** მუცლის კუნთების (rectus abdominis, obliquus ext., intern. და transversus) ენერგიული შეკუმშვის წყალობით დიაფრაგმა ზემოთ აიწევს; ამავე დროს გულმკერდის ღრუ ვიწროვდება ყველა იმ კუნთების საშუალებით, რომელთაც შეუძლიან

ამაში მიეშეღონ. ამ კუნთებს ეკუთვნის უპირველესად *intercostales interni*, მერე *triangularis sterni*, *serratus inf.*, *quadratus lumborum*, *sacrocostalis* და *latissimus dorsi*.

9. სუნთქვის მოძრაობის დროს წოლის განაწილება.

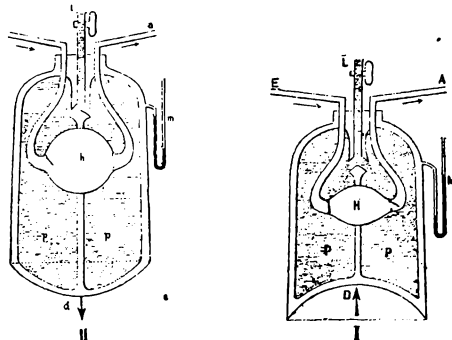
უარყოფითი წოლა პლევრულ სივრცეში. დაუზანებელ სხეულში ფილტი განიცდის მნიშვნელოვან შექიშვას. ფილტი ამოღებული მისი ბუნებრივი ბუდიდან იკუმშება და გაცილებით ნაკლებ მოცულობას იღებს, ვიდრე გულმკერდის ღრუში. ეს იმას ნიშნავს, რომ ბუნებრივ მდგომარეობაში ფილტი იტაცებს პლევრის შიგნითა ფურცელს, და რადგან პლევრული ტოპრაკი ყოველ მხრიდან დახუშულია და თავისი გარეთა ფურცლით გულმკერდის კედელს მეუხიარცდება, ამიტომ ეს მიტაცება გულმკერდის ღრუს კედლებზედაც მოქმედებს. ეს კედლები, ე. ი. დიაფრაგმის და გულმკერდის კოლოფი, განიცდის მუდმივ ლტოლვილებას შიგნით, ვიდრე კედლების ელასტური გაქიშულობა არ გაუთანასწორდება ფილტვების მიტაცებას. ამისაღად პლევრის შიგნითა ფურცელზე მოქმედობს ფილტვების ელასტური შექიშვა, გარეთა ფურცელზე კიდე - გულმკერდის კედლების ელასტური გაქიშვა, და ეს ორი საწინააღმდეგო ძალა ცდილობს პლევრული ნაპრალი გააგანიეროს. ეს ძალები რომ ატკოსფეულ წოლას აღემატებოდეს, ისინი გასქიშავდნ პლევრის ფურცლებს, როგორც მაგდებურგის ნახევარ-სფეროები და პლევრაში უჭავო სივრცე აღმოცენდებოდა. დანამდვილებით კი ამისათვის ეს ძალები სულაც საკმარისი არაა. ისინი მხოლოდ წალობრივ მანკ ამათილებენ ჰაერის წოლის პლევრაზე მოქმედებას, სახელობრ იმდენად, რამდენადაც ეს ძალები საერთოდ პლევრის ღრუს კედლებზე მიტაცებულ მოქმედებას აწარმოებს. ამიტომ პლევრულ სივრცეში სითხის წოლა ატმოსფერულზე მცირეა. ეს წოლა უდრის ერთს ატმოსფერას მინუს ფილტვის და გულმკერდის კედლების ელასტური შექიშვა.

მაშასადამე, პლევრულ ღრუში წოლა შემდეგ ნაირად წარმოიშობა: როდესაც სასუნთქვო ორგანოები სრულ მოსვენებაში არიან, როგორც მაგლითად ეს გვამზია, მაშინ სხეულის გარეშე არსებული წოლა ღია სასუნთქვო ზეგების საშუალებით უთანასწორდება ფილტვის შიგნითა წოლას. ფილტი საზღვრავს პლევრის შიგნითა ფურცელს და თავისი ელასტური შექიშვით მას იტაცებს. მაშასადამე, პლევრის შიგნით

ნაწილზე მოქმედობს ერთი ატმოსფერული წოლა მინუს ფილტვის ქსოვილის ელასტური შეკიშვა. გარეთა პლევრის ფურცელი გამაგრებულია გულმკერდის კოლოფის კედლებზედ, რომელზედაც გარედან ერთი ატმოსფერული წოლა მოქმედობს. ამიტომ გარეგანი გულმკერდის კედელი შიგნით შეიწევა ფილტვის ელასტური შემკიშველი ძალის რაოდენობით და მასთან ვიდრე თვითონ გულმკერდის ელასტური გაჭიმვა არ შეუთანასწორდება ფილტვის შეკიშვას. როდესაც ეს მოხდება, მაშინ ორივე პლევრულ ზედაპირზე ერთნაირი წოლა მყარდება, რომელიც უდრის არმოსფერულ წოლას მინუს ფილტვების ელასტური შეჭიმვა. ამის შესაფერად პლევრაში მუდამ ატმოსფერაზე ნაკლები წოლა არსებობს, ეგ. წოდ. უარყოფითი წოლა.

რომ მართლაც საქმე ასე სწარმოებს, ადვილად შეიძლება გვაშხედ დადასტურდეს, თუ რომ მის პლევრა გაუხსნეს. ამასთან პლევრულ ტოპრაქში წოლა ატმოსფერულს უთანასწორდება და ფილტვები თავისი მდრეკავი ქსოვილის ელასტური შეკიშმულობის გამო შესწევს შიგნით პლევრის შიგნითა ფურცელს. პლევრულ ღრუს ნახვრეტში რომ ჰერმეტიულად მანომეტრი შევიყვანოთ, შეიძლება პირდაპირ გაიზომოს იმ წოლათა განსხვავება, რომელიც ფილტვის ელასტური შეკიშმულობის მიერ იწვევა.

ცხადია, რომ ფილტვის გაგანიერებისას მისი ელასტური შეკიშმულობა მატულობს, ე. ი. გულის ყაფაზის გაგანიერებისას პლევრული წოლა უფრო დაბალია, ვიდრე გულის ყაფაზის შევიწროვებისას. მართლაც, გულმკერდის გაგანიერებისას პლევრული წოლა ერთს ატმოსფერაზე ევოცხლის წყლის 30 მმ.-ით მცირება, მის შევიწროვებისას კიდე მხოლოდ 6 მმ.-ით (სურ. 64).



სურათი 64.

სურ. 64. ზემა გულმკერდის შიგნითა წოლის და მის გულზე გავლენის სა-

ჩვენებლად შესუნთქვის (II) და ამოსუნთქვის (I) დროს. H, h—გული სარქველებით (კაუჩუკის ბუშტი); E, e—ვენური სისხლის გზა; A, a—არტერიული სისხლის გზა; M, m—გულმკერდის შიგნითა წოლის მარევენებელი წოლა; P, p—ფილტვი; D, d—ლიაფრაგმა (კაუჩუკის სიკრიფანა). II—შესუნთქვა: ფილტვო გაგანიერებულია, ამიტომ გარედან ჰაერი L—ტრახეით შედის; მანომეტრი ქვენებს უარყოფით წოლას; გულიც განიერდება და შეისრუტავს სისხლს e—დან. I—ამოსუნთქვა: ყველა ოდნობა წინაუქუელმა იცვლება.

პლევრული წოლა და სასუნთქვო მოძრაობანი. ყველა ზეპო აღნიშნული ეხება წოლის განაწილებას სუნთქვის შეყენებისას ღია სასუნთქვო გზების დროს. თვითონ სუნთქვის დროს სულ სხვა პირობები არსებობს, რადგან ჰაერის წოლის გათანაწოლება გულმკერდის ღრუს გარედან და შიგნიდან ისე სწრაფად არ სწარმოებს, როგორც გულმკერდის ღრუს ტევის ცვლილება მიდის. მაშ., როდესაც გულის ყაფაზი მაქსიმუმამდის განიერდება, მაშინ სასუნთქვო გზების ღია ყოფნისასაც ფილტვებში გათხლებული ჰაერი მყარდება; ამიტომ დროებით პლევრის შიგნითა ფურცელზე არ მოქმედობს მთელი ატმოსფერული წოლა მინუს ფილტვების ელასტურა შეკიშვა; მაშინ მოქმედობს მხოლოდ გათხლებული ჰაერის წოლა მინუს ფილტვების ქსოვილის ელასტური შეკიშვა. ეს უფრო მეტის ხარისხით ხდება როდესაც გულმკერდის ღრუს გაგანიერება დაბნეულისასუნთქვო გზების დროს სწარმოებს. ამ შემთხვევაში მთელი ძალა იმაზე იხარჯება, რომ განსხვავება იყოს გამოწვეული გარეთ ჰაერის და ფილტვების ღრუს წოლათა შორის; ეს განსხვავება ზოგჯერ ვერცხლის წყლის 100 mm. ახწევს და იგი უერთდება პლევრული ტოპრაკის და გარეთა ატმოსფერის წოლათა განსხვავებას.

პირიქით, გულმკერდის უცაბედი შევიწროვებისას ფილტვების ჰაერი ვერ ასწრობს სასუნთქვო გზების საშუალებით გამოსვლას და რამდენიმე ხანს ფილტვების ღრუში გასქელებული ჰაერი იმყოფება. ეს შესქელებული ჰაერის წოლა შეიძლება არამც თუ გაუთანასწოროდეს ფილტვის ქსოვილის შეკიშვას, ზოგჯერ კიდევაც რამდენჯერმე აღემატება ამ უკანასკნელს. ამ შემთხვევაში პლევრული სივრცის წოლა ატმოსფერულ წოლას მნიშვნელოვნად აჭარბებს.

იგივე ნაკლები ზომით ეხება გულის ყაფაზის ზომიერ და თანდათანობით გაგანიერებას და შევიწროვებას. ჩვეულებრივი მშვიდობიანი სუნთქვის დროს პლევრული წოლა ისე მკვეთრად არა ცვალებადობს, როგორც ამასწინ მოყვანილ შემთხვევაში. მაგრამ აქაც წოლის რხევა

ისეთნაირად სწარმოებს, რომ შესუნთქვისას პლევრული წოლა მცირდება, ამოსუნთქვისას იზრდება.

პლევრულ ღრუში წოლის განაწილების მნიშვნელობა. პლევრაში დაბალი წოლის არსებობას ორნაირი მნიშვნელობა აქვს. ჯერ ერთი, პლევრის ღრუ რომ გაიხსნას, მაგ., ჩხვლეტისას ან დაღირაქებისას, სულ ერთია საით ექნება ბირი გარეთ თუ ბრონხის საშუალებით ფილტვის ღრუსკენ, პლევრულ სივრცეში ჰაერი შედის და ფილტვები ჩაიფუჭება. ამ მდგომარეობას pneumothorax-ს უწოდებენ. შემდეგ, ყველაზე-მოდინიწული ეხება არამც თუ პლევრას, აგრეთვე გულმკერდის ღრუს ყველა ორგანოებს: გულს, მსხვილი სისხლის ძარღვებს; ფილტვების ელასტიური შექიმულობის გამო ამ ორგანოებზე აგრეთვე მოქმედებს ატმოსფეროზე ნაკლები წოლა (სურ. 64); სუნთქვის დროს, რასაკვირველია, გავლენა ცვალებადია. რაც, მაგ., სისხლის წოლის მრუდებზე კარგად ემჩნევა (სურ. 37-III).

სასუნთქვო გზებში წოლის რხევა. ფილტვის განიავება შესუნთქვისა და ამოსუნთქვის დროს მხოლოდ იმის წყალობით სწარმოებს, რომ გულმკერდის ღრუს გაგანიერებისას ფილტვების ღრუში ჰაერი თხელდება, რის გამო გარეთი ჰაერი ატმოსფერული წოლის ზეგავლენით, ფილტვებში მიისწრაფვის. პირიქითი ჰაერის გამოდენა გულმკერდის შეიწოვებისას სწარმოებს. ჰაერის დენა შიგნითი და გარეთი სასუნთქვო გზებით, ე. ი. პირისა და ცხვირის ღრუთი, შემდეგ სახით და ტრახეა-ბრონხებით, წარმოადგენს მხოლოდ ჰაერის გადასვლას მაღალ წოლის ფარგლიდან დაბალ წოლისაში. რაც უფრო დიდია დაბრკოლება ჰაერის დენის მიმართ, მით უფრო დიდი უნდა იყოს წოლათა განსხვავება, რადგან ამ განსხვავების გათანასწორება გაძნელებულია.

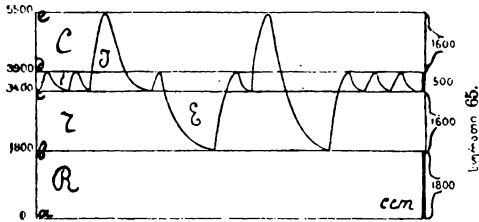
ჩვეულებრივ პირობებში სასუნთქვო გზების ყველაზე უფრო შევიწროვებულ ალავს მგერავი ნაპარლი წარმოადგენს, ამიტომაც ამგზებში იგი იძლევა ყველაზე მეტს დაბრკოლებას ჰაერის დენისათვის. ცხოველის ტრახეა რომ შეუერთოთ მანომეტრს მგერავი ნაპარლის ქვემოთ, მაშინ ნორმულ სუნთქვისას წოლათა განსხვავება ვერცხლის წყლის 6 mm-ს უდრის. ეს ნიშნავს, რომ ამოსუნთქვისას ფილტვის ჰაერი გარეთ გამოიჩეება 3 mm. წოლით, შესუნთქვისას კიდევ იგი შეისუნთქება აგრეთვე 3 mm. წოლით. სასუნთქვო სასაში ფისტულიან აღამინზე ორჯერ მეტი ციფრები იყო მიღებული.

10. ფილქეების ვენტილიაციაში მონაწილე ჰაერის რაოდენობა.

სუნთქვის მოცულობა. შესუნთქული ჰაერის რაოდენობა გამოიხატება კუბიკური მეტრებით ან სანტიმეტრებით თითო წამზე. ეს სუნთქვის მოცულობა საუკეთესოდ შეიძლება განისაზღვროს, თუ ვამოსაცდელი სუბიექტი სავაზო საათით ისუნთქავს. ამისთვის ხმარობენ გატოტვილ ლულას, რომლის ერთი ტოტი შესაფერისი მუშტუკით თავდება, მეორეში გაკეთებულია შესუნთქვის სარქველი, მესამეში კიდე — ამოსუნთქვის სარქველი და სავაზო საათი. მთელი ამოსუნთქული ჰაერი სარქველის საშუალებით სავაზო საათით გაივლის, რომელიც მის მოცულობას აღნიშნავს (ზოგჯერ საკიროა შესწორების შეტანა ტემპერატურის მიხედვით).

ერთი სუნთქვის მოცულობა. საერთო სუნთქვის მოცულობიდან ერთი წამის განმავლობაში შეიძლება გამოანგარიშდეს თითო სუნთქვის მოცულობა, თუ ცნობილია სუნთქვის რიცხვი ამ წამის განმავლობაში და ამ რიცხვზე სუნთქვის საერთო მოცულობა გაიყო. მიღებულია, რომ მოზრდილ ადამიანს თითო სუნთქვის მოცულობა მოსვენებისას 500 კურ. სანტ. უდრის. იგი ირხევა 280 ს და 800 კურ. სანტ. შუა, ბოლო მუშაობისას იგი შეიძლება ექვსჯერაც გადიდდეს. (სურ. 65).

სათადარიგო ჰაერი. როდესაც სუნთქვა მშვიდობიანია და მისი მოცულობა ნახევარ ლიტრს უდრის, მაშინ სასუნთქო მოძრაობა ფილტვის ჰაერს სავსებით არ მოიხმარს. ამიტომ ჩვეულებრივი ამოსუნთქვისას ფილტვებში კიდე რჩება რამოდენიმე ჰაერი, რომელიც შეიძლება გაიდევნოს მხოლოდ ამომსუნთქველი კუნთების გაძლიერებული შეკუმშვით. ამ სათადარიგო მოცულობიდან იღება ის ჰაერა, რომელიც, მაგ., გრძელი ლაპარაკის დროს იხარჯება. სათადარიგო ჰაერის რაოდენობის სწორი განსაზღვრა თითქმის შეუძლებელია, რადგან არ შეიძლება იმ მომენტის აღმოჩენა, როდესაც „ჩვეულებრივი“ ან და „საშუალო“ ამოსუნთქვა გათავდა და სათადარიგო ჰაერის დახარჯვა დაიწყო. დაახლოებით სათადარიგო ჰაერი შეიძლება გავზომოთ, თუ ჯერ ამოვისუნთქეთ ჩვეულებრივ და მერე სავაზო საათის საშუალებით ან გრადუსიან გაზომეტრში (სპირომეტრში სურ. 66) ფილტვებიდან ჰაერს გამოვდევნოთ ამომსუნთქველი კუნთების უძლიერესი შეკუმშვით. ასეთი ცდები უჩვენებენ, რომ სათადარიგო ჰაერი 1500 კ. ს. უდრის.



სურ. 65. ყველანაირი
ხაფილტვო ჰაერის მო-
ცულობის დიაგრამა.
იკითხება მარცხნიდან
მარჯვნივ. ხაზი a (ი)
უჩვენებს ფილტვების
სრულ ატელექტაზს
(უჰაერობას); ჰაერით
გავსებისას მრუდზე ზემო-
თენ მიდის; ციფრები
აღნიშნავენ კუბ. სანტ;
R — „ნარჩენი“ ჰაერი

f — სათადარიგო; i = c d — მშვილობიანი სუნთქვის მოცულობა (500); C = d e — და-
მატებითი ჰაერი. ორი მშვილობიანი სუნთქვის (i) შემდეგ სუბიექტი ღრმად
შეისუნთქავს (I); მერე ერთხელ მშვილობიანად ისუნთქავს და შემდეგ ღრმად
ამოიწოვს (E); კიდევ ისუნთქავს მშვილობიანად და ხელახლა მშლავრად
შეისუნთქავს და მას მიყოლებით ღრმადვე ამოიწოვს (e და h-ს შორის
ექსკურსია სასიცოცხლო ტევს უდრის). (Arthus-ის მიხედვით).

დამატებითი ჰაერი. ჩვეულებრივი შესუნთქვის შემდეგ შეიძლება



სურათი 66.

სურ. 66. სპირომეტრი ჰუტჩინსონისა.
(Hutchinson). ნაოლით შებერილი ჰაერი B-სა-
ფარს ზემოთ ასწევს. (-ცხირით ამ საფარის
შეთანასწორობისათვის ჰკიდია.

შევისუნთქოთ ჰაერის კიდევ
მნიშვნელოვანი რაოდენობა იმ
საშუალო მოცულობის ზევით,
რომელსაც ფილტვები შეიცავს.
ეს ჰაერი, იწოდება დამატები-
თად. იგი ყველაზე ადვილად
შეიძლება გაიზომოს, თუ ჩვე-
ულებრივი შესუნთქვის შემდეგ
შევისრუტებთ საგაზო საათით
ან გრადუსიანი მიმღებლიდან
იმდენი ჰაერი, რამდენიც სა-
ზოგადოთ შეიძლება. დამატე-
ბითი ჰაერიც დაახლოვებით
1500 კ. ს. უდრის.

სასიცოცხლო ტევა. ის

მოცულობა, რომელიც ენერ-

გიული ამოსუნთქვით ფილტვიდან გამოდის და შეიცავს სათადარიგო
ჰაერს, ჩვეულებრივს და დამატებითს, იწოდება ფილტვების საციკოცხ-
ლო ტევად. ეს წოდება აღნიშნავს, რომ საციკოცხლო ტევა შეიძლება

ჩაითვალოს სასუნთქვეო აპარატის სამუშაო უნარის ზომად.

საციკოცხო ტევის განსაზღვრა გულმკერდის ღრუს გაზომასთან ერთად შეძლების იძლევა მსჯელობა ვიჭონიით იმაზე, აღებული ფილტვები მთელი თავის შემადგენლობით მოქმედობს, თუ მხოლოდ წილობრივ ფილტვის ხაწილთა დაავადებულობის გამო.

ზემომოყვანილ ციფრებიდან სჩანს, რომ საციკოცხო ტევა ნორმულ ადამიანებზე 3500 კ. ს. უდრის. თუ ადამიანი დიდი ტანადობისა ან განვითარებული გულმკერდი და საღი ფილტვები აქვს, საციკოცხო ტევა, რასაკვირველია, მეტი უნდა იყოს.

ამიტომ ერთგვარი დასკვნის გამოსაყვანად საციკოცხო ტევიდან ფილტვების სისაღის შესახებ უნდა ვისარგებლოდომ ცხრილებით, რომელიც ფილტვის საციკოცხო ტევის შესახებ იფრებს შეიცავს სხვადასხვა ტანადობის, სხეულის წონის და გულმკერდის მოცულობის მიხედვით. იყო ნაპოვნი, რომ პრაქტიკაში ამაზე გავლენას ახდენს; ზოგიერთი ხელობის პატრონთ საციკოცხო ტევა ნორმაზე მეტი აქვს, ზოგს ნაკლები. ფიზიკური მუშაობა აღიდებს საციკოცხო ტევას, მჯდომიარე ცხოვრება ოთახში კი მას ამცირებს.

ნარჩენი ჰაერის და საფილტვეო ჰაერის საერთო მოცულობა. უძლიერესი ამოსუნთქვის შემდეგაც ფილტვში ჰაერი მაინც რჩება. ამ ჰაერს უწოდებენ **ნარჩენს**. მისი მოცულობის განსაზღვრა პირდაპირ არ შეიძლება, რადგან ფილტვებიდან მისი გამოდევნა შეუძლებელია. სხვადასხვა წესით იყო განსაზღვრული ეს ჰაერი და მისი რაოდენობა; აღმოჩნდა, რომ იგი უდრის 500—1500 კ. ს.: უფრო მისაღებია მაღალი ციფრები (იხ. სურ. 65).

ამნაირად, ფილტვის მთელი ჰაერი ძლიერი შესუნთქვის შემდეგ გაიყოფა შემდეგ, ნაწილებად:

1. ნარჩენი ჰაერი	1500	საციკოცხო ტევა 3500 კ. ს.
2. სათადარიგო ჰაერი	1500	
3. სასუნთქვეო ჰაერი	500	
4. დამატებითი ჰაერი	1500	
სულ 5000 კ. ს.		

ნარჩენი ჰაერი კიდევ შეიძლება ორად გაიყოს: ერთი წილი გაბრუნდება ფილტვებიდან პლევრის გახსნისას (ჩაფუშვის ჰაერი, Kollaps-luft); მეორე ნაწილი რჩება ჩაფუშულ ფილტვებში (მინიმური ჰაერი, ჰერმანი). თუ ფილტვი ჰაერს სრულიად არ შეიცავს, მაშინ იგი **ატელექტაზურად** იწოდება.

ნარჩენი ჰაერის მოცულობა შეიძლება გაიზომოს, თუ მხედველობაში მივღებთ საციკოცხო ტევას. როდესაც უკანასკნელი ცნობილია, მაშინ საც-

მარისია განისაზღვროს ფილტვის საერთო მოცულობა უძლიერესი შესუნთქვისას და მერე აქედან გამოეკლოს საციკოზლო ტევა. ფილტვში არსებული ჰაერის მთელი მოცულობა ასე შეიძლება გამოანგარიშდეს. საცდელი პირი ლულის საშუალებით შეისუნთქვას და ამოისუნთქვას ცნობილი ტევის ჭურჭელში, რომელი ინდიფერენტულ გაზს შეიცავს, მაგ., წყალბადს (დ ე ე). ამ გაზის ჰაერის ნარევეს, რომელსაც ჭურჭელში მივიღებთ, ანალიზს უშვრობიან და მით გამოარკვევენ ჭურჭლისა და ფილტვების მოცულობის ურთიერთობას. მხოლოდ ეს წესი არ არის უსაცილო, ვინაიდან წყალბადი ფილტვებში ინთქება და აგრეთვე სხვა ტენიკური მოსაზრებითაც.

ამგვარივე მეთოდი წამოყენებული იყო უახლოეს დროში დ უ რ ი გ ი ს მიერ. იგი შეასრულებდა გამოსაცდელ პირს განსაზღვრული მოცულობის წმინდა ჟანგბადს. ნარჩენი ჰაერის აზოტი ერევოდა ჟანგბადს. რადგან აზოტის პროცენტული რაოდენობა ნარჩენ ჰაერში ისეთივე უნდა იყოს, როგორც ამოსუნთქულ ჰაერში, ცხადია, საქმარისია ცდის ბოლოში ანალიზი უყონ ამოსუნთქულ ჰაერს, რომ გამოირკვეს თუ რამდენი ნარჩენი ჰაერი შეერია ჟანგბადის განსაზღვრულ მოცულობას, სხვანაირად, თუ რამდენია ნარჩენი ჰაერის მოცულობა.

11. სასუნთქვო მოძრაობის ინტენსივობა.

პნევმომეტრია. ის ძალა, რომლითაც სასუნთქვო კუნთები გულ-
მკერდის ღრუს შეავიწროვებენ და აგანიერებენ, გამოიხატება იმ წო-
ლით, რომელსაც გულმკერდის კედლები გარეთევენ და შიგნითევენ მი-
მართულებით აწარმოებენ. ღია სასუნთქვო გზებისას ეს წოლა მაშინვე
უთანასწორდება ატმოსფერულს, რადგან ჰაერი თავისუფლად შედის
და გადის ფილტვიდან. თუ კიდევ სასუნთქვო გზები დაკუთვლია ვერცხ-
ლის წყლით სავსე U-სისვასი ლულით, მაშინ ფილტვის წოლის გაზომ-
ვა გამოიხატება ლულის ღია მუხლში ვერცხლის წყლის დონის აწევ-და-
წევით. ამ დონის რხევის ოდნობა გვიჩვენებს სასუნთქვო მოძრაობის
ინტენსივობის ცვლილებას. აღწერილი ხელსაწყო წარმოადგენს უბრალო
ზანომეტრს და იწოდება **პნევმომეტრად**. ყველაზე უფრო უკეთესია, რომ
პნევმომეტრი შეუერთდეს ფილტვის ღრუს მასრის საშუალებით კი არა,
არამედ გატოტილ ლულის ორი ოლივით, რომლებიც ცხვირის ნეს-
ტოვებში შეჭყავთ. [ამ შემთხვევაში შეუძლებელი ხდება წოლის რხევა,
რომელიც საცდელ სუბიექტს შეეძლო ნება-უნებურად პირის ღრუდან
ჰერის შესრუტვით ეწარმოვა. ეს მოძრაობა შეიძლება უფრო ძლიერი აღმო-
ჩენილიყო, ვიდრე სასუნთქო მოძრაობანი. თუ ცდა დიდის სიფრთხი-

ლით სწარმოებდა, მაშინ ძლიერი შესუნთქვის დროს ჰნევომეტრის მანომეტრში ვერცხლის წყლის სვეტი 100 mm. დაიწევს; თუ კიდე სუბიექტი მძლავრად ამოისუნთქავს, ეს სვეტი აიწევს 150 mm.-მდე.

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ აღნიშნულ წოლათა განსხვავება ამძიმებს მთელ იმ ზედაპირს, რომელიც მოძრაობაში მოდის სუნთქვის დროს და რომლის ზედაპირი ყოველ შემთხვევაში 700 კვ. სტ. ნაკლები არაა, შეიძლება გამოვიანგარიშოთ შემსუნთქველი კუნთების ძალა; იგი უნდა იქონ 700×10×14 გრ. = 98 კილოგრ.; ამომსუნთქველი კუნთებისა კიდე 700×15×14 გრ. = 847 კილოგრამი.

ამის მიხედვით სასუნთქო კუნთების ჩვეულებრივი მუშაობა არ შეიძლება მცირედ ჩაითვალოს, თუმცა აქ წოლათა განსხვავება მნიშვნელოვნად ნაკლებია. ამასთან მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ წოლის გარდა სხვა დაბრკოლებაც უნდა გადილახოს, მაგ., გულმკერდის ღრუს ელასტიური ძალები.

დღიური ჟანგბადის მოხმარების მიხედვით როგორც მშვიდობიანი, ისე გაძლიერებული სუნთქვისას ცუნცმა გამოიანგარიშა სუნთქვის კუნთებისთვის ჩვეულებრივ პირობებში ყოველდღიური მუშაობა: იგი უდრიდა 25000 კილოგრამმეტრს.

12. სასუნთქავე მოძრაობის სხვა და სხვა ფორმები.

სუნთქვის ტიპის ნებითი ცვლილება. სუნთქვის მოძრაობათა ფორმა დამოკიდებულია ინერვაციაზე, რომელიც საზოგადოთ უცნობიერებით სწარმოებს. ხოლო ცნობილია, რომ სუნთქვა შეიძლება ჩვენი ნებით შევყენოთ, აგრეთვე ჩვენის ნებით მისი ტიპი შევცვალოთ. შეიძლება, მაგ. გავაფიქსაციოთ გულმკერდის კოლოფი და ვისუნთქოთ მხოლოდ დიაფრაგმის საშუალებით. აგრეთვე წინაუკუღმა. სასუნთქავე მოძრაობის ასეთ ნებით ცვლილებას უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს ინერვაციისთვის, ვიდრე სუნთქვის მექანიკისათვის.

სქესური განსხვავება. სუნთქვის მექანიკა დედაკაცებისა და მამაკაცებისა ერთნაირი არაა. დედაკაცების სუნთქვაში ნეკნური სუნთქვა უფრო დიდს როლს სთამაშობს, ვიდრე მამაკაცებისაში. გულმკერდის ძვალი დედაკაცებს შედარებით დაბალი ზ მოკლე აქვთ, ვიდრე მამაკაცებს; ამით აიხსნება გულმკერდის აგებულებაში განსხვავება და ამასვე უნდა უკავშირდებოდეს ორივე სქესის განსხვავება სასუნთქავე მოძრაობის მიმართ. ყოველ შემთხვევაში დედაკაცებზე მშვიდობიანი სუნ-

მარისია განისაზღვროს ფილტვის საერთო მოცულობა უძლიერესი შესუნთქვისას და მერე აქედან გამოეკლოს საციკოხლო ტევა. ფილტვში არსებული ჰაერის მთელი მოცულობა ასე შეიძლება გამოანგარიშდეს. საცდელი პირი ლულის საშუალებით შესუნთქვას და ამოისუნთქვას ცნობილი ტევის ჭურჭელში, რომელიც ინდიფერენტულ გაზს შეიცავს, მაგ., წყალბადს (დე ე ი). ამ გაზის ჰაერის ნარევს, რომელსაც ჭურჭელში მივიღებთ, ანალიზს უშვრებიან და მით გამოარკვევენ ჭურჭელის და ფილტვების მოცულობის ურთიერთობას. მხოლოდ ეს წესი არ არის უსაციკლო, ვინაიდან წყალბადი ფილტვებში ინთქება და აგრეთვე სხვა ტენიკური მოსაზრებითაც.

ამგვარივე მეთოდი წამოყენებული იყო უახლიეს დროში დუ რ ი გ ი ს მიერ. იგი შესუნთქებდა გამოსაცდელ პირს განსაზღვრული მოცულობის წმინდა ჟანგბადს. ნარჩენი ჰაერის აზოტი ერევოდა ჟანგბადს. რადგან აზოტის პროცენტული რაოდენობა ნარჩენ ჰაერში ისეთივე უნდა იყოს, როგორც ამოსუნთქულ ჰაერში, ცხადია, საკმარისია ცდის ბოლოში ანალიზი უყონ ამოსუნთქულ ჰაერს, რომ გამოიარკვეს თუ რამდენი ნარჩენი ჰაერი შეერია ჟანგბადის განსაზღვრულ მოცულობას, სხვანაირად, თუ რამდენია ნარჩენი ჰაერის მოცულობა.

11. სასუნთქვო მოძრაობის ინტენსივობა.

პნევმომეტრია. ის ძალა, რომლითაც სასუნთქვო კუნთები გულმკერდის ღრუს შეავიწროებენ და აგანიერებენ, გამოიხატება იმ წოლით, რომელსაც გულმკერდის კედლები გარეთიკენ და შიგნიკენ მმარათულებით აწარმოებებს. ღია სასუნთქვო გზებისას ეს წოლა მაშინვე უთანასწორდება ატმოსფეროსს, რადგან ჰაერი თავისუფლად შედის და გადის ფილტვიდან. თუ კიდე სასუნთქვო გზები დაკულისა ვერცხლის წყლით სავსე P-მსგავსი ლულით, მაშინ ფილტვის წოლის გაზომვა გამოიხატება ლულის ღია მუხლში ვერცხლის წყლის ღონისაწევდაწვეით. ამ ღონის რხევის ოდნობა გვიჩვენებს სასუნთქვო მოძრაობის ინტენსივობის ცვლილებას. აღწერილი ხელსაწყო წარმოადგენს უბრალო ჩანომეტრს და იწოდება **პნევმომეტრად**. ყველაზე უფრო უკეთესია, რომ პნევმომეტრი შეუერთდეს ფილტვის ღრუს მასრის საშუალებით კი არა, არამედ გატოტილ ლულის ორი ოლივით, რომლებიც ცხვირის ნესტოებში შეჰყავთ. ამ შემთხვევაში შეუძლებელი ხდება წოლის რხევა, რომელიც საცდელ სუბიექტს შეეძლო ნება-უნებურად პირის ღრუდან ჰერის შესრუტვით ეწარმოვა. ეს მოძრაობა შეიძლება უფრო ძლიერად მოჩენილიყო, ვიდრე სასუნთქო მოძრაობანი. თუ ცდა დიდის სიფრთხი-

ლით სწარმოებდა, მაშინ ძლიერი შესუნთქვის დროს ჰნევომეტრის მანომეტრში ვერცხლის წყლის სვეტი 100 mm. დაიწევს; თუ კიდევ სუბიექტი მძლავრად ამოისუნთქავს, ეს სვეტი აიწევს 150 mm.-მდე.

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ აღნიშნულ წოლათა განსხვავება ამძიმებს მთელ იმ ზედაპირს, რომელიც მოძრაობაში მოდის სუნთქვის დროს და რომლის ზედაპირი ყოველ შემთხვევაში 700 კვ. სტ. ნაკლები არაა, შეიძლება გამოვიანგარიშოთ შემსუნთქველი კუნთების ძალა; იგი უნდა იქონიოს $700 \times 10 \times 14$ გრ. = 98 კილოგრ.; ამომსუნთქველი კუნთებისა კიდევ $700 \times 15 \times 14$ გრ. = 847 კილოგრამი.

ამის მიხედვით სასუნთქო კუნთების ჩვეულებრივი მუშაობა არ შეიძლება მცირედ ჩაითვალოს, თუმცა აქ წოლათა განსხვავება მნიშვნელოვნად ნაკლებია. ამასთან მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ წოლის გარდა სხვა დაბრკოლებაც უნდა გადილახოს, მაგ., გულმკერდის ღრუს ელასტიური ძალები.

დღიური ჟანგბადის მოხმარების მიხედვით როგორც მშვიდობიანი, ისე გაძლიერებული სუნთქვისას ცუნცმა გამოიანგარიშა სუნთქვის კუნთებისთვის ჩვეულებრივ პირობებში ყოველდღიური მუშაობა: იგი უდრიდა 25000 კილოგრამმეტრს.

12. სასუნთქავე მოძრაობის სხვა და სხვა ფორმები.

სუნთქვის ტიპის ნებითი ცვლილება. სუნთქვის მოძრაობათა ფორმა დამოკიდებულია ინერვაციაზე, რომელიც საზოგადოთ უცნობიერებოთ სწარმოებს. ხოლო ცნობილია, რომ სუნთქვა შეიძლება ჩვენი ნებით შევყენოთ, აგრეთვე ჩვენის ნებით მისი ტიპი შევცვალოთ. შეიძლება, მაგ. გავაფიქსაციოთ გულმკერდის კოლოფი და ვისუნთქოთ მხოლოდ დიაფრაგმის საშუალებით, აგრეთვე წინაუკუღმა. სასუნთქავე მოძრაობის ასეთ ნებით ცვლილებას უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს ინერვაციისთვის, ვიდრე სუნთქვის მექანიკისათვის.

სქესური განსხვავება. სუნთქვის მექანიკა დედაკაცებისა და მამაკაცებისა ერთნაირი არაა. დედაკაცების სუნთქვაში ნეკსური სუნთქვა უფრო დიდს როლს თამაშობს, ვიდრე მამაკაცებისაში. გულმკერდის ძვალო დედაკაცებს შედარებით დაბალი ღ მოკლე აქვთ, ვიდრე მამაკაცებს; ამით აიხსნება გულმკერდის აგებულებაში განსხვავება და ამასვე უნდა უკავშირდებოდეს ორივე სქესის განსხვავება სასუნთქავე მოძრაობის მიმართ. ყოველ შემთხვევაში დედაკაცებზე მშვიდობიანი სუნ-

იქვისას გულმკერდის ზემო ნაწილი შესამჩნევად აიწვებდა და იწვევს, მაშასადამის კი გულმკერდის მოძრაობა მხოლოდ გაძლიერებული სუნთქვისას ეტყობა. ამის შესაფერად მაშასადამის დიაფრაგმა უფრო ძლიერი აქვს, კიდევ დედაქცებს, (სურ. 67)



სურათი 67.

სურ. 67. A — წმინდა დიაფრაგმული სუნთქვა. B — წმინდა გულმკერდული სუნთქვა. 1 — ტანის პრივილი შესუნთქვის დროს. 2 — ტანის პრივილი ამოსუნთქვის დროს. (Hasse).

სუნთქვა და ფონაცია. როდესაც ამოსუნთქული ჰაერის დენით სა-
ეგებლობენ იმისათვის, რომ მიიღონ მაღალი ტონი, მაშინ სუნთქვა
დიაფრაგმულია, დაბალი ტონის მღერისას კიდევ იგი პირიქით გულმკერ-
დულია.

სუნთქვის მოძრაობათა განსაკუთრებული ფორმები. ასეთ განსა-
კუთრებულ ფორმას წარმოადგენს ხმის ამოღება, ხველება, ცემინება,
თქნარება, ტირილი, ოხერა.

ხველება წარმოადგენს რეგულარულ მოძრაობას, რომლის მიზანია სასუნთ-
ქო გზების გაწმენდა. გამაღიზიანებელ ნივთიერებათაგან; ხველება შემდეგში
დგომარეობს: მბგერავი ნაპრალი იქუტება და მაშინვე ამის მიჰყვება ძლიერი
ამოსუნთქველი მოძრაობა, რომლის წყალობით ფილტვებში ჰაერი შეიკუმშება.
ერე, მბგერავი ნაპრალი იღება და შეკუმშული ჰაერი ძლიერი ძევრით გარეთ
ამოიარეკება. ცხვირის ცემინება ამ გვარივე პროცესს წარმოადგენს. ამ შემთხვე-
ვაში ჰაერის მეტი წილი პირით გამოდის, როგორც დახველების დროს (ნა-
ვლი). მოქნარებისას სასუნთქო ორგანოები ღრმა შესუნთქვას განიცდის; ხოლო
მისთან მეტად რთულ შინაგან პროცესებს აქვს ალავი, რადგან შეიძლება მოქნა-
რება ჩვენი ნების ყოფით შევადგენოთ; თვითონ მოქნარების მიზეზი კი უცელ-
ლად რჩება. ოხერა წარმოადგენს ღრმა შესუნთქვას შევიწროებული მბგერავი
ნაპრალობით; ტირილის დროს ღრმა შემსუნთქველი მოძრაობა ჯერ დაზუსტული

მბგეჭავი ნაპრალის საშუალებით სწარმოებს, მერე გაგანიერებული ნაპრალით. ზოგიერთჯერ კუნთების გაძლიერებული მოქმედებისას გულმკერდის კოლოფი სასუნთქივი კუნთების მიერ მაგრდება უმოძრაო მდგომარეობაში; სასუნთქივი გზები იხურება, ამომსუნთქველი მუსკულატურა აწვება ფილტვებში მოქცეულ ჰაერს. დეფეკაციის დროს და მშობიარობისას ამომსუნთქველი კუნთები აგრეთვე მოქმედობს ფილტვების ჰაერზე, და მით ღიაფრაგმის წოლა მუცლის ორგანოებზე მატულობს.

13. სასუნთქივი ინნე ვაყიის დახასიათება.

სუნთქვის მრუდე. სასუნთქივი მოძრაობის ინერვაცია ჩვეულებრივ სრულიად თანასწორი რითმით მიმდინარეობს: შესუნთქვას მუდამ ამოსუნთქვა მისდევს და წინაუკულმად.

ამაში შეიძლება დავრწმუნდეთ როგორც უბრალო დაკვირვებით, ისე მოძრაობათა მიოგრაფიული დაწერით. უკანასკნელი ბევრნაირი წესით სწარმოებს. შეიძლება, მაგ., ღიაფრაგმის მოძრაობა მუცელში ბერკეტის შერკობის საშუალებით მწერავ იარაღზე გადვითანოთ (როზენტალის ფრენოგრაფი); შეიძლება აგრეთვე მგრძნობიარე ბერკეტების გარედან მიღებით დაეწეროთ მუცლისა და გულმკერდის მოძრაობა. გულმკერდზედ რომ სარტყელი შამოვირტყათ, რომელშიაც დატანებულია ჰაერით გაბერილი კაუჩუკის ტოპრაკი, რომელიც მარეის კაპსულასთანაა შეერთებული, მაშინ თვითეულ შესუნთქვისას ჰაერი ტოპრაკში შეიქიმება, და ამის მიხედვით მარეის კაპსულის ბერკეტი აიწევს (მარეის სტეტოგრაფი). შეიძლება აგრეთვე ვისარგებლოთ ამოსუნთქული და შესუნთქული ჰაერის დენით. ცხოველზე ან ადამიანზე რომ ტრახეული კანითაა შეფუთილად ლულას, რომლის გვერდითი ტორი მარეის კაპსულისკენ მიდის, მაშინ სასუნთქივი წოლს რხევა გარდაეცემა მარეის კაპსულას. სწორი რეგისტრაცია მიიღება მაშინ, თუ მთელი ამოსუნთქული და შესუნთქული ჰაერის მოცულობის ოდნობა მრუდის სახით იწერება. ასეთი აპარატი მიემსგავსება გაზომეტრს, იგი წარმოადგენს წყლის ზედაპირზე მოტივტივე სუბმეტყუთს. ყუთის შიგნით წყლის საშუალებით შედის ლულა, რომლითაც ჰაერი შესუნთქება და ამოსუნთქება. ყუთის აწევა-დაწევა მასზე გამაგრებული წვეტიანი კალმით იწერება კიმოგრაფზე.

ამნაირად მიიღება სუნთქვის მოუღე, რომელიც სასუნთქივი მოძრაობას დროს განმავლობაში აღნიშნავს. ეს მოუღე შესდგება ტალღების თანასწორი რიგიდან. იმის და მიხედვით თუ რაბასიათისაა ბერკეტის გარდაცემა, შესუნთქვას შეუფარდდება მრუდის აწევა ან დაწევა. ჩვეულებრივ მრუდის აწევა და დაწევა ერთი ერთმანეთის მოსდევს განუწყვეტლივ. მაგრამ ზოგიერთი მეცნიერი ამტკიცებს, რომ

ნორმულად თვითეულ ამოსუნთქვას მოსდევს მოკლე პაუზა, რომელიც შესუნთქვას წინუძღვის. სხვების ფიქრით კი ასე მხოლოდ განსაკუთრებულ პირობებში ხდება, მაგ., ძილში. მაგრამ მეტ წილად სასუნთქავი მოძრაობის სიღრმევე უცვლელი რჩება.

სასუნთქავ მოძრაობათა კოორდინაცია. თვითეულ სუნთქვისას სასუნთქავი კუნთები სრულიად განსაზღვრულ რიგზედ უნდა მუშაობდნენ. ი. თვითეული კუნთი უნდა იგზნებოდეს განსაზღვრულ დროს და განსაზღვრულ ინტენსივობით. ეს კუნთების აგზნება შეფარდებული ნერვების საშუალებით სწარმოებს. როგორც ეს შემდეგი ცხრილიდან სჩანს, კუნთების აგზნებაში მონაწილეობას იღებს ნერვთა მთელი რიგი.

კუნთები:	ნერვები:	ნერვთა გამოსვლა ცენტრალურ ნერვულ სისტემიდან:
ღიაფრაგმა	Phrenicus	III—IV კისრის სეგმენტი
Intercostales	Intercostales	I—XII გულმკერდის სეგმენტი
დამხმარებელი კუნთები გაძლიერებული სუნთქვისათვის	Pl. cervicalis Pl. brachialis	I—IV კისრის სეგმ. V კისრის სეგმენტიდან 1 გულმკერდის სეგმენტამდე
მუცლის მუსკულატურა	Pl. lumbalis	V II გულმკ. სეგმდან მე—II წელის სეგმდე
სახს	Reccurens	მოგრძო ტვინი
ცხვირი	Facialis	

მოყვანილი ცხრილი გვაჩვენებს, რომ სასუნთქავი ნერვული გზების ნერვულ ღეროებში განაწილებას არავითარი კავშირი არა აქვს შეფარდებული ნერვული გზების ფიზიოლოგიურ ფუნქციასთან. თვითონ სასუნთქავი ნერვების წარმოშობი ადგილებიც ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში მეტად დიდ მანძილზეა გაფანტული.

14. სასუნთქავი ცენტრი.

ცნება სასუნთქავი ცენტრისა. სასუნთქავი მოძრაობის კოორდინაცია ნებას გვაძლევს დავსკვნათ, რომ თვითეული სასუნთქავი ნერვის

დჰსაწყისი ერთი ერთმანეთს უკავშირდება, რომ ყველა მიიღებს სამუშაო იმპულსს ერთი და იმავე წერტილიდან. ამ წერტილს უწოდებენ **სასუნთქვე ცენტრს**. მთავარი სუნთქვის საკოორდინაციო ცენტრი მოგონი ტვინში უნდა არსებობდეს. მაგრამ ამის გარდა სასუნთქვე კოორდინაციის უნარი ზურგის ტვინსაც უნდა ჰქონდეს.

მოგონი ტვინში მთავარი სასუნთქვე საკოორდინაციო ცენტრის არსებობის დამტკიცება. ზურგის ტვინი რომ გადმოიკრას კისრის მეშვიდე სეგმენტის ღონეზე, მაშინ ნეკნური სუნთქვა ისპობა. ხოლო დიაფრაგმის სასუნთქვე მოძრაობა ძველებურად იწარმოვებს. ეს ამტკიცებს რომ ნეკნური სუნთქვის კოორდინაციული ინერვაცია მოგონი ტვინიდან სწარმოვებს.

ზურგის ტვინი მესამე კისრის სეგმენტის ზემო საზღვარზე რომ გადმოიკრას, დიაფრაგმის მოძრაობა შეეცნდება. ეს ამტკიცებს, რომ დიაფრაგმა კისრის ზემო სეგმენტებიდან იღებს საჭირო იმპულსებს.

თუ გადმოიკრა თავის ტვინი მოგონი ტვინის ზემოდან, მაშინ დიაფრაგმული და ნეკნური მოძრაობა ორივე რჩება, ისპობა მხოლოდ ცხვირის მოძრაობა.

მეოთხე პარკუტის ძირზე რომ ერთი განსაზღვრული ალაგი დაინტერესდეს, სახელდობრ *calamus scriptorius*-ის ცოტა ზემოთ, ყველა სასუნთქვე მოძრაობა ისპობა. ამ ცლიდან ფლურანსა (*Flourans*) გამოიღვანა ის დასკვნა, რომ ალბად აქ უნდა იმყოფებოდეს საციცოცხლო კვანძი „noeud vital“

ზურგის ტვინში დამატებითი სასუნთქვე ცენტრის არსებობის დამტკიცება. მოგონი ტვინის დანგრევის შემდეგ, როდესაც ნორმულ სუნთქვა მოისპო, ცხოველი იხრჩობა; მაგრამ სიკვდილის წინ იგი მაინც იძლევა ერთ-ორ ღრმა სასუნთქვე მოძრაობას.

ბროუნ სეკარმა და შემდეგ ლანგენდორფმა გვაჩვენეს რომ ზოგიერთ ახალგაზდა ცხოველებზე მოგონი ტვინის დანგრევის რითმული კოორდინაციული სუნთქვა არ ისპობა. ამის მიზეზი უმკველ ზურგის ტვინში სასუნთქვე ცენტრის არსებობა უნდა იყოს.

ამასთან მოგონი ტვინის ანატომო-ჰისტოლოგიური გამოკვლევა არ იძლევა საჭირო ფაქტებს იმის დასამტკიცებლად, რომ იქსად მოგონი ტვინში სასუნთქვე ცენტრის არსებობაა მიჩნეული, მართლა უჯრედთა სპეციალური ჯგუფი იმყოფებოდეს. მაშ., სასუნთქვე ცენტრ ფიზიოლოგიურ ცნებას არ შეუფარდდება ანატომიური ფაქტები.

უნდა მივიღოთ, რომ სასუნთქავე საკოორდინაციო ცენტრი არ არსებობს ნ. ს.-ის ერთ რომელიმე მცირე ნაწილში, რომ იგი პირიქით ვრცელდება ც. ნ.-ის ყველა იმ განყოფილებებზედ, სადაც ამ სასუნთქავე მოძრაობაში მონაწილე მგრძნობიარე ნერვები შედიან, როგორც ეს დავსკევით ყველა სხვა რეფლექსების მიმართ (იხ. 1 ტომი გვ. 253). პართალოა, სუნთქვა არაა მხოლოდ რეფლექსური მოვლენა, იგი განაგრძობს წარმოებას იმ შემთხვევაშიაც, თუ, მაგ., მოგროძო ტვინის მგრძნობიარე ნერვები ყველა გადაჭრილია. ხოლო ეს გადაჭრა როგორც ქვემოთ დაინახავთ სუნთქვის ტიპზე დიდ გავლენას ახდენს. აქედან ცხადად შეიძლება გამოვიყვანოთ ის დასკვნა, რომ სასუნთქავე საკოორდინაციო აპარატის მოქმედება უნდა სწარმოებდეს როგორც რეფლექსური გზით, ისე შინაგან ქიმიურ გალიზიანებათა გავლენით. (იხ. ქვემოთ).

სუნთქვის ცენტრის ავტომატიზმი. ნერვული სისტემა იძლევა სასუნთქავე მუსკულატურის მიმართ კოორდინაციულ იმპულსებს. ეს იმპულსები არაა ნებითი. ისინი იზადებიან ცნობიერების უმონაწილოთ, მაგ., ძილში, ჯულის წასვლისას. სასუნთქავე იმპულსები არაა საესებით დამოკიდებული რეფლექსურ მოქმედებაზე. ამიტომ სასუნთქავე ცენტრის მოქმედება უმთავრესად ავტომატიური უნდა იყოს, მაშ., იგი გამოიწვევა შინაგანი გალიზიანებით.

სასუნთქავე ცენტრის გამაღიზიანებელი ძალები. შინაგან გამაღიზიანებელს ეკუთვნის ნახშირის სიმჟავის მოქმედება. თუ სუნთქვა ოკლე ხნით შეეწყნდება, მაგ., სასუნთქავე მილის დახურვით, ამას ქოშინი იწვევს, *hyperpnea*, რომელიც სასუნთქავე მოძრაობათა გაძლიერებაში გამოიხატება. იგივე სწარმოებს იმ შემთხვევაშიაც, თუ აზოტის ნაწილს სუნთქულ ჰაერში ნახშირის სიმჟავით შევცვლით. ამ შემთხვევაში ასუნთქავე მოძრაობათა გაძლიერება დამოკიდებულია სისხლში შეკრძილ ნახშირის სიმჟავეზე, რადგან ჟანგბადი იმავე რაოდენობით და შეიძლება მეტის რაოდენობითაც შედიოდეს ორგანიზმში, ვიდრე ნორმალურ პარობებში. ნახშირის სიმჟავის დაგროვება შეიძლება აღმოჩნდეს რსხლის გაზთა ანალიზით: ჟანგბადის შეტულობა ნორმას უდრის (ან ოტა მეტია), ნახშირის სიმჟავის რაოდენობა კი მის შესუნთქვის გაზ მუდამ გაცილებით მეტია (ფლიუგერი).

რადგან სუნთქვა, საზოგადოდ რომ ითქვას, სხეულში გამჟანგებელი ოცესების წარმოებას ემსახურება. ამიტომ მიზანშეწონილად უნდა ითვალოს, რომ სასუნთქავე ცენტრი აგრეთვე ჟანგბადის ნაკლულე-

ჯანთაზე გაძლიერებული მოქმედებით უნდა უპასუხებდეს. შეიძლება ექსპერიმენტით დაედასტუროთ, რომ მართლაც ასე ხდება. სახელდობო, შესასუნთქველ ჰაერს რომ ბლომად მიუმატოთ ინდიფერენციული გაზები, მაგ., წყალბადი ან აზოტი, ასე რომ ჟანგბადის შეცულობა მცირე პროცენტაჲდ დაეცეს, მაშინ აღმოჩნდება სისხლის გაზთა ანალიზის საშუალებითი რომ სისხლშიაც ჟანგბადის შეცულობამ იკლო; სწორაჲთ ამ შემთხვევებში სუნთქვა მნიშვნელოვნად ძლიერდება. მაშ., ცხადია რომ **ჟანგბადის ნაკლებიანობა სასუნთქავ ცენტრზე როგორც გამაღიზიანებელი ძალა მოქმედობს.**

ტიმპერატურის აწევ-დაწევაც მნიშვნელოვანად მოქმედობს სასუნთქავ ცენტრზე, როგორც გამაღიზიანებელი ძალა. მაგ., ტემპერატურის აწევა უმთავრესად სუნთქვის სიხშირეზე ახდენს გავლენას; იგი უფრო ახშირებს სუნთქვას. ასეთ მდგომარეობას უწოდებენ სითბოს *polyplex*-ს ქიმიური გამაღიზიანებელნი პირიქით, როგორც ზევით აღვნიშნეთ, სუნთქვას აღრმავებენ. სუნთქვის გახშირება სითბოს გამო ზოგიერთ ცხოველებზე, მაგ., ძაღლზე, მკვეთრად გამოჩნდება, ამიტომ ეს მოვლენა საერთოდ ცნობილია.

კუნთების მუშაობაც თითქმის სულ მცირეც ცხადივე მოქმედებს სუნთქვაზე; იგი უფრო ცხოველდება. სუნთქვა ძლიერდება, თუმცა არტერიული სისხლის გაზთა შეცულობა უცვლელი რჩება. ასეთ გავლენას ალავი აქვს მაშინაც, თუ ყოველივე ნერვული კავშირი მოკუმავე კუნთსა და სასუნთქავ ცენტრს შორის გაწყვეტილია. აქედან ის დაკვნა უნდა გამოვიყვანოთ, რომ კუნთის მუშაობისას სისხლი ჯერ უცნაოდ ცვლილებას განიცდის, რომელიც სასუნთქავი ცენტრის ძლიერ აგზნებას იწვევს. შეიძლება, აქ საქმე გაქვს ზოგიერთ სიმკვავეთა განვითარებასთან და მათ მიერ გამოწვეულ ნახშირის სიმკვავის მსგავს მოქმედებასთან.

რეფლექსური გაღიზიანებანი. შინაგან გაღიზიანებათა გარდა სასუნთქავი ცენტრალური მექანიზმის მოქმედება დამოკიდებულია გარეგან გაღიზიანებათა მთელ რიგზე, რომელთა მიერ გამოწვეული პერიფერიული აგზნება დასახელებულ მექანიზმს ნერვების საშუალებით მიადწევს. ეს რეფლექსური გაღიზიანებანი მოქმედობენ სასუნთქავი მოძრაობის სიხშირეზე და სიღრმეზე.

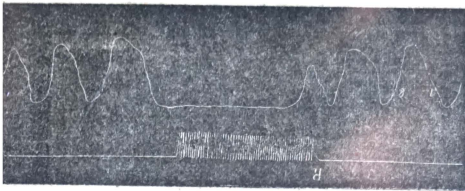
ა. სუნთქვის თვითმოწყობის რეგულაცია. მთავარი რეფლექსური გაღიზიანება გამოიხატება შემდეგში: მუდამ, როდესაც კი პლუვრაში ჰაერი შედის და ფილტვი იფუჭება, ცხოველი ღრმად ამოსუნთქავს. ამ

დაკვირვების წყალობით, ჰერინგმა და ბრეიერმა ასეთი მოძღვრება შექმნეს: მათი აზრით ფილტვის ჩაფუშვისას ცთომილი ნერვის საფილტვო დაბოლოება მექანიკურად ღიზიანდება; ეს გაღიზიანება მოქმედებს, როგორც შესუნთქვის გაღიზიანება სასუნთქავი მექანიზმისა. აგრეთვე იგივე ავტორები ამტკიცებენ, რომ ფილტვის მოულოდნელი გაბერვა ამოსუნთქვის მოძრაობას იწვევს. ორივე მოვლენა ისპობა, თუ ცთომილი ნერვი გადაჭრილია. ლევან დოვსკიმ დაამტკიცა; რომ ფილტვის გაბერვისას ცთომილი ნერვი მართლა ღიზიანდება; სახელდობრ, მან ინახულა გაღვიანოვებულის საშუალებით მოქმედების ნაკადი ამ ნერვის პერიფერიულ ნაჭერზე, როდესაც ფილტვი ჰაერით იბერებოდა.

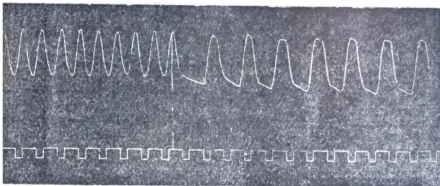
ეს ცდები იმ დასკვნას იძლევა, რომ **სუნთქვის მოწესრიგება ხასუნთქავი მექანიზმის რეფლექსურ აგზნებაზე დამოკიდებული, რომელიც ცთომილი ნერვის საშუალებით წარმოებს.** ამ თვალთაზრისით, თვითეული ამოსუნთქვა ფილტვის ჩაფუშვის გამო შემსუთქველ გაღიზიანებას აწარმოებს, თვითეული შესუნთქვა კიდე ფილტვის გაბერვისა გამო ამოსუნთქველ გაღიზიანებას იწვევს. ასე აიხსნება შესუნთქვის და ამოსუნთქვის წესიერი მიმდინარეობა.

ცთომილი ნერვის ცენტრალური ნაჭერის გაღიზიანებით ეცადნენ მიეღოთ ხან შესუნთქვა და ხან ამოსუნთქვა. ასეთ ცდებით მიღებული იყო სხვა და სხვა შედეგები გაღიზიანების ინტენსივობის და თვისების მიხედვით. ძლიერი გაღიზიანება ინდუქციური კვთებებით იწვევს შემსუთქველი კუნთების ტეტანურ შეკუმშვას; პირიქით სუსტი გაღიზიანება გაღვიანული ნაკადით (ამავალი მიმართულებისა) შესუნთქვის ან ამოსუნთქვის შეწყვეტას იძლევა. (სურ. 88). ამნაირ ცდების ნიადაგზედ ჰერინგის და ბრეიერის პირვანდელი მოძღვრება სხვა მეცნიერთა მიერ შეცვლილი იყო. მაგრამ ყველა ეს თეორიები ცთომილი ნერვის მოქმედების შესახებ დღესაც ისევ სადავოა.

ბევრნაირი ცდებიდან სჩანს, რომ ცთომილ ნერვთა მოქმედება სუნთქვაზე გამოიხატება მისი გახშირებაში და სიღრმის დაკლებაში. ცთომილი ნერვები უწყველია ამცირებს სუნთქვის დროს წარმოებულ მუშაობას და ამნაირად სუნთქვა ნაკლები ენერგიის დახარჯვით სწარმოებს. ამიტომ არის, რომ ამ ნერვების გადაჭრის ან გაყინვის შემდგომ სუნთქვა ჯერ ერთი ღრმავდება და მერე იშვიათდება. (სურ. 89).



სურ. 68 ხუნთვის შეყენება
ხუნთქვის ფაზაში ცთომილი ნერვის გალიზიანების საპასუხოდ. ზემოდან. აღნიშნულია გალიზიანება (R). ქვემოთ სუნთქვის მრუდი. სურ. 69. ხუნთქვის მრუდი შინაურ კუროდღელზე. ჩამავალი მუხლი შეუფარდება შესუნთქვას, ამავალი კიდე—ამო სუნთქვას. ქვემოთ ხაზი დროს აღნიშნავს წუთობით. ვერტიკალური



სურ. 69 ხუნთქვის მრუდი შინაურ კუროდღელზე. ჩამავალი მუხლი შეუფარდება შესუნთქვას, ამავალი კიდე—ამო სუნთქვას. ქვემოთ ხაზი დროს აღნიშნავს წუთობით. ვერტიკალური

ხაზი უჩვენებს იმ მომენტს, როდესაც ცთომილი ნერვი დადამკლებელი იყო [გაცივების საშუალებით (ტი გერ შტედტიდან)].

ხ. ს. სასუნთქაპარატში ამა თუ იმ მოქმედების მომწვეველი გალიზიანებანი. როგორც ფილტვიდან ცთომილის საშუალებით ნაწარმოები აგზნებანი სასუნთქავი აპარატზე ქედობენ, აგრეთვე მამოძრავებელი ორგანოებიდან, რომელნიც სუნთქვის მონაწილეობენ, ე. ი. გულმკერდიდან, ღიაფრაგმიდან, აგზნებებიდან სასუნთქავი მექანიზმისკენ. ეს აგზნებანი ვაფლანას ენის სასუნთქავი აპარატის განწყობაზე, ამის ფუნქციურ მდგომარეობაზე.

სრულიად დამტკიცებულია, რომ გულმკერდში დაწყებული აგზნებასასაზე ლექსურ ვაფლანას ახდენს. შეიძლება ითქვას, რომ გულმკერდის ხელოვნური შევიწროებისას მასზე დაწოლის მგერავი ნაპრალი ვაწროვდება, აწოლის მოსაბობისას კიდე ეს ნაპრალი განიერდება. ცხადია, სასის მოძიება მუდამ შეუფარდება გულმკერდის მოძრაობას, როგორც ეს ნორმალური სუნთქვის დროს სწავრობებს.

თვითელი სუნთქვის დროს ენის ფუძეც მოძრაობს. ამიტომ შესაძლებელია, რომ ენის პასიური მოძრაობა სასუნთქავი მექანიზმის მოქმედებას იწვევს. შეყენებული სასუნთქავი მოძრაობის ხელახლად აღძვრა ენის რითმული წყევით ხალხში ძლიერ გავრცელებულია. თუმცა ექსპერიმენტულად ეს მოქება ჯერ არცაა გაუშინჯია.

ე. სხვა რეფლექსური გავლენები. აღწერილი რეფლექსების გაზრდა წარმოადგენს სუნთქვაში აგრეთვე სხვა რეფლექსური გავლენაც მონაწილეობს.

1. ცნობილია, რომ სამწვერა ნერვის ძაფთა გაღიზიანება ცხვირის ღორწოვანი ვარსის ფარგალში იწვევს ძლიერ ღრმა ამოსუნთქვას და სუნთქვის ხანგრძლივ შეყენებას. ეს რეფლექსი უნდა წარმოადგენდეს მიზანშეწონილ დამცველ მოძრაობას, რადგან იგი დაიცავს მაგნე გზების შესუნთქვისაგან. ასეთ გავლებს ეკუთვნის სხვათა შორის კლორი, ამონი, გოგირდოვანი სიპეავე. როდესაც ეს გავლები ცხვირის ღრუს მოხედება ცოტა მეტი კონცენტრაციით, მაშინვე სწავს ღორწოვან ვარსს, ამავე დროს აღიზიანებს სამწვერა ნერვის დაბოლოვებათ ცხვირში და მით ამოსუნთქვის მოძრაობას იწვევს, ასე რომ ამ გავლის შესუნთქვა შეუძლებელი ხდება. ეს რეფლექსი ზოგჯერ იმდენად ენერგიულია, რომ სუნთქვის შეყენებისთვის საკმარისია ნესტოებზე შეხება ან შეხერვა. სამწვერა ნერვის გაღიზიანება სხვათა შორის იწვევს ბრონხების რეფლექსურ შევიწროვებას იმ სადა კუნთის ძაფების წყალობით, რომლებიც ბრონხის კედლებშია. ბრონხის კუნთების მეტად მძლავრ შეკუმშვის ქოშინი მოყვება (asthma bronchiale).

2. ყლაპვის დროს სუნთქვა ხდება n.glossopharyngeus-ის გაღიზიანების წყალობით. ამ ნერვის ცენტრალური ნაჭერის გაღიზიანებასაც სუნთქვის დროებით შეყენება მოსდევს.

3. N. laryngeus sup.-ის ცენტრალური ნაჭერის გაღიზიანება სუნთქვის შედგომას იწვევს და ბოლოს კრუნჩხვიან ამოსუნთქვას იძლევა. ეს ნერვი ცნობილია, როგორც ზეელების რეფლექსის მთავარი მგრძნობიარე გზა.

4. თვითეული მგრძნობიარე ნერვის სუსტი გაღიზიანება სასუნთქო მოძრაობის გახშირებასა და გაღრმავებას იწვევს. პირიქით, მუცლის შიგნეულბაბათა გაღიზიანება ამოსუნთქვას და სუნთქვის შეყენებას იძლევა.

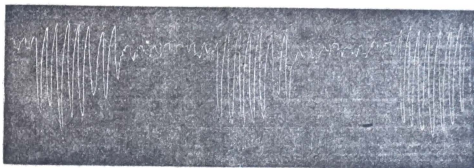
5. წყალში საქმლის მაძებარი ფრინველი რომ წყალში ჩაეაყრყო მელავით, ნისკარტის დასველება მაშინვე სუნთქვის რეფლექტორ შეყენებას იწვევს (როგორც ალბის რეფლექსი).

6. ცივი წყლის გადასხმა ჩვეულებრივ სუნთქვის შეყენებას იძლევა.

დ). ცენტრალური გავლენები სასუნთქვო ცენტრზე. სასუნთქვო ცენტრის მოქმედება მოგრობ ტვინში ექვემდებარება აგრეთვე

ზემო მდებარე ცენტრალური ნერვული სისტემის გავლენას. ეს იქიდან სჩანს, რომ თავის ტვინის გადაჭრა მოგვრძო ტვინის ზემოდ - ოთხგორაკის ფარგალში ისევე მოქმედებს სუნთქვაზე, როგორც ცთომილი ნერვის გადაჭრა: სუნთქვის განელება და გაღრმავება. თუ ამავე დროს ცთომილი ნერვებიც გადაჭრეს, მაშინ სუნთქვა მეტის მეტად ნელდება და კრუნჩხვის ხასიათს იღებს: ასეთს ცხოველზე მაინც კიდე მოქმედობს სხვა და სხვა ნორმული გალიზიანებანი. თუმცა ბოლოს და ბოლოს იგი იხრჩობა უკმაირისი სუნთქვის გამო.

ე) ზოგიერთ რაფლექსურ გავლენათა გამოისობით ნორმული სასუნთქვეი მოძრაობა ისპობა. ასეთია სუნთქვა ზეილების, ტირილის, ცემინების დროს, რომელიც ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ. ამას გარდა საჭიროა დავასახელოთ ერთი პათოლოგიური მოვლენა: ნორმულ სასუნთქვეი მოძრაობათა და გრძელ პაუზების მორიგეობა. ამნაირ სუნთქვას ჩეინ-სტოქსის სახელს უწოდებენ. იგი ნორმულ ადამიანსაც მოსდის ღრმა ძილის დროს. (სურ. 70).



სურათი 70.

სურ. 70. ჩეინ-სტოქსის სასუნთქვეი მოძრაობათა მრუდე (ცუნტლეველიან)

1. სასუნთქვეი მოძრაობათა უარსებობა, apnoe. სუნთქვის ძირითადი მოძღვრებიდან უნდა დავსკვნათ, რომ სუნთქვა სრულიად უნდა შესწყდეს, თუ რომ სასუნთქვეი ცენტრის ამგზნებელი ვარგემოდანი არ მოქმედობენ. სასუნთქვეი ცენტრის ყველაზედ ძლიერ ამგზნებელს ნახშირის სიმჟავის დაგროვება წარმოადგენს თუ რომ ხელოვნური სუნთქვა ისეთი დიდი ენერგიით ვაწარმოვეთ. რომ სისხლში ნახშირის სიმჟავის რაოდენობამ შედარებით ძირს დაიწია, მაშინ რამდენიმე ხნით სასუნთქვეი ცენტრი გაულიზიანებელი რჩება და ამიტომ სუნთქვა ამ ხნით შესდგება. ამ მოვლენას აპნოეს უწოდებენ.

მაგრამ ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვან როლს აგრეთვე ცთომილი ნერვის გაღიზიანება სთამაშობს ინტენსიური სუნთქვა მძლავრად აღიზიანებს ამ ნერვებს და მით სუნთქვას შეაჩერებს. ცთომილი ნერვები რომ წინასწარ გადაიჭრას, მაშინ აპნოეს მისაღებად საჭიროა უფრო ანტერსიური განიავება. ამიტომ განიჩრევა ქიმიური ნამდვილი აპნოე ტრუ აპნოისაგან ანუ ცთომილი ნერვის მიერ გამოწვეულ აპნოისაგან.

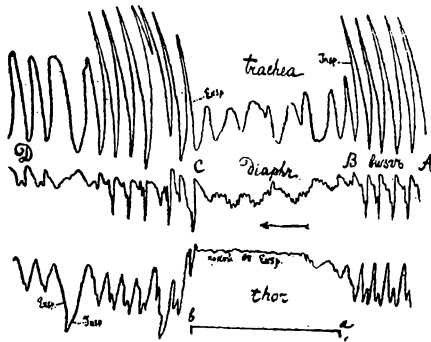
14. დიდი ტვინის ქერქის გავლენა სასუნთქვე მოძრაობაზე.

ნებისა და მრავალნაირი ემოციის გავლენით სასუნთქავე მოძრაობა მრავალნაირად ცვალებადობს: რითმის, ტიპის და სიღრმის მხრივ. ხანგრძლივი კრუნჩხვიან შესუნთქვიდან დაწყებით ძლიერ გაზვირებულ ზედაპირულ სუნთქვამდე და ან სუნთქვის სრული გაჩერებამდის რამდენიმე წუთის განმავლობაში. ანალოგიური მრავალნაირი ცვალებადობა სუნთქვისა გამოიწვევა ხოლმე ქერქის პირდაპირი ელექტრული გაღიზიანებით. (ლავერინოვიჩი, დანილევსკი). ამ უკანასკნელ დროს ძალზედ შეზღუდული წილში იყო აღმოჩენილი განსაზღვრული ადგილი, რომლის გაღიზიანება მუდამ ერთნაირ ეფექტს იძლევა, სახელობრ, სასუნთქავე მოძრაობის გაზვირებას. აქედან ნერვული ძაფები შიგნითა კაპსულის გზით და შემდეგ ტვინის ფეხებით გადუქვარდინებლივ შედის მოგრო ტვინში (Mavrakis და Dontas).

მაგრამ ქერქის ფრთხილი გაღიზიანება, აგრეთვე შიგნითა კაპსულისა და ზოლიანი სხეულისა მეტ წილად დეპრესულ გავლენას ახდენს: ერთხელობრივი შეკუმშვის შემდეგ ან უიმიოდ სასუნთქავე მოძრაობა წელდება და ხან კიდევ შესუნთქვის ფაზაში შეეყენდება. ეს ეფექტი გაღიზიანების შემდეგაც დიდხანს გრძელდება, ხანდისხან რამდენიმე წუთი. ლავერინოვიჩის გამოკვლევით ეს დეპრესია უმთავრესად გულმკერდის სასუნთქავე კუნთების მიმართ სწარმოებს; გულმკერდის კუნთები შეიძლება სრულ მოსვენებასაც განიცდიდეს და ამავე დროს დიაფრაგმული სუნთქვა უცვლელად მიმდინარეობდეს.

საზოგადოდ შეიძლება ითქვას, რომ დიდი ტვინის ქერქში არ არსებობს განსაკუთრებული მამოძრავებელი ადგილი სასუნთქავე მოძრაობისათვის. თითქმის ერთი და იგივე ალავი, მეტადრე n. facialis-ის ფარგალში და მის მეზობლად, გავლენას ახდენს გულზე, სისხლის ძარღვებზე, სუნთქვაზე, თვალის გუგაზე, ზოგიერთ ჯირკვლზე და

სადა კუნთიან ორგანოებზე. აქედან გამტარებელი გზები წილობრივ სიმპატიური ნერვის ცენტრზე regio subthalamica-ში თავდება, წილობრივ თავის ტვინის მე III--X ნერვის ბირთვებში უმთავრესად მოგვრძო ტვინში. ძლიერ შესაძლებელია, რომ ერთი წილი ამ გზებისა ზოლიანი სხეულის და სამხედველო ბორცვის საშუალებით გაივლოს. ამაზე უჩვენებს სხვათაშორის ის ფაქტი, რომ ამ ქერქს ქვეშა კვანძების გალიზიანებისას არსებითად ისეთივე ცვლილება ხდება გულის ცემისა, სისხლის წოლისა, სუნთქვის და სხვათა მიმართ, როგორც ზემო აღნიშნული ქერქული წილის გალიზიანებისას (სურ. 71.).



სურათი. 71.

ფრგმული კი არ შემდგარა, მხოლოდ დიაფრაგმას ერთგვარი თრთოლა დაეშარათ; გალიზიანების შემდეგ ძალდი ისე მოუსვენრად შეიქმნა (ლაქუცი და დანილევსკი).

ინდივიდუერად მოპოვებული სასუნთქავი მოძრაობა. ლაქუცი, დაყვირება, ჯახის მოქნევა, ჯამის ჩვენება ძალზე ისეთსავე მძლავრ სასუნთქავ მოძრაობას იძლევა, როგორც დიდი ტვინის ქერქის გალიზიანება. აღნიშნული გალიზიანებანი სუნთქვაზე აღარ მოქმედობენ, თუ წინასწარ დიდი ტვინის ქერქი დანგრეულ იყო. ცხადია, ეს რეფლექსური მოძრაობანი ამ ქერქის საშვალეებით სწარმოებენ, რომ იგინი კუთვნიან ინდივიდუერად მოპოვებულ რეფლექსთა ჯგუფს.

ბეტ ტერევისა და მის მოწაფეთა (პროტოპოპოვი) გამოკვლევით სრულიად ინდიფერენტული აგენტი შეიძლება გახდეს სუნთქვის

სურ. 71. დიდი ტვინის გაღვენა სუნთქვაზე (ძალი). thor -- მრუდე გულმკერდის წოლისა, diaphr. -- დიაფრაგმის წოლისა; trachea -- ტრახეას წოლისა; მრუდის დაწვეა აღნიშნავს შესუნთქვას. აწევა -- ამოსუნთქვას. ab -- ელექტრული გალიზიანება u. facialis-ისფარგალში (gyr. coronalis) ი წუთოს განმავლობაში. გალიზიანებადის ძალდი მოუსვენრად იყო, წმუტუნებდა. გალიზიანების დროს იგი დამშვიდდა; გულმკერდული სუნთქვა შეყვნდა, დიაფრაგმა მოძრაობდა.

მძლავრ შემცველად, თუ იგი შეუერთეთ ისეთ გალიზიანებას, რომელიც რამენაირად სუნთქვის ცვლილებას იწვევს. მაგ., ერთი რომელიმე სუ-
რათის ჩვენება. რომელიც თავის თავად არაფიზიკურ რეფლექსურ გავლე-
ნას არ ახდენდა ცხოველზე და კერძოდ მის სუნთქვაზე, ასეთ გავლე-
ნას იჩენს მაშინვე სასუნთქავი მოძრაობის შეცვლელ გალიზიანებასთან
შეერთების შემდეგ, მაგ., ფეხის ელექტრულ გალიზიანებასთან შეერთების
შემდეგ. უკანასკნელი გალიზიანება მსგავსად ყველა მანერე ავანტისა სუნ-
თქვის უსწორ მასწარობას და გაღრმავებას იწვევს. სწორეთ ასეთი სუნ-
თქვა გამოიწვევა ზოლმე ყველა იმ გალიზიანებათაგან. რომელიც თავის
თავად სუნთქვაზე არ მოქმედებენ, მაგრამ რამდენჯერმე ზიდიზება
ელექტრულ გალიზიანებას უერთდებოდენ. ამ რეფლექსთა წარმოშობა
და თვისებები სწორეთ ისეთივეა, როგორც ინდივიდუალ მოპოვებულ
მაშობრავებულ რეფლექსთა. (იხ. პირველი ტომი გვ. 359). ამიტომ ამ
საკითხების განხილვას აქ აღარ გამოუდგებით.

ბ. კანის სუნთქვა.

სუნთქვა აგრეთვე კანის საშუალებით სწარმოებს. დედაშიწზე
მცხოვრებ ცხოველებს იგი მით უფრო ენერგიული აქვს, რაც უფრო
თხელია ეპიდერმიული ზედაპირი, რაც უფრო უკეთესია ამ კანში სის-
ხლის მიმოქცევის პირობები და რაც უფრო მეტადაა იგი გაყვნილი
სისხლით და ლიმფით. პირიქით, თუ ცხოველი დაფარულია ზმირი ბა-
ლნით და სქელი გამზხარი ეპიდერმისით და მეტადრე მსხვილი რქოვანი
გარეფენით, მით უფრო ნაკლებია კანური სუნთქვა.

კანური სუნთქვა მხოლოდ სასუნთქავი გაზთა ჟანგბადის და ნახში-
რის სიმეაის დიფუზიის საშუალებით სწარმოებს. რაც შეეხება ადა-
მიანს, მისი კანური სუნთქვის შესასწავლად მას ჰერმეტიულად დახუ-
შულ კამერაში მოაქცევენ. ფილტვით სუნთქვას იგი აწარმოებდა ცალკე
ლულით რომელიც გარეთ არესთან იყო შეერთებული. ადამიანს ამყო-
ფებდენ კარგად დიდხანს ამ კამერაში და მერე ჰაერის ანალიზს აწარმოებდენ.
აღმოჩნდა, რომ ჟანგბადის შემადგენლობა ამ კამერაში კლებულობს,
ნახშირის სიმეაეისი კიდე და მეტადრე წყლის ორთქლის მატულობს.

ჟანგბადის შთანთქვა ადამიანის მთელი კანის მიერ საერთოდ
ძლიერ მცირეა. იგი 24 საათის განმავლობაში 3—4 გრ. არუნდა აღე-
მატებოდეს, ე. ი. ფილტვური სუნთქვის მე-200 ნაწილს უდრის. მაგ-

რამ ადამიანის კანური ზედაპირი სასუნთქო ფალტის ზედაპირზე 54-ჯერ ნაკლებია. (ზოგიერთა აზრით იგი უფრო მცირეა— 70-ჯერ ნაკლებია).

ნახშირის სიმჟავის კანიდან გამოყოფა 24 საათის განმავლობაში 9 გრამს შეადგენს. დაახლოებით ფილტვური გამოყოფის მესხედ წილს.

ცხენზე კანიდან ნახშირის სიმჟავის გამოყოფა შედარებით მძლავრად სწარმოებს. სახელოდრ ფილტვური გამოყოფის მეორმოცე ნაწილს შეადგენს. ნაწლებიდან გამოყოფილან ერთად საზოგადო გამოყოფის 4¹/₆-ს მიადწევს.

ბაყეზედ ჟანგბადის კანური შთანთქმა თითო საათში და თითო კილო წონაზე 400 კ. ს.-მდე მიადწევს, მხოლოდ ზამთრობით 70 კ. ს. არ აღემატება და ხან ნაკლებიცაა— 40 კ. ს. ან საერთოდ შიმშილობისას კვების შეწყვიტებისას, გაზთა გაცვლა-გამოცვლა სრულიად არ მცირდება, თუ ფილტვებს ამოვაცილით. მხოლოდ გაზაფხულობით როდესაც ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლა მეტად გაცხოველებულია, ფილტვების ამოცვლა ცოტა თუ ბევრად მნიშვნელოვნად დასცემს გაზთა გაცვლას. ნახშირის სიმჟავის ბაყის კანი უფრო მეტს იძლევა (თითო საათში თითო კილო წონაზე (40-180 კ. ს.), ვიდრე ფილტვები (maximum 90 კ. ს.); ამის გამო ფილტვების მოშორება სასუნთქავ კოეფიციენტს ასწევს ($\text{CO}_2:\text{O}_2$).

კროგის (Krogh) ცდებიდან სჩანს, რომ ბაყის საფილტვო სუნთქვა ნერვულ სისტემაზე დამოკიდებული. ცხოველი რომ შევიტანო იმისთანა ჰაერში, რომელშიც ნახშირის სიმჟავე ბლომდაა გარეული, ფილტვების საშუალებით ჟანგბადის შთანთქმა მატულობს. მაგრამ თუ ცთომილი ნერვები გადაჭრილია, ფილტვური სუნთქვა არ მატულობს. აქედან ცხადია, რომ აღნიშნული მატება ჟანგბადის შთანთქმისა ფილტვების მიერ ნერვულ სისტემაზე დამოკიდებული, რომ იგი წმინდა რეფლექსური ბუნებისაა. რაც შეეხება კანურ სუნთქვას იგი ნერვულ სისტემაზე არ უნდა იყოს დამოკიდებული, რადგან მთელი მისი მექანიზმი კროგის გამოკვლევით ფიზიკურ პირობებზე (დიფუზიაზე) ეფუძნება.

კროგის (1904) გამოკვლევით საათში კანის ზედაპირის თითო კვ. დეცამეტრის მიმართ კანური სუნთქვა შეიძლება გამოიხატოს შემდეგი ცხრილით, სადაც ციფრები კუბ. სანტ. აღნიშნავენ.

ჟანგბადი	შთანთქმება:	ნახშ. სიმჟავე გამოიყოფა:
ადამიანი	0,5	0,9—1,2
მტრედი	0,5	0,6
ბაყაყი	1,6	3,1

ამნიარად, ბაყაყის კანური სუნთქვა სამჯერ უფრო მეტია, ვიდრე თბილ სისხლიან ცხოველებზე. ბაყაყზე თითქმის $\frac{1}{4}$ და ხან $\frac{1}{4}$ მთელი ნახშირის სიმჟავისა კანიდან გამოიყოფა. მხოლოდ $\frac{1}{3}$ დაქან $\frac{1}{4}$ ვილტების საშუალებით.

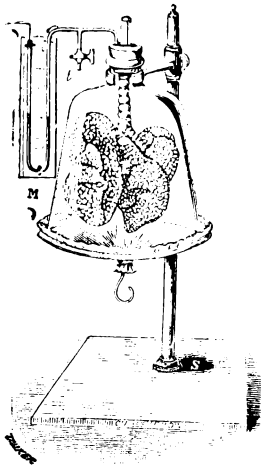
საქმლის მონელებისას და განსაკუთრებით კუნთების მუშაობისას კანური სუნთქვა მნიშვნელოვნად მატულობს. თუ გარეგანი ტემპერატურა დიდია, ადამიანის კანი გამოყოფს 30 გრამამდე ნახშირის სიმჟავეს (Schierbeck, 1893).

ნაწლევების სუნთქვა. კუჭის კედელი ნახშირის სიმჟავეს გამოყოფს (Schierbeck, 1895). ორგანიზმში პილოკარპონის შეტანისას კუჭის მუშაობა მატულობს, მეტადრე ჰესინური ჯირკვლებისა. ამასთან ერთად მატულობს სისხლით გავსება ლორწოვანი გარსისა და აგრეთვე ნახშირის სიმჟავის კუჭის ღრუში გამოყოფა. ამ ნახშირის სიმჟავის წოლა შეიძლება კიდევაც სისხლისას აღმატებულდეს.

რაც შეეხება ძუძუმწოვარ ცხოველთა საქმლის მომწელებელ მილს აქაც უძევდება ნახშირის სიმჟავე გამოიყოფა მისი კედლების მიერ. ჟანგბადი იმყოფება მხოლოდ კუჭში, სადაც იგი შედის გადაყლაპული ჰაერის სახით. ეს ჟანგბადი აქვე უნდა შთანთქმას. ნაწლევების გაზთა შორის ჟანგბადი არ მოიპოვება.

ერთნაირ თევზს *eobitus fossilis*—ნამდვილი სასუნთქავი აპარატი აქვს ნაწლევებში. ნაწლევების კედლები შთანთქმენ გადაყლაპულ ჰაერიდან $\frac{8}{10}$ —ს ჟანგბადს, მათ ღრუში კიდევ გამოიყოფა ნახშირის სიმჟავე, რომელიც სხვა გაზთან ერთად უკანა გასავალის საშუალებით გარეთ გამოდის. (Baumeret, 1853). ამის შესაფერად ამ თევზის ნაწლევებს თავისებური აგებულება აქვს. ეპიტელიური ზედაპირი გათხელებულია და მასში სისხლის კაპილართა ბადე მძლავრად არის განვითარებული.

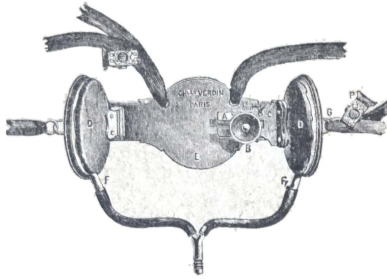
1. **უარყოფითი წოლის დადასტურება გულმკერდის ღრუში.** რომელიმე ცხოველს (კატა, შინაური კურდღელი, ძაღლი) დააძინებენ ეთერით ან ქლოროფორმით. წინასწარ დაამზადებენ შპრიცს, რომელიც კაუჩუკის ლულით წყლის მანომეტრთან არის შეერთებული; მანომეტრის ორივე მუხლში შეყვრილი წყალი ერთს დონეზედ სდგას, რასაკვირველია, წოლის დონეზე. ცხოველის დაძინების შემდეგ შპრიცის ნემსს გულმკერდის ღრუში ურჭობენ. მანომეტრის თავისუფალ მუხლში სითხე რამდენიმე მილიმეტრით დაიწევს. ეს არის გულმკერდის ღრუს შემსრუტავი მოქმედების შედეგი. თვითველ შესუნთქვისას ეს უარყოფითი წოლა მატულობს, თვითველ ამოსუნთქვისას კიდევ იკლებულობს.



სურ. 72. ფილტვების მოძრაობის სქემა დონდერის და ფრედერიკისა. (1-მუშის საფარი; A კავი ელასტური დიაფრაგმის (D) გამოსაწეად; T-ჰაერის შესავალი ელასტურ ფილტვში (P); M მანომეტრი, რომელიც ჰერმეტიკულად დახშულ საფარს უერთდება, და მასში არსებულ წოლას აღნიშნავს.

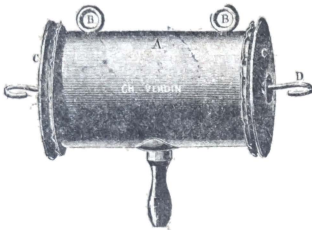
როგორც მე-72 სურათზეა ნაჩვენები, იგი წარმოადგენს მჭიდროდ დაცულ ზარის ფორმის ჭურჭელს, რომლის ძირს ელასტური „დიაფრაგმა“ აქვს გაკეთებული. ჭურჭელში შეტანილია ლულა ელასტური ფილტვებით. ამავ ჭურჭელს ვერცხლის წყლის მანომეტრის ერთი მუხლი უერთდება. დიაფრაგმაზე გაკეთებული კაუჩი რომ ძირს ჩამოესწიოთ, მაშინვე ჭურჭელში უარყოფითი წოლა მატულობს, ამის გამო მანომეტრის მეორე მუხლში ვერცხლის წყლის დონე დაიწევს, საფილტუო ტოპრაკი კიდე გაგანიერდება, რაც შესუნთქვის მოძრაობას მოასწავებს.

3. სასუნთქავი მოძრაობის დაწერა პნევმოგრაფით. (სურ. 73 და 74). პნევმოგრაფის ზორტს გულმკერდის გარშემო შემოარტყმენ. თვითონ პნევმოგრაფი მარცხენა კასულს უერთდება, რომელიც კიმოგრაფზედ სწერავს. შესუნთქვისას ზორტი იჭიმება და მით პნევმოგრაფის ღრუს აგანიერებს; ეს თავის მხრივ დასწევს მარცხენა კასულის მწერაკ კალამს. ამოსუნთქვა კილა ამ კალამს ზევით ასწევს. როდესაც დაიწერება ოცამდე რხევა ნორმული სუნთქვისა, მაშინ სუბიექტს ღრმა შესუნთქვა-ამოსუნთქვას აჩვენებენ. პნევმოგრაფი მძლავრად იმძრევა და მასთან ერთად მარცხენა მწერაკი კასულაც კალამის დიდს ექსკურსიას იძლევა.



სურ. 73.

სურ. 73. პნევმოკარდიოგრაფი შინაური კურდღლისა. D, I) პნევმოგრაფის მიმღებელი კაპსულები, I—ამ კაპსულებიდან მწერავ კაპსულისკენ მიმავალი ლულა; B—კარდიოგრაფის მიმღებელი პელოტი და კაპსულა; G, G იარაღის გულმკერდზედ გასამაგრებელი ხორტები.



სურ. 74.

სურ. 74. პნევმოგრაფი ადამიანისა. C—კაუჩუკის აპკი, რომელზედაც ზორტების დასაჭერი კაუჩუბია (D, D) მიბმული.

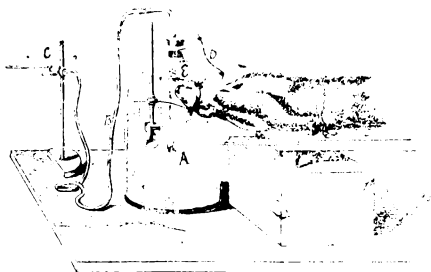
4. **ჰუტჩინსონის სპირომეტრის საშვლებით შესუნთქვა-ამოსუნთქვის მოცულობის გამოკვლევა.** სპირომეტრის მუნდშტუკს პირზე მიიღებენ მკიდრად და რამდენჯერმე მშვიდობიანად შეისუნთქავენ და ამოსუნთქავენ. ცხვირის ნესტოები დაცული უნდა იყოს. ამოსუნთქვის მოცულობა 500 კ. ს. უდრის. (სურ 66).

მშვიდობიანი ამოსუნთქვის შემდეგ რომ ძალდატანებით ამოვისუნთქოთ, რამდენადაც ეს შესაძლებელი იქნება, აღმოჩნდება, რომ სათადარიგო საფილტვო ჰაერი კიდე 1500 კ. ს.-მდე მიიღწევს. თუ კიდევე ჯერ შევისუნთქავთ რამდენიც შესაძლებელი იქნება და მერე სპირომეტრში ამოვისუნთქავთ, სპირომეტრში აღმოჩნდება 3500 კ. ს.-მდე ჰაერი. აქედან 1500 დამატებით ჰერზე მოდის.

მოგარბო ტვინის ქვემო საზღვარზე სკალპელით გადაჭრის შემდეგ გულმკერდული სუნთქვა შეყენდება, მაგრამ დამხმარი სასუნთქო კუნთები პირისახეზედ (ცხვირის ფრთებისა, პირისახისა და სხვ.) მუშაობას კიდე რამდენიმე ხანს განაგრძობენ.

სასუნთქავი მოძრაობის ინერვაციის ჩვენება. შინაური კურდღლა, ტრაქეოტომია; ყელზე გამოჩენილია n. laryngeus super. და n. vagus. ტრაქეის კანიულა უერთდება ოკლიტრიან ბოთლს, რომლის

მეორე ნახევრეტი მარეის კაპსულის უერთდება (სურ. 7ა), რომელიც კიმოგრაფზედ სწერავს. ამოსუნთქვა და შესუნთქვა ამ ბოთლის საშუალებით სწარმოებს, ამიტომ მასში წოლა შესაფერისად იცვლება, და მით მარეის კაპსულის მწერავი კალამი რითმულ მოძრაობაში მოდის და კიმოგრაფზე ნორმულ სასუნთქავ მრუდეს სწერავს.



სურ. 7ა. სუნთქვის რეგისტრაციის სქემა შინაურ კუროლელზე. ანუ სუნთქვის რეგისტრაცია.

a. თითები რომ მოუჭიროთ D-მალს ერთი წამით, ~~წინააღმდეგ~~ ში ველარ შევა; ამიტომ სისხლი ძლავრად ვენტური ხდება და ამას **ასფიქსია** მოსდევს. თითებს რომ ავაცლით, სუნთქვის მოძრაობა ხელახლად იწყება: უსწორ-მასწორო ძლიერი სუნთქვა, რაც **დისპნოეს** ახასიათებს (ასფიქსიური ანუ მოშლილი სუნთქვა).

b. E—მილის საშვალეებით ფილტვებს ენერგიულ ვენტრალიაციას უშვრებიან; ამისათვის აწარმოებენ ჰაერის ხშირ ხელოვნურ შესუნთქვას (საბერველით) ერთი წამის განმელობაში მაინც. ასეთი ხელოვნური შესუნთქვის შეწყვეტის შემდეგ ბუნებრივი სუნთქვა ჯერ დიდხანს არ სწარმოებს და მერე უოდებაც იგი დაიწყება, პირველად ძლიერ მცირე ინტენსივობით იწარმოებს, მხოლოდ თანდათანობით მოიმატებს ნორმამდე. ეს არის **აპნოე**.

c. იღებენ n. vagus და მას გადასჭრიან. ორივე ნაჭერს ძალი აქვს მიბმული. პერიფერიული ბოლოს გაღიზიანება ინდუქციური ნაკადით არავითარ ეფექტს არ მოიცავს სუნთქვის მიმართ. ხოლო ცენტრალური ნაჭერის გაღიზიანება უსუსტესიც კი სუნთქვაზე იმოქმედებს: სუნთქვის გახშირება, ამასთან ტალღის ინტენსივობა, კლებულობს. თუ გაღიზიანება ინტენსიურია, მაშინ სუნთქვა შეეცდება.

d. N. laryngeus sup.-ის ცენტრალური ბოლო რომ გაღიზიანდეს,

მაშინაც სუნთქვა იცვლება: სუსტი გალიზიანებისას სუნთქვა ნელდება, მძლავრი გალიზიანებისას კიდევ ამოსუნთქვის ფაზაში შეეყენდება. მისი პერიფერიული ბოლოს გალიზიანება კი ეფექტს არ იძლევა.

ცხადია, ორივე ხსენებული ნერვი სასუნთქავი აპარატის მიმართ მხოლოდ მგრძნობიარე ძაფებს შეიცავს.

ე. მეორე ცთომილი ნერვიც (მარჯვენა) რომ გადავკრათ, მაშინ სუნთქვა ერთი ოთხად, ერთი ხუთად განელდება. ამავე დროს ზოგიერთ ცხოველზე სუნთქვა კრუნჩხოვანი ხდება.

ფ. ცთომილი ნერვის ცენტრალური ბოლოს გალიზიანება ხელახლად სუნთქვის გახშირებას გამოიწვევს.

გ. თავის ტვინი რომ ზურგის ტვინს მოვაშოროთ სკალპელით ტვინის გადაჭრით მოგვძო ტვინის ქვემოთ სასუნთქავი მოძრაობა მაშინვე დგება. მაგრამ ამავე დროს დამხმარებელ კუნთთა მოძრაობა პირისახეზე გრძელდება: ცხვირის ფრთები და პირი რითმულ შეკუმშვას კიდევ განაგრძობს.

