

ცხოველთა ფიზიოლოგია.

ბუნებისმეტყველ და ექიმ სტუდენტთა

სახელმძღვანელო.

II ტომი.

I ნაკვეთი:

(სისხლის მიმოქცევის და სუნ-
ქვის ფიზიოლოგია.)



ტფილისის უნივერსიტეტის გამომცემა.

დაიბეჭდა საექიმო ფაქულტეტის დადგენილებით.

დეკანი სვიმონ ამირაჯიბი.

ფინანსიტყვაობა

პირველი ნაკვეთი ცხოველთა ფიზიოლოგიის მეორე ტომისა სისხლის მიმოქცევას და სუნთქვას შეიცავს. ეს ნაწარმოები ორტიგინალური ნაშრომი არ არის. იგი კომპილიაციას წარმოადგენს. მის შედგენიას ესარგებლობდი სხვადასხვა ცნობილი სახელმძღვანელოთი თვითუღიდან გადმოვიღე ის, რაც ჩემის აზრით საუკეთესოდ იყო განმარტებული.

სისხლის მიმოქცევის შედგენისის უმთავრესად მივსდევდი ცნობილი სპეციალისტის ლანგენდორფის წერილს ცუნც-ლევის ფიზიოლოგიის სახელმძღვანელოდან. ხოლო მრავალ ალაგას ესარგებლობდი აგრეთვე დანილევსკის, ტიგერშტედტის და ლანდუას სახელმძღვანელოთი.

სუნთქვის ფიზიოლოგია აგრეთვე უმთავრესად ცნობილ სპეციალისტებს ეკუთვნის ი. იოჰანსონს (ქიმია) და რ. დუბუარეიმონს (მექანიკა და ინერვაცია), რომელთა წერილები ამის შესახებ ცუნც-ლევის წიგნშია მოთავსებული. მაგრამ ეს ნაწილიც ბევრ ალაგას შესწორებულ-დამატებულია ზემოაწყნებული ავტორების სახელმძღვანელოებიდან.

მსგავსად პირველი ტომისა ამ წიგნშიაც მოყვანილია მეთოდებისა და ცდების აღწერილობა სტუდენტთა პრაქტიკული მუშაობისათვის. ცდების აღწერილობა მეტ წილად ციტოვიჩის წიგნიდან (Цитовичъ. физиология въ опытахъ) გადმოვიღე. ესარგებლობდი 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 უმალლეს ხერხიმილიან ცხოველებზე მოპოვებულ მასალაზეა აგებული. ეს მოხდა ჩემდა უნებურად. რადგან მე ხელთ არ მქონდა საკირო ლიტერატურა ან ისეთი სახელმძღვანელოები, რომ შესაძლებელი ყოფილიყო ამ ფიზიოლოგიას უფრო საზოგადო ხასიათი ჰქონოდა.

ივ. ბერიტაშვილი.

15. XII. 1920.

ტფი ლ ი ბ ი ე

სისხლის ფიზიოლოგია.

1. სისხლის ფუნქცია და სისხლის საზოგადო ქარაქტერისტიკა.

ზოგადი ცნება ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლისა. როდესაც ჩვენი სხეულის საწვავ შემადგენელ ნაწილთა პოტენციური ენერჯია კინეტიკურ (თავისუფალ) ენერჯიად ქცეულობს (სითბო, მოძრაობა), მაშინ ეს ქიმიური მასალა დაშლის განუწყვეტელ პროცესს განიცდის. უკანასკნელი უმთავრესად სხეულის უჯრედებში სწარმოებს დანაკუწება — დარღვევის და დაქანგების პროცესთა სახით. დაწვის ნაყოფი როცა შეგროვილიყო სხეულში დიდის კონცენტრაციით, იგი უთუოდ ვნებდა სიცოცხლეს; ამიტომ იგი აუცილებლად უნდა განიღვენოს სხეულიდან და მასთან რაც შეიძლება მალე. მეორეს მხრივ, აუცილებლად საჭიროა, რომ დაშლილი ნივთიერება განუწყვეტლივ ანაზღაურდეს გარედან შემოტანით საკმლის მიღების საშუალებით, რომ ამით ორგანიზმი ასცდეს სიკვდილს სიმშლიის 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 სიმცირისა გამო აწარმოებენ ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლას გარემო არესთან (წყალი) უმთავრესად დიფუზიის საშუალებით. უმაღლეს ცხოველთა სხეულში მდებარე უჯრედი კი მოკლებულია ამ შეიძლება; ამიტომ აქ ნივთიერებათა ტრანსპორტს გარეგან არედან უჯრედში და უკუღმა უჯრედიდან გარეთა არეში განსაკუთრებით ორგანო ასრულებს. რადგან ეს ნივთიერებათა ტრანსპორტი განუწყვეტლივ მოძრაობის პირობებში უნდა ხდებოდეს, ამიტომ მისი განმახორციელებელი ორგანო სითხეს უნდა წარმოადგენდეს. ეს სითხე არის სისხლი. სისხლი იღებს საკმლის მომწოდებელი აპარატიდან გასახსნელ მასაზროლებელ ნივთიერებათ, ფილტვებიდან ჟანგბადს, და მიაქვს ერთიც და მეორეც სხეულ-

ლის უჯრედებში. თვითონ უჯრედებიდან კიდე სისხლს გამოაქვს ნახშირის სიმჟავე 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 უმარტოვესი amphioxus lanceolatus-ისა) სისხლი წითელი ფერისა აქვთ. არტერიის სისხლი მზიარული წითელია, აღის ფერი, ვენისა კიდე—მუქი წითელია. დაჩრბობით მომაკვდავი ცხოველების სისხლი თითქმის შავი ფერისაა. ეს ფერის სხვადასხვაობა დამოკიდებულია ჟანგბადის სხვადასხვა შემადგენლობაზე. კანის ზედაპირზე ვენები მუდამ ლურჯად მოჩანან. მაგრამ ეს ფერი სისხლის თვისებას აუ 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 შედებილი. მაშას., სისხლის ოპტიკური თვისებების მიხედვით შეიძლება დავსკვნათ, რომ სისხლის საღებავი სისხლში არაა გახსნილი. მაგამ უფრო ნათლად ეს შეიძლება აღმოვაჩინოთ მიკროსკოპის საშუალებით. ცოცხალ ბაყაყს ფეხის თითების შუა ე. ი. საცურავი აპკი რომ გაუშინჯოთ მიკროსკოპში, აღვილად დავრწმუნდებით, რომ პლაზმის შეუღებავ არეში მრავალი ფორმიანი ელემენტი სცურავს, რომ მტ წილს ამ ელემენტებისას ცალკალკე მშვანე—მოყვითალო ფერი აქვს; მხოლოდ სქელ ფენებში ისინი წითელ ფერს ღებულობენ მაშასადამე, სისხლის საღებავს ეს წითელი ფორმიანი ელემენტები ანუ ერთბოციტები ჯატარებენ. ამ სისხლის საღებავს ჰემოგლობინს 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: ზოვს წითელი სისხლი აქვს, ზოგს ლურჯი ან მწვანე ან მუქი წითელი. ამ შემთხვევაში პიგმენტი ხან შედის მხოლოდ ფორმიან ელემენტებში, ხან კიდე პლაზმაში გახსნილი. მაგ., წვიმის ქიანყელას, კოლოს მატლს აქვს ჰემოგლობინიანი წითელი პლაზმა და უფერო ფორმიანი ელემენტები. ჰემოგლობინი გაერცელებულია ქიანყელათა და სანთოდ უმდაბლეს კიბოსებრ ცხოველებში (crustacea). სხვა ცხოველებს სწვანაირი პიგმენტები აქვს: ექინოქრომი (წითელი) echinodermata-ს, ქლოროკრუორინი (მწვანე) და ჰემერიტრინი (წითელი) ქიანყელებს (vermes), ჰემოციანინი (სოსანი) ლოკოკანებს (molluska) და კიბოსებრთ (crustacea). ჰემოციანინს ჟანგბადი უკავშირდება სპილენძის საშუალებით. ჰენცემ (Henze) მიიღო იგი კრისტალური ფორმით. იგი აკავშირებს ოთხჯერ ნაკლებ ჟანგბადს, ვიდრე ჰემოგლობინი. არტერიული სისხლი, რომელიც ჟანგბადს შეიცავს, ლურჯი ფერისაა, ვერუსი კიდე უფეროა. ზოგიერთ მოლიუსკებს და ტუნიკატებს აქვს ისეთი ფორმიანი ელემენტებიც, რომლებიც უფეროა, მაგრამ ჟანგბადს კი აკავშირებს — აზროგლობინი.

ნიშანდობლივი წონა ანუ აბსოლუტური სიმკვრივე. პიკნომეტრის საშუალებით ძნელია სისხლის ნიშანდობლივის წონის განსაზღვრა. ამას უშლის შეეკრა და ავრეთვე ძლიერი ქაფის მოგდება. ამიტომ ჩვეულებრივ ნიშანდობლივი წონის გასაკებად საჩვებლობენ როის და ჰამერშლაგის მიერ მოცკულ 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 ნარევეს წონას გამოიკვლევენ. ჩვეულებრივ ამ ნარევის მოსამზადებლად საჩვებლობენ ორი სითხეთი: ბენზოლით, რომელსაც მცირე ნიშანდობლივი წონა აქვს (0,874), და ქლოროფორმით, რომელიც პირიქით დიდი ნიშანდობლივი წონისაა (1,498). ამ ნარევიში პიგმენტით შეაქვთ სისხლის წვეთი. თუ წვეთი ძირს დაეშვა, სჩანს, ნარევი-ს 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, აგრეთვე საქმლის მიხედვით და იმ

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

წებოიანობა. სისხლის კაპილიარული დენის გასაგებად დიდი მნიშვნელობა აქვს სისხლის წებოიანობის ანუ მის შინაგან ხახუნს (ღრესას). სითხის წებოიანობა დამოკიდებულია სითხის ნაწილაკების შეკაუჩებაზე ანუ უმცირეს ნაწილთა ურთიერთ მიტაცებაზე. ამიტომ, წებოიანობა წარმოადგენს მუშაობის საზომს, რომელიც სითხის ფორმის შესაცვლელად 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 სიღძის (l) კაპილარულ ლულიდან. წებოიანობის კოეფიციენტი η გამოიან-

გარიშება პოაზეილის ფორმულით $\eta = \frac{\pi \cdot D \cdot r \cdot l}{8 \cdot l \cdot V}$; 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 ტენიკური მოსაზრებით ჩვეულებრივ კმაყოფილდებიან შეფარდებითი წებოიანობის განსაზღვრით. ეს ოდნობა გვაჩვენებს თუ სისხლის წებოიანობა რამდენად მეტია მოხდომილ (დისტილიაციურ) წყალთან შედარებით. ერთი და იმავე ტემპერატურისას და წოლისას რომ ერთსა და იმავე კაპილარში გაუშვათ ერთნაირი მოცულობის წყალი და სისხლი, მაშინ 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; ძალღისა 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 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 საქმლის მიღების და სხვა ფაქტორთა მიხედვით. ამ ოდნობას დიდს მნიშვნელობას მიაკუთვნებენ. ცნობილ ქირურგთა აზრით, არ შეიძლება დაავადმყოფებულ თირკმელს ექსტრაპაცია 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 ლაკმუსის ქალაღდს ლურჯად ღებავს. ტუტის ოდნობა ტოტრის საშუალებით განსაზღვრული და Na_2CO_3 -ზე გამოანგარიშებული ნორმულ სისხლისთვის $0,4\frac{3}{10}$ -ს უდრიდა. მაგრამ, ფრიდენ ტალმა პირველად გვაჩვენა, რომ ნამდვილად სისხლი ნეიტრალური სითხეა. ცნობილია, წყლის ხსნილებში ელექტროლიტები დისოციაციას ე. ი. იონებად დაშლას განიცდის. მაშასადამე, თუ სითხეში წყალბადის იონები აქარბებენ, მაშინ სითხე იქნება მჟავე. 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.

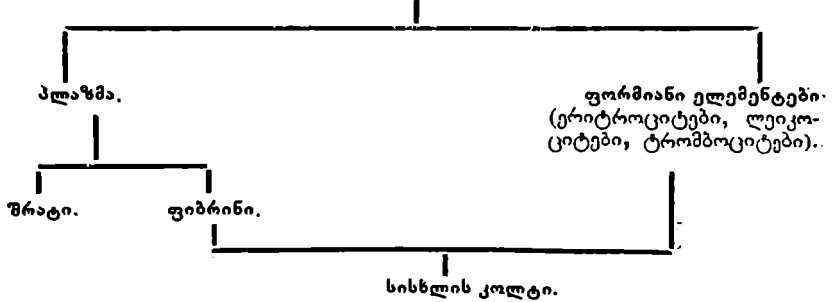
მაგრამ, აგრეთვე სისხლის „ტუტიანობა,“ რომელიც ძველებური აზრით ნატრის ნახშირ მჟეიანი მარილის შემადგენლობაზე არის დაპოკიდებული, თავის მნიშვნელობას არ ჰკარგავს. ცუნცმა გვაჩვენა, რომ სისხლის „ტუტიანობა“ მატულოზს ნახშირის სიმევეით გაძლომისას. ეს ფაქტი იმით აიხსნება, რომ ნახშირის სიმევის გავლენით პლაზმის ცილოვან ნივთიერებათა ტუტიანი შენაერთებანი იშლებიან: ნახშირის სიმევეე—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 მვენებლობას ჰკარგავენ მვენეთ მომქმედი ორგანიული სიმევეენი, რომელნიც ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ნიადაგზედ აღმოცენდებიან.

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

შეკვრის შემდგომ შეიძლება იგი გადმოვაბრუნოთ და მასთან არც ერთი წვეთი არ დავეღვაროთ. მაგრამ დროს განმავლობაში სისხლის კოლტი (სუორ) შეიქიმება, მოცულობით მცირდება და გამოსწორავს ქარვისებრ მოყვითალო სითხეს ეგ. წოდ. სისხლის შრატს. მაგარი ელასტიური მასსა, წითელი ფერისა, რომელიც შრატის გამოწურვის შემდეგ რჩება, იწოდება სისხლის კოლტად. უკანასკნელი შესდგება წკრილ-ბოქკოიანი ნაბადის მსგავს ნივთიერებისაგან, რომელიც შეკვრის დროს პლაზმის ნივთიერებიდან აღმოცენდება, ეგ. წოდ. ფიბრინისგან. ბოქკოიან ბადურში სისხლის ფორმიანი ელემენტები მრავალადაა განხიროული. ფიბრინის ბოქკოები მეტად ელასტიურია; სწორეთ ამის გამო გამოიწვევა ხოლმე სისხლის კოლტიდან შრატის გამოწურვა. სხეულიდან ახლად გამოშვებული სისხლი რომ გავთქვიფოთ ხარკლიანი ჩხირებით, ფიბრინი გამოიყოფა ჩხირებზედ ერთმანეთში გადახლართული მსხვილი ელასტიური ძაფების სახით. მრავალჯერ გარეცხვის შემდეგ მდინარე წყალში ეს ძაფები თეთრდება. სისხლი, რომლიდანაც ფიბრინია გამოყოფილი, იწოდება უფიბრინო სისხლად. ანაირი სისხლი, რასაკვირველია, შემდეგში აღარ იკვრება, რადგან შეკვრა არის ფიბრინის გამოყოფა, რომელიც ერთს დროს და ერთნაირად სწარმოებს სისხლის მთელ მასსაში.

ფიბრინი გამოიყოფა ხოლმე პლაზმიდან და არა სისხლის ფორმიანი ელემენტებოდან. ეს მტკიცდება იმ ცდიდან, რომელიც პირველად იოჰანე შიულერმა შეასრულა, ბაჰაყის სისხლს რომ გაღრიოთ შაქრის ხსნილი და გავწუროთ, სისხლის ფორმიანი ელემენტები ფილტრზე რჩება, პლაზმა კი გაივლის ფილტრს, რომელიც რამდენიმე ხანში იკვრება. თუ შევაცუნებთ შეკვრის პროცესს, მივიღებთ წმინდა პლაზმას უუჯრედოთ. ეს სითხეც იკვრება დროს განმავლობაში, თუმცა მასში ფორმიანი ელემენტები არ არის. შემდეგი სქემა გამოხატავს სისხლის შემადგენლობას შეკვრის წინ და მის შემდეგ:

მთლიანი სისხლი:



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. ხორკლიანი 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 მაშინდნარე წყალში რომ გირეცხოს და შემდეგ სპირტით დაეთურით, იგი თეთრდება, რადგან საღებავი—ჰემოგლობინი წყალს მიაქვს.

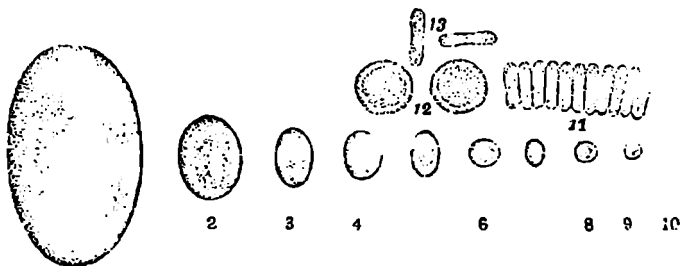
2) სისხლის პლაზმის და შრატის მიღება. ჯერ სისხლს ცენტროფუჯის საშუალებით გაანთავისუფლებენ ფორმიან ელემენტებიდან ე. ი. მიიღებენ პლაზმას. მერე ამას დეფიბრინაციას უშვრებიან და მით მიიღებენ სისხლის შრატს.

2. წითელი სისხლის ელემენტები ანუ ერიტროციტები.

წითელი ელემენტების მორფოლოგია. ადამიანის და მეტ წილად ძუძუძუშოვარ ცხოველთა სისხლის წითელი ელემენტები მრგვალი ფორმის ფორმისაა გასქელებული ნაპირებით და მკირეთ შეზნექილი შუაგულით. მკლევართა აზოით, ეს შეღრმავება ორივე მხრიდან არის, ასე რომ წითელ ელემენტს ორ-მხრიდან შეზნექილი სხეული აქვს (სურ. 1). მაგრამ ზოგიერთი ჰისტოლოგები მიაწერენ წითელ ელემენტებს ზარის მსგავს ფორმას—შეზნექილ ამობურცულს. გამონაკლისს შეადგენს აქლემი, ლამა და მათგვარი ცხოველები, რომელთა წითელ ელემენტებს ოვალური ფორმა აქვს. დიდი სირბილისა და ელასტობისა გამო ერიტროციტები ადვილად გადაიან კაპილიარებს, რომელთა დიამეტრი მათ საკუთარ დიამეტრზედ ნაკლებია. წითელ უჯრედებს ბირთვი არა აქეთ. ხოლო გარსი კი უნდა ჰქონდეთ, რომელიც აღმოჩნდება ხოლომე ისეთი საღებავით, როგორც მეტილვიოლეთი. ეს გარსი შესდგება ცილიან ნივთიერებისაგან და ლიპოიდებისგან (ლეციტინი, ქოლესტერინი).

უმდაბლეს 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 უჭირავს.

ერიტროციტების ოდნობა. ადამიანის ერიტროციტის დიამეტრი საშუალოდ 7, 5 მიკრონს უდრის, მისი სისქე ნაპირებზე — 2 მიკრონს, შუაში კიდევ 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: 1—პროტეისა; 2—ბაყაყისა, 3—ხელიკისა; 4—*tilca* v.; 5—მტრედისა; 6—ადამიანისა; 7—ლამასი; 8—*arctomys*; 9—თხისა; 10—*moschus moschiferus*; 11—ადამიანის ერიტროციტების სვეტი ფულები მსგავსად; 12—ადამიანის ერიტროციტი გადიდებული სიპრტიდან; 13—ადამიანის ერიტროციტი გვერდიდან. (დან ილევსკიდან და ცუნკლევიდან).

ძუძუმწოვარ ცხოველთა შორის ერიტროციტების ოდნობა სულ სხვადასხვა ნაირია, ხოლო მეტ წილად უფრო ადამიანისაზე მცირეა, მაგ., ძალს — 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) პლანზისაზე (1,028) მეტია, ცხადია უფიბრინო სისხლში ერიტროციტები ძირს ეცემა. ცენტროფუგის საშუალებით ეს პროცესი ძლიერ სწრაფად მიმდინარეობს. ამით სარგებლობენ იმის გამოსაკვლევად, თუ რანაირია ფორმირებული ელემენტების საერთო მოცულობა სისხლის მიმართ. ერთგვარ საზომავ ჭურჭელში, რომელსაც „ჰემატოკრიტს“ უწოდებენ, კაპილიარული პიპეტით შეაქვთ ცოტაოდენი სისხლი (0,02 კუბ. სანტ.), რომელსაც შეკვრისგან იცავენ ამა თუ იმ გზით. ამ სისხლს თუ საჭიროა იზოტონური

ხსნილით ანზავებენ (იხ. ქვემოთ). მერე საზომავ ჭურჭელს ცენტროფუგის საშუალებით ატრიალებენ წაშში 5000-ჯერ, ვიდრე დამირული ელემენტების საერთო მოცულობა შემცირებას არ შესწყვეტს. ამ შემთხვევაში ერთროპიტებს შორის სითხე აღარ მოიპოვება. ამნაირად, გამოირკვევა ელემენტების საერთო მოცულობა, სახელობარ, 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 დიდია. მამაკაცების სისხლის ერთს კუბიკურ მილიმეტრში 5 მილიონამდე ერთროპიტია, დედაკაცისაში კიდე—4,5 მილიონამდეა. 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 მეთოდით. ცხოველს ჰკლავდენ სისხლის გამოშვებით, სისხლის ძარღვებს გამორეცხავდენ ფიზიოლოგიური ხსნილით, შემდეგ დაკუწავდენ ორგანოებს და დააყენებდენ წყალზე. საერთო გაოწურულ მასაში კოლორიმეტრიული წესით ჰემოგლობინის რაოდენობას იკვლევდენ. აქედან კიდე გამოიანგარიშებდენ თუ რამდენი სისხლი უნდა ყოფილიყო მთელს სხეულში. ამ წესით იყო ნაპოვნი, რომ $\frac{1}{13}$ სხეულის წონისა სისხლს უჭირავს. შემდეგში მიმართულენ სხვა მეთოდებს. მაგ., გრეგანმა და კენკომ მოგვეცეს ისეთი მეთოდი, რომელიც ცოცხალ ცხოველებზედ და ადამიანებზედაც შეიძლება მისი მონმარება. ცხოველს შეასუნთქებენ განსაზღვრული რაოდენობის CO ს, რომელიც ჰემოგლობინს უკავშირდება და აქიდან სამაგიეროდ O-ს გაჰოდენის. მერჲე გამოიკვლევენ CO-ის შემადგენლობას სისხლის ნიმუშში. თუ შეკავშირებული CO-ის რაოდენობა ცნობილია, შესაძლებელია საერთო სისხლის რაოდენობის გამოკვლევა. ამ მეთოდით იყო აღმოჩენილი შედარებით ნაკლები სისხლის რაოდენობა, ვიდრე ვალკერის მეთოდით.

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

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

	ერთი ერთობლივი ზედაპირი მიკრონებით.	m m ³ სისხლისა შეიცავს ერთობლივ ტებს:	ერთი კუბიკური მილიმეტრის ერთობლივ ტებს აქვთ:		
			ზედაპირი mm ² .	მოცულობა mm ³ .	მოცულობა კლასიკისა mm ³ .
აღაპიანი .	128	5.000.000	640	0,36	0,64
თ ხ ა .	56	9.720.000	545	0,20	0,80
ლაბა .	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	0,71
Proteus an- guineus . .	3.444	30.000	124	0,33	0,67

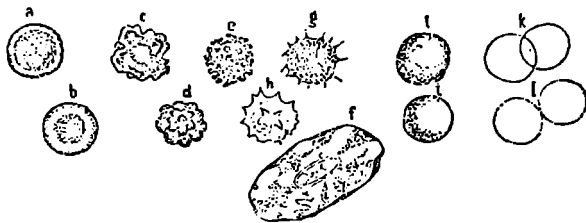
მოყვანილი ცხრილი გვაჩვენებს, რაც უფრო მეტია ერთობლივ ტების ოდნობა და ზედაპირი, მით უფრო ნაკლებია მათი რიცხვი. მაგრამ ერთობლივ ტების საერთო მასა (მოცულობა) სისხლის თითო კუბიკურ მილიმეტრში ყველა ცხოველებს დაახლოებით ერთი და იგივე აქვს. მნიშვნელოვნად ცვალებადობს აგრეთვე ერთობლივ ტების საერთო ზედაპირი. მცირედი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

რომ ფორმიანი ელემენტების რაოდენობა დამოკიდებულია ორგანიზმის მოთხოვნილებაზე უნაგბაღის მიმართ, ცხადად სჩანს შემდეგ ფაქტი-

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 ეანგბადის შესათვისებლად წითელი ელემენტების საერთო ზედპირის გადიდება. მაგრამ ამის წინააღმდეგ იყუ გამოთქმული სერიოზული მოსაზრებანი. მაგ., შეიძლება, რომ დიდ სიმაღლეზე სისხლის ფორმიანი ელემენტების სხვანაირი გაწესრავება ხდებოდესო, რომ ამის გამო პერიფერულ ძარღვებში, საიდანაც გამოსაყვლევი სისხლი იღება, მათი რაოდენობა მატულობდეს; ხოლო სამაგიეროდ იგი კლებულობდეს შიგნულებათა 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, შრატო), მაშინ მათი მოცულობაც იცვლება. ასე, თუ კონცენტრაცია მატულობს, ერიტროციტების მოცულობა კლებულობს, ისინი შეიკუმხებიან და იძლევიან ეკალივით გამწვეხებულ მორჩებს (სურ. 2), თუ კიდე არეს კონცენტრაცია შემცირდა წყლის გარევით, მაშინ წითელი ელემენტები იძირება და თვითეული ბურთის ფორმას ღებულობს. თუ კიდე წყლით განზავება მეტად დიდია, მაშინ ერიტროციტები გაბერისას სქდება, მათი შემადგენლობა გარეთ არეში გაზოდის და პლაზმა ამით წითლად იღებება. ფიზიკო-ქიმიური თვალთაზრისით აღნიშნული მოვლენა, რასიკვირველია, დამოკიდებულია ერიტროციტების და გარეშე სითხის ოსმოსური წოლის სხვადასხვაობაზე. ამ თვალთაზრისით თვითეული ერიტროციტი უნდა განვიხილოთ როგორც ბუმბუტი, რომელსაც ნახევრად გამავალი აკვი აქვს და რომელიც შეიცავს სითხეს, ენდოზემას. ნორმულ პლაზმას ისეთივე ოსმოსური წოლა აქვს, როგორც ენდოზემას, ე. ი. ორივეში მარილთა და სხვა ვახსნილ ნივთიერებათა კონცენტრაცია იზოტონურია. ნორმულად ერიტროციტების ფორმა გამოკიდებულია ენდოზემის მოლექულთა მოქმედებაზე, რომელნიც ვაზის მოლექულთა მსგავსად, ეხეთქებიან ერიტროციტის გარს შიგნიდან და აუართოვებენ მას იმდენად, რომ ენდოზემის სითხის კონცენტრაცია პლაზმისას უდრიდეს. ამიტომ პლაზმას წყალი რომ მიუვმართოთ და მით მისი კონცენტრაცია დაესწიოთ, მაშინ წყალი შედის ერიტროციტში მისი აკვით, ვიდრე ენდოზემის კონცენტრაცია პლაზმისას არ დაემსგავსება. თუ პლაზმის კონცენტრაცია მეტად

მცირეა, მაშინ ერიტროციტში იმდენად ბევრი წყალი შედის, რომ გარსი მისი ველარ უძლევეს და სქდება. პირიქით, თუ პლაზმაში მარილი შევიტანეთ და მისი კონცენტრაცია ავსწიეთ, ერიტროციტიდან წყალი გამოაღვს პლაზმაში მანამ პირველის კონცენტრაცია მეორისას არ დაემსგავსება. ამ შემთხვევაში, რასაკვირველია, ერიტროციტის მოცულობა კლებულობს, მისი გარსი შეიჭმუნება.



სურათი 2.

სურათი 2. ერიტროციტების სხეულების ფორმის ცვალებადობა დარღვევის სხვადასხვა 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; გ და h—შეცვლილი ფორმები ე. წოდ. „დილის ვარსკულავისა“, i—მრგვალი ბურთისებრი ფორმა; K—ფერ დაქარგული ერიტროციტები; l—სტრომა; f—ბაყაყის ერიტროციტი, შეკმუნული 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 თვითეული ცოცხალი ქსოვილი დაიცავს 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, როქელნიც ლიპოიდებში (ლეციტინი, ქოლესტერინი) გაიხსნებიან, მაგ., სპირტები, ეთერები, რთული ეთერები, გლიცერინი, შარღჰანი და სხვა. მაგრამ არ გაივლიან ნეიტრალური მარილები, მრავალატომიანი სპირტები, როგორც მანნიტი, ყურძნის და რძის შაქარი, ერთი სიტყვით ყველა ის ნივთიერებანი, რომელნიც ლიპოიდებში არ იხსნებიან.

ლაქური სისხლი. ზევით აღნიშნეთ, რომ წმინდა წყალში ერთ-ერთოციტები სქდებიან, მათი ენდოზემა გამოდის და პლაზმას წითლად ფერავს. ამნაირ სისხლს უწოდებენ „ლაქურს“, რადგან ამის შემდეგ სისხლი გამჭირვალე ხდება. სისხლი შეიძლება ვაქცოთ ლაქურად სხვა საშუალებებითაც, მაგ., ეთერის, ქლოროფორმის, საპონინის შერევით, აგრეთვე განმეორებითი გაყინვით და მოლხობით, ელექტრული ნაკადის გატარებით. ეთერის და ქლოროფორმის მოქმედება აიხსნება ამნაირად. ჯერ ერთი, ეს ნივთიერებანი გაივლიან ერიტროციტის გარსს, როგორც ლიპოიდს, და უერთდებიან მის ენდოზემას. ამის გამო ერიტროციტი იბერება. შემდეგ, ერიტროციტების გაჩისი თვით იხსნება ეთერში და ქლოროფორმში.

ლაქური სისხლიდან ცენტროფუჯის საშუალებით შეიძლება გამოეყოს ერიტროციტების ჩონჩხი ანუ „სტრომა“. უკანასკნელი შესდგება გარსიდან და ბირთვისგან, თუ უკანასკნელი არსებობდა ერიტროციტში. სტრომის შემადგენლობაში შედის ცალოვანი ნივთიერება, ქალესტერინი, ლეციტინი და ცხიმები. ის ენდოზემის ნაწილი კი, რომელიც წყალში იხსნება, შეიცავს KCl , KH_2PO_4 -ს და აგრეთვე MgO -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.

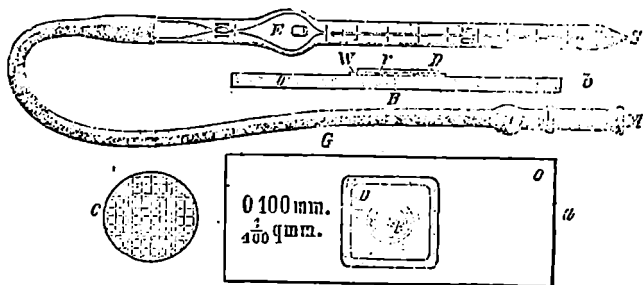
ერიტროციტების გამრავლება. ერიტროციტები მრავლად ილუპებიან სხეულში. ისინი ილუპებიან ღვიძლში და ელენთაში. რკინა, რომელიც თავისუფლდება, იკრიფება ელენთაში. ამისდა შესაფერად ერიტროციტები განუწყვეტლივ მრავლდებიან. როგორც, ემბრიონალური პერიოდში, ისე პოსტემბრიონულში ერიტროციტები ვითარდებიან ძარღვთა გარეშე ერთგვარ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

ლიმფოციტები წარმოიშობა (მაქსიმოვი). ერიტროციტების განვითარება ძვლის 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 გამჟღავნებული ხდება, როგორც ლაქის საღებავი.

2) სისხლის წითელი ფორმიანი ელემენტების ცვალებადობა პლასმის ოსმოსური წოლის 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 ზოლდენობის განსაზღვრა. ამისათვის ხპაროზენ თომა-ციისის (Thoma-Zeiss) სათვლელი აპარატი. ეს აპარატი სათვლელი კამერა — შესდგება საგნის მიწისგან, რომელზედაც ჯერ ერთი დიდი კვადრატისანი შუშა მიკროული, რომელსაც შუაგული ამოკრილი აქვს, და მერე მეორე მრგვალი შუშა, რომელიც პირველის გულშია მოქცეული. ამ უკანასკნელის სისქე $\frac{1}{10}$ მილიმეტრით ნაკლებია კვადრატისანი შუშ.ზე. ამის გამო, თუ მკიდროდ დავხურეთ საფარავი შუშით, მაშინ შუაში იქნება კამერა, რომლის სიმაღლე $\frac{1}{10}$



სურათი 3.

სურ. 3. სისხლის ფორმიანი ელემენტების დამთვლელი აპარატი ტომა-ციისისა. დაწვრილებითი აღწერილობა იხ. ტექ-ტში (ცუნ ც-ლევიდან).

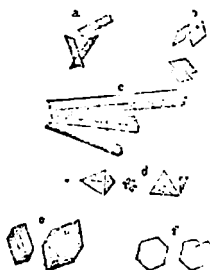
მილიმეტრს უნდა უდრიდეს (სურ. 3). ამ კამერის შუაგულში გაყვანილია 20 გასწვრივი და ოციც გარდიგარდმო ხაზი, და მით ერთი კვადრატურა მილი-

მეტრის ზედაპირი 100 ჰა ჯარა კვადრატულ იუფთა (სურ. 3, B, C). ანაი-
რად. ამ კამერის შუაგულში რომ მოვაქციოთ სისხლის წყითი და მკიდროდ
დავხუროთ საფარი, (სურ. 3 D), მაშინ მივიღებთ სისხლის სვეტს, რომლის სიმაღლე
 $\frac{1}{10}$ მილიმეტრი იქნება, ფუქე კიდე, რომელიც ხაზების ფარგალში მოჰყეება,
ერთს კვადრატურ მილიმეტრს უღრას. შეძლევ დასთვლან ერი ჯროციტებს
მიკროსკოპის საშუალებით (გადიდება ორასამდე) ცალკეცალკე კვადრა ჯებში
და ისე გამოარკვევენ თუ საშუალოდ თვითეულ კამერის კვატრადზედ
რამდენი მოდის. აქედან, ცხადია, ადვილია მისი გამოარკვევაც თუ რამდენი
ერიტროციტი მოდის თითო კუბიკურ მილიმეტრში. მაგრამ თუ ნორჰული სის-
ხლი ავიღეთ, კამერის თვითეულ კვადრა ჯებდ იმდენად ბევრი ერი ჯროციტები
მოდის. რომ შეუძლებელი ხდება მისი დათვლა. აიტრო კამერაში ათავსებენ ჰიპერ-
ტონური ხსნილით ($30\% \text{ NaCl}$) 100 ჯერ გან ხეკებულ სისხლის წყეთს. ეს განზავება
სწარმოებს სპეციალურ ლელაში (Potain-ისა). იგი წარმოადგენს კაპილიარულ მილს.
სადაც შესრუ ჯავენ სისხლს იმ ალაგაპინდ, სადაც ციფრა 1 ხის. (სურ. 3, S). ეს
კაპილიარი თავდება გაგანიერებული ამჟულით, რომლის მოცულობა კაპილიარი-
სას ასჯერ აღემატება. სახლის შემდეგ შესრუ ჯავენ ჰიპერტონური მარილის (Cl.-
Na) ხსნილს, ვიდრე ეს ამჟულა არ აიფსება. (ჰიპერტონურ ხსნილს იმ ტომ ხმა-
რობენ, რომ მასში ერიტროციტები შეიკმუხნებიან და მთ მძაჰვდინ, რაც
ადვილებს მიკროსკოპულ გამოკვლევას). ამ ამჟულში ხდება არევა და მერე
ნარევე სახსლიდან ერთს წყეთს კამერაში მოაქკვენ. რადგან მთელი კამერა მიკ-
როსკოპში არა სჩანს, ცხადია, ჯერ დასთვლიან იმ კვადრატებში ($=\frac{1}{400}$ კვ.
მილიმ.), რომელნიც მიკროსკოპში მოჩანან და მერე სხეებში. რაც ასე დაითვა-
ლება 60-80 კვადრატში, მერე გამოიანგარიშებენ ერიტროციტების საშუალო
რაოდენობას თითო კვადრატზე. ვთქვათ, იგი უღრის ი-ს. შემდეგ ამას გაამრავლე-
ბენ ოთხასზე და მით გაიგებენ რამდენი მოდის იმ სვეტში, რომლის სიმაღლე
 $\frac{1}{10}$ მილიმეტრს, ფუქე კიდე ერთს კვ. მილიმეტრს. აქედან გაიგებენ, თუ რამ-
დენი უნდა მოდიოდეს ერთს კუბიკურ მილიმეტრში— $(i \times 400) \times 10$. ეს რაოდენ-
ობა კიდევ უნდა გამრავლდეს 100 ჯერ, რომ გავიგოთ ერიტროციტების რაოდენ-
ობა ნორმულ სისხლის მიმართ, რადგან საცდელად აღებული სისხლი 100 ჯერ
განზავებულია იზოტონური ხსნილით: ე. ი. $=i \times 400 \times 10 \times 100$.

3. ჰემოგლობინი.

ჰემოგლობინის კრისტალების მიღება. სისხლის წითელი საღებავი
ანუ ჰემოგლობინი შეიძლება მივიღოთ კრისტალური ფორმით (ეანგ-
ბადთან შენაერთი ე. ი. ოქსი ჰემოგლობინის სახით). ამისთვის ცენტრო-
ფუგის საშუალებით მიღებული ერიტროციტების მასსა წყალში იხსნება
და ზედაც ცოტაოდენ ვთერს უჰატებენ. აცივებენ 0°-მდის, ურევენ მას
0°-მდის გაცივებულ ალკოჰოლისმის 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 ეკუთვნის რომბულსისტემას (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—criceus frument (ერთგვარი თაგვია); f—ციყვისა. (დან ილექსკის წიგნიდან).

ჰემოგლობინის პროცენტული შემადგენლობა ასეთია:

ჰემოგლობინი:	C	H	N	S	Fe	O	P ₂ O ₅
ძაღლისა .	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 ეკუთვნის 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 ურთიერთობი ასეთი უნდა იყოს: C—4,547; H—7,22; N—1,166; S—0,0177; O—1,308; Fe—0,006.

რადგან ან შეიძლება, რომ მოლეკულაში შედიოდეს ატომის ნაწილაკები, ამიტომ უნდა გავყოთ ყველა ციფრები სულ მცირე ციფრზედ ე. 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.

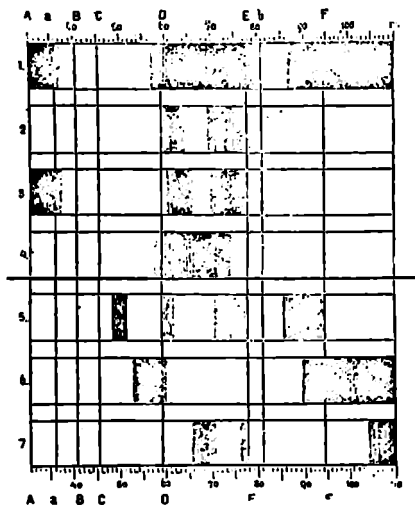
იგივე რეზულტატი შეიძლება მივალწიოთ სხვა გზითაც, სახელდობრ, თუ ვიხელომდვანელებთ იმ ფაქტით, რომ ჰემოგლობინის ერთი გრამი აკავშირებს ჟანგბადის 1,34 კუბ. სანტიმეტრს (იხ. ქვ.). 1 ლიტრი ჟანგბადისა, როდესაც მას 0° ტემპერატურა და 760 mm. წოლა აქვს, 0,14296 გრამს იწონავს. მაშას., ჰემოგლობინის 1 გრ. იკავშირებს 0, 001916 გრ. ჟანგბადს; ერთი მოლეკულა ჟანგბადისა 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 ჟანგბადი სისხლში ქიმიური კავშირით უნდა უერთდებოდეს, რადგან მისი რაოდენობა აღემატება იმ რაოდენებას, რომელიც შესაძლებელია ფიზიკურად შთანთქმული იყოს მის მიერ. შემდეგში ეს საკითხი დაწვრილებით იყო შესწავლილი ლოტარ მეიერის მიერ. ბოლოს იყო დამტკიცებული, რომ სწორეთ ჰემოგლობინი არის ჟანგბადის მატარებელი, რომ ერთი გრამი ჰემოგლობინისა იერთებს 1,34 კუბ. სანტიმ. ჟანგბადს სხეულის ტემპერატურისას და თუ ჟანგბადის წოლა=152 mm. Hg. ჟანგბადიანი ჰემოგლობინი—ოქსიჰემოგლობინი სადისსოციაციო შენაერთს წარმოადგენს. ეს იმას ნიშნავს, რომ მასში ჟანგბადი მეტად ლაღედ არის შეერთებული, რომ იგი გამოიყოფა წოლის დაწვევისას ან კიდე გაცხელებისას. ეს თვისება სრულიად წააგავს ნახშირის სიმჟავეს და ამ სიმჟავის ნატრიანი მარილს შორის წარმოებულ რეაქციას. ამ შემთხვევაში აღმოცენდება ორფუძიანი ნახშირის სიმჟავის მარილი, რომელიც ტემპერატურის აწვევისას უკულმა იმავე ნაწილებზე იშლება. მაშასადამე, ეს რეაქცია ორმხრივია: $H_2CO_3 + Na_2CO_3 = 2 NaHCO_3$. რეაქციის მიმართულება განისაზღვრება გარეგანი პირობებით (წოლა, ტემპერატურა, სარეაქციო ნივთიერებათა მასა).

იმ ნივთიერების დისსოციაცია, რომელიც დაშლისას გაზს იძლევა, გამოიწვევა სხვათა შორის მაშინაც, როდესაც გაზის წოლა ამ ნივთიერების გარეშემო შემცირებულია. აქედან სჩანს, რომ პლაზმის ჟანგბადის განსაზღვრულ წოლას შეუფარდდება განსაზღვრული რაოდენობა ჰემოგლობინის მიერ შთანთქმული ჟანგბადისა. ცხადია, ოქსიჰემოგლობინის სადისსოციაციო წოლა ცვალებადია. დაწვრილებით ეს საკითხი განხილულ იქნება ქვემოთ.

ჰემოგლობინის ჟანგბადთან ლაღე შენაერთი, ეგ. წოდ. ოქსიჰემოგლობინი, ალისფერია ე. ი. ბაცი-წითელი ფერისაა; უჟანგბადო ჰემოგლობინი კი მუქი-წითელია, ან კოტა მოლურჯო. მუქი ფერი ვენური სისხლისა დამოკიდებულია უჟანგბადო ჰემოგლობინის სიჭარბეზე. თხელ ვენაში უჟანგბადო ჰემოგლობინი მუქანე ფერისაა, მხოლოდ სქელ ფენებში იგი ლებულობს მუქ-წითელ ფერს. ასეთ მოვლენას „დიბროიზმს“ უწოდებენ (ორგვარი ფერი).



სურათი 5.

ჰემოგლობინის სპექტრები: 2 — ოქსიჰემოგლობინისა 0,2%—იანი სხილი; 1 — იგივე 0,8%—იანი სხილი; 3 — ოქსიანაზობილიანი ჰემოგლობინის; 4 — აღდგენილ ჰემოგლობინის; 5 — მეტემოგლობინსა (იგივე კემბრის მავე სხილისა), 6 — კემბრის ცუტიანი სხილისა; 7 — კემბრ-ოზოგენისა; 8, B, C... — ფრაქციონირის ხაზები; ციფრები აღნიშნავენ მილიმეტრულ სკალას. დაახლოებით 45 და 55 შორის იმყოფება ყვითელი ფერი; 57 და 67 შორის — მუქანე. (დანილესკის წიგნიდან).

ჰემოგლობინის და ოქსიჰემოგლობინის ფერის სხვადასხვაობა უფრო ცხადლივ სჩანს სპექტრული ანალიზის დროს. თუ ოქსიჰემოგლობინის სხილი ჰემეტად განზავებულია ან და ძლიერ თხელ ფენას წარმოადგენს, მაშინ იგი ნთქავს სპექტრის ლურჯ და ფიოლეტურ ნაწილებს; ამას

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

სინათლის შთანთქვა დამოკიდებულია კონცენტრაციაზე ანუ ფენის სისქეზე; ჟანგბადის კონცენტრაციის შიშვანებისას ორივე ზოლი ჰემოგლობინისა ერთმანეთს უერთდება, შემდეგ სპექტრის ყველა სხივები, წითელის გარდა, ინთქება.

ორგანიზმში ოქსიჰემოგლობინის გარდაქმნა ჰემოგლობინად სწარმოებს იმ აღმდგენელ ნივთიერებათა მოქმედებით, რომლებიც უჯრედებში აღმოცენდება. შეიძლება აღვადგინოთ ჰემოგლობინი ოქსიჰემოგლობინიდან აგრეთვე საცდელ შუშაში ცხოველთა ქსოვილების ნაჭრების გავლენით, და აღმდგენელი რეაქტივებით, მაგ., გოგირდიანი ამონიით, სტოქსის რეაქტივით (ღვინის სიმეავის რკინის ნაყანგი ($C_3H_4O_6Fe$) ამონიის ხსნილში).

მეტჰემოგლობინი. ოქსიჰემოგლობინის გარდა არსებობს ერთი ჰემოგლობინის შენაერთი ჟანგბადთან, ეგ. წოდ. მეტჰემოგლობინი. სხეულში ეს ნივთიერება აღმოცენდება ბერთოლეს მარილით ($KClO_3$) მოწამვლის შემდეგ, აგრედვე ამილნიტრიტით და სხვ. საცდელ შუშაში ეს შეიძლება მივიღოთ ოქსიჰემოგლობინიდან, თუ მას მიუმატებთ წითელ სისხლიან მარილს ($Fe C_6H_6K_3$). უკანასკნელი ჯერ აკლის ჟანგბადის ერთს მოლეკულას, ამიტომ შეიძლება ვისარგებლოთ ამ მარილით სისხლის საღებავის რაოდენობის განსაზღვრელად. ამის შემდეგ ჰემოგლობინის მოლეკულას უკანვე უერთდება ჟანგბადის ოარი ატომი, ხოლო სხვანაირი წესით და მით გამოვა მეტჰემოგლობინი. ამ შენაერთის ჟანგბადი იმდენად მკიდროდ უკავშირდება ჰემოგლობინს, რომ იგი თავის თავად უპაერო სივრცეში ჟანგბადს არ გამოჰყოფს. ხოლო აღმდგენელ ნივთიერებათა ზედმოქმედებით იგი გამოიყოფა, მაგ., გოგირდიანი ამონიის მოქმედებით; ამასთან მეტჰემოგლობინი ჰემოგლობინად იქცევა. მეტჰემოგლობინის ნეიტრალური ხსნილი წაბლის ფერისაა,

ტუტთან კიდე წითელი ფერისაა. ნეიტრალური ხსნილი იძლევა ერთს შთანთქვის 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 მკიდროდ, ვიდრე ჟანგბადი, NO კიდე—უფრო მკიდროდ, ვიდრე ის ორივე გაზი. CO და NO უერთდება ჰემოგლობინს მოლეკულის სწორედ იმ ალაგას, სადაც O_2 უერთდება. ცხადია, CO იკერს O_2 -ის ალაგს. ამ ფაქტს ეფუძნება CO-ით მოწამვლა მნათობის გაზის შესუნთქვისას, დაბრუება, რადგან ჟანგბადის ალაგს იკერს CO და ამის შემდეგ სისხლს არ ძალუძს ჟანგბადი შემოიერთოს.

ოქსინახშირბადიანი ჰემოგლობინი იძლევა სპექტრში შთანთქვის ორ ზოლს, რომელიც თითქმის იმავე ალაგას მოდის, როგორც ოქსიჰემოგლობინისა, მხოლოდ ცოტაოდენ გაწეულია ფიოლეტის მხრისკენ. გარჩევა ამაშია, რომ გოგირდიანი ამმონის 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 სიმეავის შენაერთი. დიდი მნიშვნელობა აქვს სუნთქვის ქიმიაში იმ ფაქტს, რომ ჰემოგლობინი იერთებს აგრეთვე ნახშირის სიმეავეს, ხოლო ეს სიმეავე აზ უერთდება მოლეკულს სწორეთ იმ ალაგს, სადაც ჟანგბადი უკავშირდება. აქედან ცხადია, რომ ნახშირის სიმეავის შემოერთება არ განსდევნის მოლეკულიდან არსებულ ჟანგბადს. მაგრამ მიუხედავად ამისა ნახშირის სიმეავე გავლენას ქონულობს მეტჰემოგლობინის დისსოციაციაზე (იხ. ქვ.)

ჰემოგლობინის დაშლის ნაყოფი. მძაფრი სიმეავის, მაგ., მძაფრი ძმრის სიმეავისა, 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 მღებავ 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 სიპრტყეს მარჯნევი, გლობინი კიდე—მარცხნივ.

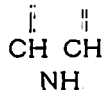
ძმრის სიმჟავით რომ დაეშალოთ უქანგბალო ჰემოგლობინი, მაშინ მივიღებთ საღებავს, რომელიც რკინას შეიცავს, ეგ. წოდ. ჰემოხრომოგენს (ჰოკპე-ხელიერი). ოქსიჰემოგლობინიდან კიდე იმავე პირობაში მივიღებთ ჰემატინს. ორივე საღებავი განირჩევა ერთი ერთმანეთიდან იმით, რომ პირველი არ შეიცავს ქანგბადს, მეორე კი შეიცავს იმიტომ ჰემოხრომოგენს სხვანაირად უწოდებენ აგრეთვე ალდგენილ ჰემატინს.

ჰემატინს აქვს ასეთი ფორმულა: $C_{34}H_{34}N_4FeO_5$. ტუტიანი ხსნილი მისი წითელი ფერისაა, მჟავე კიდე—წაბლის ფერისაა. უქანასენლის სპექტრი გვაძლევს ერთს შთანთქმის ზოლს, როგორც მეტჰემოგლობინი, მაგ., ტუტიან ხსნილში ჰემატინი იძლევა ამ ზოლს C-ს და D-ს შუა. ტუტიან ხსნილს რომ მიუმატოთ გოგირდიანი ამონი ან სტოქსის სითხე, მაშინ გამოვა ალუბლისფერი ჰემოხრომოგენის ხსნილი, რომელსაც ორი შთანთქმის ზოლი აქვს მწვანე ფერში: ერთი მათგანი, უფრო ბნელი და უფრო ვიწრო D-ს და E-ს შუა მდებარეობს, მეორე კიდე უფრო განიერი უფრო ნათელი ალაგს D-ს და C-ს შუა დაიქერს და კიდეც გადალახავს ორივე თავისი საზღვრებით ამ ხაზებს.

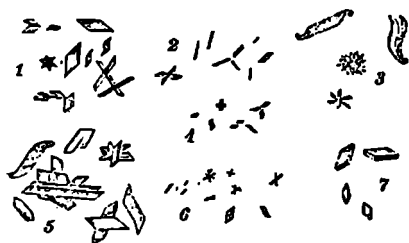
ჰემატინის კრისტალები მიიღება, თუ ვაღუღეთ იგი მძაფრი ძმრის სიმჟავეში და მასთან სულ მცირე $Cl Na$ -თან ერთად. ეს კრისტალები ეკუთვნის რომბის სისტემას და წაბლის ფერისაა. კრისტალური შენაერთი ჰემატინისა შეიცავს მარილის სიმჟავეს და იწოდება ტეიხმანის კრისტალებად (სურ. 6.) ამ რეაქციით სარგებლობენ, როდესაც უნდათ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

ჰემატოპორფირინი. მძაფრი გოგირდის სიმჟავის გავლენით ან მძაფრი ძმრის სიმჟავეში დუღილით ჰემატინს გამოეყოფა რკინა და ხდება ურკინო მღებავ ნივთიერებად, ეგ. წოდ. ჰემატოპორფირინად. მცირეოდნად იგი იმყოფება შარდში, ნალექლში. მჟავე ხსნილი ჰემატოპორფირინისა ალუბლის ფერია. მის სპექტრში მოსჩანს ერთი ვიწრო შთანთქმის ზოლი C-სა D-ს შუა, D-სთან ახლო, და ერთიც განიერი ზოლი D-სა და E-ს შუა.

ჰემატოპორფირინი რომ ენერგიულად აღვადგინოთ, მაშინ მივიღებთ წყალში ძნელად გასახსნელ ნივთიერებას, რომელიც ფიქვის ნაფოტს მარილის სიმკვავეში დასველებულს წითლად ლებავს. ეს რეაქცია დამახასიათებელია პიროლისთვის. თუმცა აღნიშნული ნივთიერება წარმოადგენს სხვადასხვა ნივთიერებათა ნარევს, მაგრამ მის მთავარ ნაწილს β-მეტილ—β'-პროპილპიროლი უნდა შეადგენდეს:



ასეთივე ნაყოფი მიიღება ქლოროფილის დაშლისას.



სურათი 6.

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

არსებობს ერთი ჰემოგლობინის დაშლის ნაყოფიც ურკინო საღებავი ნივთიერება ჰემატოინი, რომელიც ვირხოვმა ძველი სისხლის გამონადენში აღმოაჩინა. ჰემატოინის კრისტალები რომბული სისტემისაა, მოყვითალო ფერისა. ეს კრისტალები ძლიერ წააგავს ნალველის საღებავ ნივთიერებას, ბილირუბინს.

ჰემოგლობინის რაოდენობა. ადამიანის სისხლში ჰემოგლობინი დაიქვრს 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 ცივისისხლიან ცხოველებს აქვს—6—90/0. ასაკის მიხედვით ყველაზედ მეტი ჰემოგლობინი ახლად დაბადებულთ აქვს, შემდეგ 29—45 წლისებს, ე. ი. იმ ღროს, როდესაც ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლა ენერგიულია.

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

1) ჰემოგლობინის კრისტალების მიღების ერთი წესი უკვე აქწერეთ ზევით. ყველაზე მარტივია ამ კრისტალების მიღება ზღვის თავის (cavia marina) სისხლისგან. სისხლის წვეთს მოაქცევენ საგნის მინაზე, შემოახვევენ კანადის ბალხამს და დაჰხურვენ სახურავი მინით. რამდენიმე წამს შინჯავენ მიკროსკოპში. პრეპარატის გარეშემო ცხადივ გამოჩნდება სხვადასხვა ოდნობის რომბული ტეტრაედრები (იხ. სურ. 4)

2) ჰემინის კრისტალების მიღება. გაშავებული სისხლის ერთ წვეთს საგნის მინაზე ან საათის შუშაზედ მოათავსებენ. მას მიუმატებენ (H Na-ის პატარა კრისტალს და მძაფრი ძმრის სიმკაეის (acid. acetic. glaciare) რამდენიმე წვეთს. შემდეგ დაჰხურავენ სახურავე შუშას და ფოთხილად გააცხელებენ პრეპარატს ცეცხლზედ ორთქლის განვითარებამდე. გაციების შემდეგ მიკროსკოპში გაშინჯავენ; პრეპარატში აღმოჩნდება ჰემინის მრავალი რომბული კრისტალები. (სურ. 6).

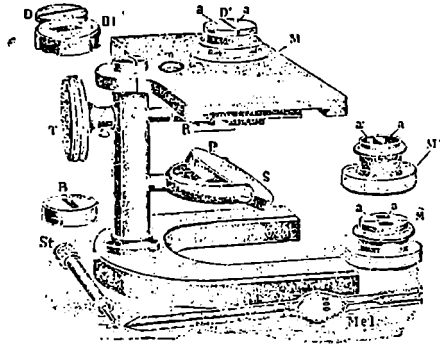
3) ოქსიჰემოგლობინის და ჰემოგლობინის დადასტურება. პატარა ქურკელში პრეტყელი კედლებით ან საცდელ შუშაში ჩაასხამენ გამოხდილ წყალს და მასში ჩაუშვებენ რამდენიმე სისხლის წვეთს. სპექტროსკოპული გამოკლევა აჩვენებს სპექტრის ყვითელ-მწვანე ნაწილში ორ შავ ზოლს ოქსიჰემოგლობინის მომასწავებელს (სურ. 4).

შემდეგ ამას მიუმატებენ ცოტაოდენი სტოკსის (Stokes) სითხეს ან გოგირდიან ამონის, მკიდროთ დაჰხურავენ. ქურკელს და შეარხევენ. ახალი სპექტროსკოპული გამოკლევა გვაჩვენებს ორი ზოლის მაგიერ ერთს განიერ ბნელ ზოლს იმავე სპექტრის ნაწილში. (სურ. 5).

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

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

4) ჰემოგლობინის რაოდენობის განსაზღვრა. ამ მიზნით სარგებლობენ ფლეიშლ-მიშერის ჰემომეტრით (სურ. 7). ხელში რომ გვქონდეს ჰემოგლობინის განსაზღვრული კონცენტრაცია, მასში ჰემოგლობინის რაოდენობის განსაზღვრას ასე ვაწარმოებთ. ჰემომეტრის მთავარ ნაწილს შეადგენს სოლის ფორმის



სურათი 7. ჰემომეტრი ფლეიშლ-მიშერისა. აღწერილია ტექსტში (Laudis).

შუშა, რომელიც შეფერილია ოქროთი წითელ ფერად. თვით ჰემომეტრი შესდგება კამერისაგან, რომელიც ორ ბუდედ არის გაყოფილი (M სურ. 7). კამერა სდგას აპარატის მაგიდის მრგვალ ნახვრეტზედ. ერთი ბუდის ქვეშ მოძრაობს ხრახნილის (T) საშუალებით სოლი წითელი შუშისაგან (R).

ამ ბუდეს წყლით ავსებენ. წყალი გეჩვენება შეფერილად მთა 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 ხურავენ მინით და სოლს ვატარ-გამოატარებენ ბუდის ქვეშ, ვიდრე ორივე ბუდის ფერი ერთნაირი არ შეიქნება. მაშინ ჩურჩუტანის III საშუალებით დანახული ციფრი გამოხატავს იმ ჰემოგლობინის კონცენტრაციას, რომელიც ბუდეში გამოჩენილ სოლის ფერს შეეფერება. აქედან გამოიანგარიშებენ აღებულ სისხლში ჰემოგლობინის რაოდენობას.

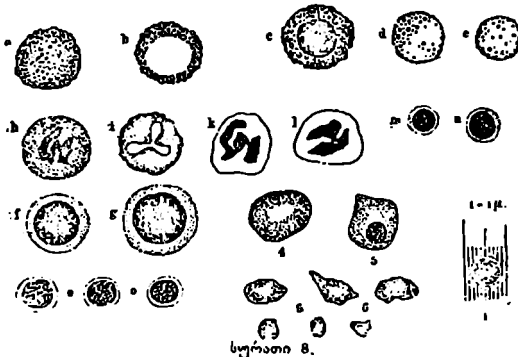
4. ლეიკოციტები.

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

1. ლიმფოციტები, რომელთაც ან ერიტროციტების ოდნობა აქვთ ან ცოტა 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 მარცვლებს, რომლებიც კარგად იღებება ისეთი მჟავე საღებავით, როგორც ეოზინია. (მჟავე საღებავს ერლიხი უწოდებს ისეთ საღებავს, რომლის შემღებავი ფუძე სიმჟავეს წარმოადგენს). ამ ლეიკოციტების ბირთვი მრავალნაწილიანი და მრავალჯვარია: ხან ნაღის მსგავსია, ხან გულია. ეოზინოფილების გარდიგარდმო ხაზი 14 მიკრონამდე აღის, ი. ი. ერიტროციტებზე ორჯერ მეტია. (სურ. 8).

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



სურათი 8. ლეიკოციტების სხვადასხვა ფორმები. 1000-ჯერ გადიდებული. 1—ნორმული ერიტროციტი (მოყვანილია მისი ოდნობა შესაღებლად ლეიკოციტებთან). ა, ბ დ ე—ეოზინოფილური ლეიკოციტები; დ, ე—მსუქანი ლეიკოციტები; f, გ—მსხვილი მონონუკლეარები; h, i, k, l—პოლიმორფული ნეიტროფილები; m, n—პა-

ტარა ნეიტროფილები; o, o—ლიმფოციტები. 4, 5—მეგალოციტები, 9—პოიკოციტები (Guineke).

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

ლეიკოციტებში ხშირად შეეზღებთ გაყოფის ფიგურებს. მაგრამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ იგინი ყველა სისხლის მიღებში მრავლდებიან. მეტი წილი ლეიკოციტებისა წარმოიშობა ლიმფოიდურ ორგანოებში (ლიმფის ჯირკვლებში, ელენთაში, ძვლის ტვინში).

ლეიკოციტების რაოდენობა. საშუალოდ სისხლის თითო კუბიკურ მილიმეტრში 8—10 ათასა ლეიკოციტია, ე. ი. ერთი ლეიკოციტი 500 ერიტროციტზე მოდის. მაგრამ, ლეიკოციტების რაოდენობა შეტად ცვალებადია. ახლად შობილს, მაგ., ორჯერ მეტი აქვს, ვიდრე მოზრდილს. საკმლის მიღების შემდეგ, მეტადრე ცილოვანისა, ლეიკოციტების რიცხვი მატულობს (ეგ. წოდ. საკმლის მომწველებელი ლეიკოციტოზი). ბოლოს, ლეიკოციტების რაოდენობა ერთი და იგივე ათას სხვადასხვა ორგანოებში. მაგ., ელენთას 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 დაზნისათება. ამათი მთავარ თვისებად უნდა მივიღოთ მიდრეკილება ამიობის მსგავსი მოძრაობისადმი. ამ მოძრაობის შესწავლა თბილ სისხლიან ცხოველთა მიმართ უნდა სწარმოებდეს ისეთ პირობებში, რომ ტემპერატურა აღებულ სისხლისა სხეულისაზე ნაკლები არ იყოს. ცივისსხლიან ცხოველთა ლეიკოციტების მოძრაობა ჩვეულებრივ ოთახის სითბოშიაც შეიძლება ვანახულოთ. ვე-! სურათზე მოყვანილია ცვალებადი ფორმები, რომელიც ერთმა ლეიკოციტმა მიიღო რამდენიმე წამის განმავლობაში. ამიობის მსგავსად ლეიკოციტი უშვებს პროტოპლაზმურ მორჩებს ეგ. წოდ. ფსევდოპოდოებს ანუ კრუფებებს. როდესაც ფსევდოპოდოდი მიემაგრება ერთ რომელიმე წერტილს, მთელი პროტოპლაზმა გადადის ამ ფსევდოპოდოში, და ამით ლეიკოციტი ალაგს იცვლის. მაგრამ პროტოპლაზმის მოძრაობის შედეგი შეიძლება იყოს სხვანაირიც. ლეიკოციტის



სურათი 9.

სურათი 9. აღმთანის ლეიკოციტების ამიობისებრი მოძრაობა. (დან ილევსკიდან).

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

ლობით ეს ნაწილაკი შეეთრევა პროტოპლაზმის შიგნით: ლეიკოციტი „ყლაპავს“ ნაწილაკს.

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 სხვა ნივთიერებას (უარყოფითი ქემოტაქსისი). ამ მოვლენის ლეიკოციტების მიმართ შესასწავლად შეურობენ ცხოველს (მაგ. ბაყაყს ზურგის ლიმფურ უბეში) კაპილარულ მილს რომელიმე ქიმიურ ნივთიერებით გავსებულს. 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 მოძრაობისა-დში და მაგარ ნივთიერებათა დაქერას ქემოტაქსისის გავლენით. როდესაც სადმე სხეულში გაჩნდება ავადმყოფობის აღმძვრელი კერა, მაშინვე ამ ალაგისკენ გაეჩქარება მრავალი ლეიკოციტი. უკანასკნელი სისხლის ძარღვებიდან გაძვრება სხეულის იმ ნაწილში საიდანაც ორგანიზმს ხიფათი მოვლის (ლეიკოციტების ემიგრაცია, დიაპედეზი), რომ აქ „გადაყლაპოს“ ავადმყოფობის აღმძვრელი. ამიტომ ლეიკოციტებს სხვანაირად ფაგოციტებს ანუ „მკამელ უჯრედებს“ უწოდებენ (მენნიკოვის ფაგოციტოზი). სწორედ ჩიჩქის ელემენტები წარმოადგენენ იმ ლეიკოციტებს, რომლებმაც დააუდგოფებულ ალაგს მოიკრიფეს თავი; მათი პროტოპლაზმა გატენილია ხოლმე დაქერილი ბაქტერიების სხეულებით.

ამიობური მოძრაობა ალბად გამოიწვევა ხოლმე ლეიკოციტების პროტოპლაზმაში ზედაპირული გაკიმულობის (დაძაფულობის) ადგილობრივი ცვლილებით. სხვა არა იყოს რა, მკვდარ ობიექტებზედაც ამგვარ მოვლენას ვინახულებთ, თუ სადმე შეეცვალეთ ზედაპირული გაკიმულობა (გადი).

ქემოტაქსისის მოვლენა აგრეთვე საიდუმლო რამეს არ წარმოადგენს. ამგვარი მოვლენის დაკვირება მკვდარ ობიექტებზე აღვილი საქმეა. (რუ მ ბ ლ ე რ ი).

ლეიკოციტები ებრძვიან გადამდები ავადმყოფობის აღმძვრელებს აგრეთვე სხვა გზით. ლეიკოციტები გამოიძუშავენ ხოლმე ერთგვარ

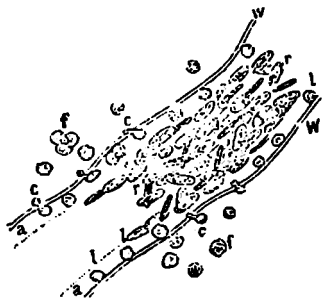
ნივთიერებათ, რომელთაც ბიუხნერმა ალექსინები უწოდა. ამ ნივთიერებათა ბუნება ჯერ შესწავლილა აჩაა. მაგრამ კარგად ცნობილია, რომ ეს ნივთიერებანი „ბაქტერიოციდურია“ ე. ი. ბაქტერიებს ხოცვენ ან და ყოველ შექთხევაში ანელებენ და სპობენ კიდევ მათ გამრავლებას. შემდეგ, ფილტვების ინფილტრატი (ფილტვების ანთებისას) იმის გამო ისპობა, რომ ლეიკოციტები, რომლებიც მრავლად იკრიფებიან ფილტვის ალვეოლებში, პროტეოლიტიურ ფერმენტს უშვებენ.

ლეიკოციტების ფუნქცია საღ ორგანიზმში კარგად ცნობილი აჩაა. 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). აღბად ლეიკოციტების სხეულში გლიკოგენი მზადდება. ეს მოვლენა არ ეწინააღმდეგება ქიმის და ფიზიოლოგიის ცნობილ ფაქტებს. საკმლის მონელების ეამს ლეიკოციტები მრავლად გადასახლებიან ხოლმე საკმლის მომნელებელ მილში.

სისხლის ფირფიტები ანუ ტრომბოციტები. ესენი წარმოადგენენ მეტად მცირე ბირთვიან ჯგერედებს, 0,5—3 მიკრონის დიამეტრი. ზედაპირიდან გვერდებიან მრგვლად, გვერდებიდან კიდევ საღესავ ქვას ემსგავსებიან. ლეიკოციტების მსგავსად ტრომბოციტები ამიოზურ 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 ერთმანეთს ეკვრება, რა წამს სისხლს მიღებიდან გამოუშვებენ. ტრომბოციტები თავის წარმოშობით უნათესავდებიან ლეიკოციტებს. მათ დანიშნულებას სისხლის შეკვრის 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. განმზავებელ სითხედ უნდა იხმარებოდეს 0,3% ძმრის სიმკავე. ეს იმითმია საკირო, რომ ძმრის სიმკავე ხსნის ერატროციტებს და მით აადვილებს ლეიკოციტების დანახვას.

2) მიგრაციის და ფაგოციტოზის დაკვირვება. ბაყაყს ზურგის სალიმფო უბეში შეუშხაუნებენ ცო ზაოდენ წყალში გათქვეფილ ინდიგოს ან ჩინურ ტუშს. მერე მოშხამენ კურაოეთი მოძრაობის მოსასპობად და რადენიმე საათით თავდაყირა დაჰკიდებენ, რომ მიიღონ ენის ქვეშ მდებარე ლიმფური ჯირკვლის შეშუბება. ეს ჯირკველი იღებება იმ ფერად, რაც საღებავს ჰქონდა შემდეგ გასტრიან ჯირკველს და სისხლის წვეთს საგნის შუშახე მოათავსებენ, დაჰხურვენ საფარ მინას და შემდეგ მიკროსკოპში გასინჯავენ ლეიკოციტებს, რომლებიც შეშხაუნებული საღებავის მარკვლებით გატენილი იქნება. ინახულებენ მათ მოძრაობას, ალაგის გადანაკვლებას ფსევდოპოდიების საშუალებით. იმავე ბაყაყს გაუჭრიან მუცელს, გამონახავენ ჯორჯალოს. ბაყაყს გააკრავენ საცობ ფიტარზე, ჯორჯალოს კიდე ფიტრის ნახერებზე მოაქცევენ: შემდეგ მიკროსკოპით გასინჯავენ სისხლის მიმოქცევას. ადვილად შეამჩნევენ საღებავს გაპო, რომ ადგილ-ადგილ ლეიკოციტები კაპილიარებიდან ნელ-ნელა გამოდიან (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) ქემოტაქსისის დაკვირვება ლეიკოციტების მიმართ: ბაყაყს ლიმფურ უბეში შეურკობენ კაპილიარულ მილს ბაქტერიული ტოქსინით სავსე. მაგ., სტაფილოკოკებისა (დაჩირქების ბაქტერიები); რამდენიმე საათის შემდეგ გამოიღებენ და გაშინჯავენ მიკროსკოპით. იგი აღმოჩნდება ლეიკოციტებით სავსე.

5. სისხლის სითხე ანუ პლაზმა.

პლაზმის შემადგენლობა. პლაზმა წარმოადგენს ქარვისებრს წითელ სითხეს, რომლის ნიშანდობლივი წონა 1,027—1,032 უდრის. იგი წითელ ლაკმუსის ქალაღდს ლურჯად ჰღებავს. მაგრამ ჩვენ უკვე განვიხილეთ ზემოთ, რომ ნამდვილად პლაზმა ნეიტრალური სითხეა. პლაზმის შემადგენლობა მეტად ცვალებადია იმისდა მიხედვით არტერიულია სისხლი, ვენური თუ ნარევი; შემდეგ დიდი მნიშვნელობა აქვს

იმას თუ ძაღვთა რომელ ფარგლიდანაა ამოღებული სანიმუშო სისხლი, ავრეთვე ინდივიდის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობას (სიმშლილი 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 მეჩუყვია — 8-დან 9,7%⁰/₁₀₀ მდე, ცილოვან ნივთიერებათა კიდე 6-დან 8,4 %⁰/₁₀₀ მდე.

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

საშრატო ალბუმინი შეიძლება მივიღოთ კრისტალური ფორმით (ჰექსაგონური პრიზმები ჰირამიდით 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.
ადამიანი.	7,27	4,01	2,83	0,42
ძაღლი.	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 აჭარბებს.

პლანზეში ცილოვან ნივთიერებათა გარდა არსებობს სხვა ნივთიერებაც. ხოლო მათი ბუნება კატაოდნავ არის ცნობილი. რასაკვირველია, ყველა უჯრედის მასაზრდოვებელმა ნივთიერებამ და უჯრედლიდან გამოსულმა ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ნაყოფმა სისხლით უნდა გაიაროს.

ცხიმოვანი ნივთიერებანი, ლეცთინი და ქოლესტერინის ცხიმ-მჟავებ ეთერები. ე. ი. ეთერში გასახსნელი ნივთიერებანი, პლანზეში შედიან $0,1 - 0,7\%$ -ის რაოდენობით. საქმლას მიღების შემდეგ მათი რაოდენობა მატულობს. ყურძნის შაქარი შედის $0,1\%$ რაოდენობით. ხოლო შაქრის ერთი წილი მოიპოვება პლანზეში თავისუფლად; მეტი წილი შაქრისა შეკავშირებულია ლეციტინთან და ეს შენაერთი იეკორინად იწოდება. ნივთიერებათა გაცვლა-გამოცვლის ნაწარმოები პლანზეში მოიპოვება მკირეოდენი რაოდენობით: კაბამინის სიმეავე, ქსანტინი, ხოლცრდის სიმეავე, გლიკურონის სიმეავე, და სხვა.

პლანზის მოყვითალო ფერი დამოკიდებულია უცნობი საღებავი ნივთიერების არსებობაზე, რომელიც ლუტეინებს ანუ ლიპოზრომებს ეკუთვნის ე. ი. ცხიმოვან საღებავებს, როგორც ყვითელი საღებავი კვერცხის გულისა).

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

მინერალური ნაწილები. მათი ანალიზი ძნელი საქმეა. პლანზის დანაცარებისას ორგანიულად შეკავშირებული გოგირდისა და ფოსფორიდან ვითარდება გოგირდისა და ფოსფორის სიმეავე, რომელთაც ანალიზის დროს პლანზის სულფატებს და ფოსფატებს მიაწერენ. მაგრამ მინც მთელი სიმეავეთა რაოდენობა საქმარისი არაა ნაცრის ყველა ფუძეთა შესაკავშირებლად. ადამიანის შრატის 1000 ნაწილზე ითვლება ქლორი 3,5 ნაწილზე გრამი, გოგირდის სიმეავე 0,130 გრ., ფოსფორის სიმეავე 0,146 გრ., კალი 0,311 გრ., ნატრი 3,438 გრ.

მარტო ნატრი საქმაროვებს შესაკავშირებლად 5,309 გრ. ქლორს საქმელი მარილის საწარმოებლად. თუ დავუშვებთ, რომ წილი ნატრისა შეკავშირებულია ნახშირის სიმეავესთან (NaHCO_3 -ის სახით), მაინც უნდა მივიღოთ, რომ პლანზის ტუტების ნაწილი არაა შეერთებული მინერალურ სიმეავეებთან. ეს ცხადად სჩენს აშნაირ ცდიდან. შრატს ან პლანზას რომ დიალიზი უყოთ (მაგ., პერგამენტურ ტოპრაკში), დი-

ალიზატში ე. ი. განაეალში აღმოჩნდება უფრო ნაკლები Na, ვიდრე შრატის ნაცაჲში. აქედან გამოდის, რომ ნატრის ნაწილა შეერთებულა ცილოვან ნივთიერებასთან. პლაზმის ანალიზიდან სჩანს, რომ იგი შეიცავს 0,49% NaCl, ორ მეტალურ და ერთ მეტალურ ნახშირის სიმჟავის ნატრის მარილს, მაგნის მარილს ფოსფორის სიმჟავისა, კალციის მარილს ნახშირის სიმჟავისა და შეიძლება ცოტაოდენ კალის მარილებსაც. რადგან მარილები მეტ წილად დაშლილია იონებად, ამიტომ პლაზმაში უნდა იმყოფებოდეს ანიონები: Cl, SO₄, CO₃, PO₄ (?) 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 ქრილობის პირი მცირდება, თუ იგი დიდი ოდნობისა იყო, და მით სისხლის დენა ნელდება. ეს რომ არ იყოს, ცხოველის სიცოცხლე სულ მცირე ქრილობის გამოც დიდს განსაცდელში ჩაეარდებოდა. არსებობს ერთგვარი ავადმყოფობა ჰემოფილიად წოდებული, როდესაც სისხლი მეტის მეტად ნელა იკვრება. ჰემოფილიანები ხშირად იხოცებიან სულ უბრალო ქრილობის გამო, როგორც კბილის ამოძრობისას.

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

წებრებლა თავის ნერწყვის ჯირკვლებში შეიცავს. აგრეთვე სისხლი ჰყარგავს შეკვრის თვისებას, თუ მას ბლომად ნეიტრალური მარილები მიუმატეთ, მაგ., თუ მას შეუერთეთ ერთი მესამედი (მოცულობით) ნაძლოში ხსნილის მაგნის და გოგირდის სიჰეაის მარილისა. ასე ხდება თუ დავლევთ კალციის მარილები მჟეუნას სიჰეაის და ნატრის მარილით ან ფტორული ნატრით. ამ ნაირ სისხლს რომ კალცი მიუმატოთ, შეიძლება სისხლის შეკვა გამოვიწვიოთ.

შეკვა პირიქით სწრაფდება გათბობისას, ხორკლიანი ნიეთის შეხებისას, მეტადრე ქსოვილთა ექსტრაქტების შერევისას (ლაიმფური ჯირკვლები, გლ. thymus და სხვა). ზევით უკვე შევეხეთ შეკვრის პროცესის ბუნებას, რომ იგი მდგომარეობს პლაზმის გახსნილი გლობულინის, ეგ. წოდ. ფიბრინოგენის, გარდაქცევაში გაუხსნელ ნიეთიერებად, ფიბრინად. ფიბრინის მოცულობა შეკვრის დროს დიდია გაბერისა გამო, ხოლო მისი ნამდვილი წონა სულ მცირეა, იგი სისხლის $0,2-0,3\%$ -ს უდრის.

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

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

ამას გარდა სისხლში არსებობს ისეთი ნიეთიერებაც, რომლისაგან ფიბრინ-ფერმენტი წარმოიშეება, ეგ წოდ. ტრომბოგენი. შეიძლება, რომ იგი თავის მხრივ წარმოიშეება დაშლილი ლეიკოციტების პროტოპლაზმისგან. ტრომბოგენი ერთგვარ კინაზის გავლენით—ტრომბოკინაზისა, რომელიც ტრომბოციტების დაშლისას აღმოცენდება, გარდაიქმნება იმ ნიეთიერებად, რომელიც ტრომბინთან ახლოს სდგას, ეგ. წოდ.

პროტრომბინად. ლიმფური ჯირკვლების და *gl. thymus*-ის მოქმედება სრულად ისეთივეა, როგორც ტრომბოკინაზისა. პროტრომბინი იქცევა ხოლმე ტრომბინად ანუ ფიბრინ-ფერმენტად კალციის მარილების გავლენით. პლაზმის კალციის მარილები რომ დავაკავოთ, მაგ., მჟაუნის სიმჟავის მარილებით, მაშინ პროტრომბინი ანუ პროტრომბინი ტრომბინად აღარ იქცევა (*Peckelharig*). მაგამ ცნობილია, რომ არაპც თუ კალციის მარილები, არამედ სულ სხვა ნივთიერებანიც აბრკოლებენ სისხლის შეკვრას, როგორც, მაგ., პეტონები და ალბუმოზები, ნეიტრალური მარილები (Na_2SO_4 , MgSO_4), გაცივება, ნალეელის მარილები და სხვა. ამათი ასეთი მოქმედება სულ სხვა მიზეზით უნდა იყოს გამოწვეული და არა კალციის მარილების შეკავებთ. ამაში გამოიხატება შეკვრის საკითხის გამოურკველობა.

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

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

2. უკანასკნელი მოქმედებს რა სისხლის პლაზმის ფიბრინოგენზე აქცევს მას ფიბრინის კოლტად.

სისხლის დამცველი ნივთიერებანი. იყო დრო, როდესაც ადამიანის სისხლის მეტის-მეტად დანთქევის შემდეგ ხმარობდენ ხბოს სისხლის გადასხმას ადამიანის ძარღვებში. ლანდუამ დაამტკიცა, რომ ამნაირი წამლობა ძლიერ მავნებელია, ვინაიდან ხბოს შრავი გახსნის ადამიანის ერიტროციტებს. ეს ეგ. წოდ. ციტოლიზი შეიძლება მიეწეროს სისხლთა ფიზიკო-ქიმიურ თავისებურებას, რადგან ხბოს და ადამიანის სისხლი იზოტონურია. ცხადია, ერთი ცხოველის მოდგმის სისხლში არა ებობს იმისთანა ნივთიერებანი, რომელნიც აღნიშნულ მოქმედებას იჩენენ მეორე მოდგმის სისხლის მიმართ. ფრიდენტალმა ციტოლიზის მოვლენა შეისწავლა ცხოველთა შთელ რიგზე. მაგ., მან იპოვა, რომ შანაური კურდღლის შრავი გახსნის ძალის ერიტროციტებს, ხოლო იგი არ მოქმედებს გარეული კურდღლის სისხლზე. ადამიანის სისხლის ერიტროციტები არ იხსნებიან ანტროპოიდური მაიმუნების სისხლში. ამნაირად, ახლა მონათესავე ცხოველთა შორის ერთის სისხლი მეორისაზე ციტოლიზით არ მოქმედებს. ასეთი მოქმედება არსებობდა მხო-

ლოც ცხოველთა დაშორებულ მოდგმათა შორის. აქედან ფრიდენტალმა წამოაყენა კიდევ ერთი საბუთი ცხოველთა წარმოშობის შესახებ ევოლიუციის პრინციპის მიხედვით.

თუ განმეორებით ერთს ცხოველს შეუშხაპუნებთ მეორე მოდგმის ცხოველის სისხლი, პირველის სისხლი მოიპოვებს ერთგვარ უნარს: იგი იძლევა ამ მეორე მოდგმის ცხოველის სისხლთან შერევით ნალექს (ბორდე); ეს ნალექი ნათლად გამოჩნდება ხოლმე თუ პლანმას ცენტრიფუგის საშუალებით განვითავისუფლებთ ფორმიან ელემენტებისგან. ცხადია შეშხაპუნების წყალობით ვითარდება ერთგვარი ნივთიერება, რომელიც შეშხაპუნებული სისხლის ცილოვან ნივთიერებათ ერთგვარ მეტაქეობას უწევს. ეს ნივთიერება იწოდება პრეციპიტინად. ულენგუტმა პრეციპიტინებით რსარგებლა 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, ნარკვი დაილექვებს 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 შეიქრებიან, 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).

ამას გარდა სისხლში არსებობს აგრეთვე საკუთარი დამცველი ნივთიერებანი, შთამომავლობით გარდმოცემული. ისინი წარმოიშობიან ლეიკოციტების მიერ. ბუხერმა მათ აღექსინები უწოდა.

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

პლაზმის მიღება. სუფთა და გამშრალ შუშის მილს მოხრილს სწორ კუთხემდე და შევიწროვებულს ერთ მუხლში შეურქობენ გულადმა გამაგრებულს ბაყაყს აორტაში და ძაფით შეჰკრავენ. მერე შუშის მეორე ბოლოს ექრტიკალურ მდებარეობაში გაამაგრებენ და *bulbus aortae* ს მოხსნიან საკერს, რომელიც მას ჰქონდა გაკეთებული სისხლის უბრალოდ დაღვრის თავიდან ასაცდელად. საკერის მოხსნისას სისხლი შუშის მილში შევა 40-25 სანტიმეტრის სიმაღლეზედ. ეს სისხლის სვეტი მოძრაობს გულის ძგერის თანაბარად რამდენიმე ხნის განმავლობაში. სვეტის ზემო ნაწილი გამჭირვალი ხდება, რადგან ფორმიანი ელემენტები სიმძიმისა გამო სვეტის ქვემო ფენებისკენ დაიწევენ. რადგან ხელშემწყობ პირობებში სისხლი დიდხანს არ იკვრება, ფორმიან ელემენტებისაგან განთავისუფლებული სუფთა პლაზმა შეიძლება ბლომად მივიღოთ.

კალციის მარილების მოქმედების დაკვირვება. სახში შუშის ცილინდში ჩაასხმენ 2 კუბ. სანტიმეტრს მეთუნას სიმკვების და კალის მარილის ერთ პროცენტიან ხსნილს. მერე შიგ ჩაყოფენ კაუჩუკის მილის ერთს ბოლოს, რომლის მეორე ბოლო არტერიულ კანიულას აქვს გაკეთებული; გაუშვებენ ცილინდრში 20 კუბ. ს. სისხლს და თან განუწყვეტილად ურევინ. ამნაირად მიღებული სისხლი არ იკვრება. მაგრამ თუ ამ სისხლს მიუმატებთ Cl_2Ca (ქლორიანი კალცი) და კარგად ავრევთ, მაშინ 1-2 წამის განმავლობაში სისხლი შეიკვრება.

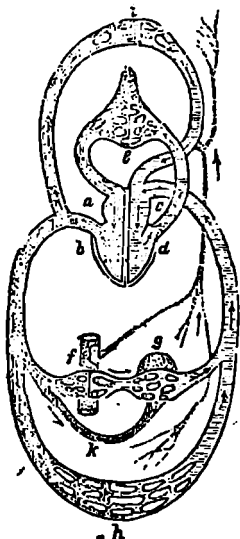
6. სისხლს მიმოქცევის ზოგადი ცნება.

ვიდრე ადამიანი ცოცხალია, მის ორგანოებში სისხლი განუწყვეტლივ მოძრაობს.

თვითეულ 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 უწვრილეს მილებს, კაპილიარად წოდებულს. კაპილიარი კედლების საშუალებით გარდასცემს ქსოვილთ ჟანგბადს და

მასაზრობებელ ნიეთიერებათ; სამაგიეროთ მიიღებს ქსოვილებიდან დაწვის ნაყოფთ, მეტ წილად, ნახშირის სიმეავეს. ამასთან სისხლი მუქი წითელი ხდება, ვენური. ვენური კაპილიარები ერთდებიან და მით სულ უფრო და უფრო მსხვილი კალიბრის ვენებს წარმოშობენ. უკანასკნელთ სისხლი გულისკენ მიაქვთ. აქ სისხლი ჯერ მარჯვენა წინა გულში შედის (ზემო და ქვემო ღრუ ვენით). ამით თავდება დიდი მიმოქცევა. მარჯვენა წინა გული სისხლს მარჯვენა პარკუქს გარდასცემს, საიდანაც იწყობა პატარა მიმოქცევა. მარჯვენა პარკუქიდან სისხლი ფილტვის არტერიით ფილტვში შედის. ფილტვებში სისხლი გაივლის ფილტვების ალვეოლების კარგად განვითარებულ კაპილიარულ ბადეს; აქ სისხლი განიცდის უკუქცევით ცვლილებას: ფილტვში მოსული სისხლი შეი-



სურათი 11.

სურათი 11. სისხლის მიმოქცევის სქემა ზურგის მხრიდან. ა — მარცხენა წინაგული; ს — მარცხენა პარკუქი; ც — მარჯვენა წინა გული; დ — მარჯვენა პარკუქი; ე — საფილტვო ანუ მცირე მიმოქცევის წრე; ზ — საკმლის მონენელეული მისის კაპილიარები; წ — ლეიძლის კაპილიარები; ხ — ქვედა კიდურთა კაპილიარები; ი — თავის კაპილიარები; კ — ლეიძლის არტერია. ნარჯვენა მხარეზე მოყვანილია აგრეთვე ლიმფური სისტემის მთავარი სადინარი (Vena cava).

ცავს მცირედ ეანგზადს, ხოლო ბლომად ნახშირის სიმეავეს; რადგან ფილტვების ალვეოლებში სისხლი ჰაერის გაულებნის ქვეშ იმყოფება, იგი ხელახლად არტერიული ხდება; ჰაერიდან შთანთქავს ეანგზადს და პირიქით გარდასცემს მას თავის ნახშირის სიმეავეს. არტერიული სისხლი ფილტვის ვენებით მარცხენა წინაგულში შედის. აქ თავდება მცირე მიმოქცევის წრე. წინაგულიდან სისხლი მარცხენა პარკუქში გადადის.

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

ვენური, მარცხენაში კიდე არტერიული. ამაში ადვილად შეიძლება დავაწმუნდეთ, თუ რომ შინაურ კურდღელს ან ზღვის თავგს გულს ვადევხსნით. წინა გულის თხელი კედლებიდან გამოსკვრიტავს სისხლის

ფეროვნება: მარჯვენაში მუქი წითელი, ზარცხენაში 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 ეგ. წ. კარის ვენაში; ვაივლის რა ღვიძლის კაპილიარებს, ეს ვენური სისხლი უერთდება ღვიძლის არტერიულ სისხლს და შემდეგ ღვიძლის ვენებში შედის. ფრინველთ და რეპტილიებს ასეთი კარისებრი სისხლის მიმოქცევა თირკმელშიაც აქვთ. ორივე შემთხვევაში სისხლი ორჯერ მიმდინარეობს კაპილიარების საშუალებით. ვენით ღვიძლში შედის მასაზრდოვებული ნივთიერებანი, რაც წინასწარ საკმლის მომწელებელ მილიდან მიიღო.

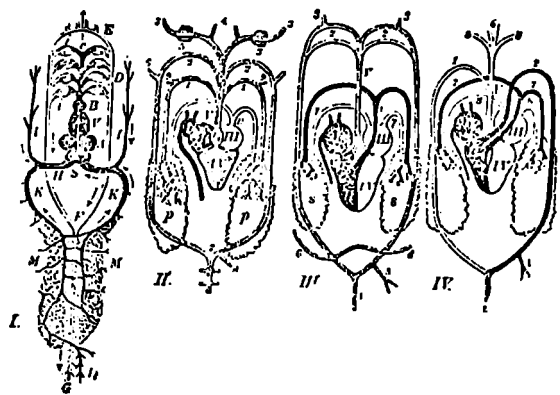
დღევანდელი მოძღვრება სისხლის მიმოქცევის შესახებ ეფუძნება უილიამ გარვეის აღწერილობაზე, ცდებზე და დაკვირვებაზედ. მისი კლასიკური ნაწარმოები: „Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus“ გამოქვეყნდა 1619 წელს. აქ იყო აღწერილი გულის მოქმედების ფაზები. გულის მნიშვნელობა სისხლის მოძრაობის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

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

7. გულის მექანიკა.

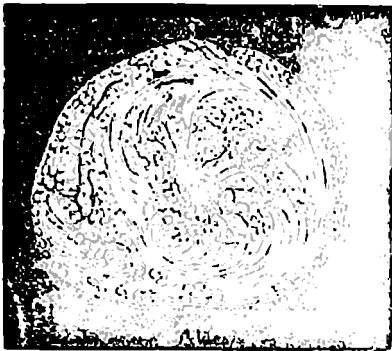
გულის კუნთის მუშაობა. გული წარმოადგენს კუნთოვან ბუშტს, რომელიც იყოფა რამდენიმე ნაწილად. თევზების გული შესდგება ორი განყოფილებიდან—ერთ წინაგულიდან და ერთ პარაკუჭიდან; ამფი-

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



სურათი 12.

სურათი 12. სისხლის მიმოქცევის სქემები: I—თევზისა (5—ვენური უბე, A—წინაგული, V—პარკუკი, B—ხსლხს აორტისა); i, i—ლაულეების ე. ი. წყლით სასუნთქვი ორგანოს ძარღვები, F—აორტა, M თირკმელები). II—ბაყაყისა (I—ვენური უბე, II—მარჯვენა წინაგული, III მარცხენა წინაგული, IV—პარკუკი, V—აორტა ხსლხს-ით, v—საფილტვო ვენები, p. p.—ფილტვები; ღრუ ვენები (შავი) უერთდება ვენურ უბეს; 1, 1—საფილტვო არტერიები; 2—აორტის რკალი). III—ხელიკისა. (II—მარჯვენა პარკუკი, IV—მარცხენა პარკუკი; სხვა ნიშნები, როგორც ბაყაყისაზე). IV—კუსი (1—მარჯვენა აორტა, 2—მარცხენა აორტა მარჯვენა პარკუკიდან; 7, 7—საფილტვო არტერიები). შავი ძარღვები ვენურ სისხლს მიერეკება, თეთრი—არტერიულს. (დან ილევსკი დან).



სურათი 13.

სურათი 13. ხავსებით შეკუმშული გულის გარდიგარდმო განაქერი (აღმნიანისა). მარჯვნივ მარცხენა პარაკუქია, მარცხნივ კიდე მარჯვენა. მარჯვენას ღრუ თითქმის ხულო აღისაა შემოიკრული. 1 აღნიშნავს შინაგარე შრეს, 2—საშუალოს, 3—გარევენს (Kirehl ის მხედვით).

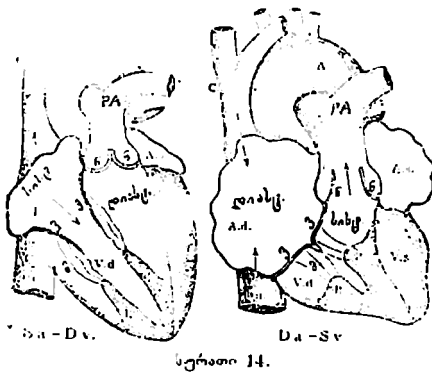
კუნთის კონტრასტის განწყობილება ძუჭუნწოვარ ცხოველთა გულში მეტად რთულია. მარცხენა პარაკუქში გაიოჩევა საში შრე: გარეგანი და შინაგანი შრე დაფთა გასწვრივი მიმართულებით და საშუალო შრე დაფთა გარდიგარდმო და სიპრველივი განწყობილებით (სურ. 13).

პარაკუქის მოქმედებაში ამ საშუალო შრეს ყველაზე მეტი მნიშვნელობა აქვს. ამიტომ მას უწოდებენ გულის მოტორს ე. ი. მამოძრავებელს. გასწვრივ ფენებს უერთდება პაპილის კუნთები, რომელთა შეკუმშვას მნიშვნელობა აქვს გულის კლავანთა ე. ი. სარქველთა მუშაობაში.

მარჯვენა და მარცხენა წინაგულის მუსკულატურა გაერთებულია: ერთის კუნთების ფენა მეორეზე გადადის. ასეთივე კავშირი აქვს პარაკუქის მარჯვენა და მარცხენა განყოფილებას. ამას ის დანიშნულება აქვს, რომ ორივე წინაგული და ორივე პარაკუქი ერთს დროს შეიკუმშოს. მაგრამ ზოგჯერ ყველა ოთხი განყოფილება მაინც ერთმანეთზე დამოუკიდებლად მუშაობს, ასე რომ ზოგიერთ პირობებში გულის ორივე ნახევრის მუშაობა ერთს დროს არ სწარმოებს. წინა გულის კუნთებს მეტ წილად არა აქვთ პირდაპირი კავშირი პარაკუქის კუნთებთან. მთავარ შემთავრებულ ხიდს წინაგულისა და პარაკუქს შორის ჰისის კონა წარმოადგენს.

გულის მოქმედება ანუ გულის ცემა. იგი წარმოადგენს მუსკულატურის მორიგეობით შეკუმშვას და მოდუნებას. გულის შეკუმშვას ხისტოლას უწოდებენ, მოდუნებას კიდე—დიასტოლას. ამ თერმინებით აღნიშნება მარტო პროცესი კი არა ე. ი. შეკუმშვა და მოდუნება,

არამედ მთელი ის ხანგრძლივი მდგომარეობაც, როქელშაეც შეეკუმშვი-
სას და მოდუნებისას გული იმყოფება. სისტოლა და დიასტოლა ერთი ერთ-
მანეიზე მოსდევნ. გულის მოქმედება ამიტომ რითმულია. ჯერ შეიკუმშე-
ბა წინაგულები (systole atriorum), მერე ორივე პარკუქები (systole ve-
ntriculorum) როდესაც პარკუქები შეიკუმშება, მაშინ წინაგულები
მოდუნდება (diastole atriorum); პარკუქების სისტოლას კიდე მოსდევს
მათი დიასტოლა. პარკუქის სისტოლის შემდეგ ვიდრე წინა გულის სი-
სტოლა და წყებოდეს 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.



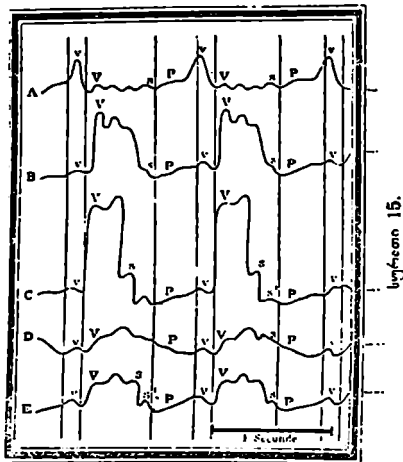
სურათი 14.

სურ. 14. მომუშავე გულის ღრუე-
ბი. I მარჯვენა მხარეზე: წინა გუ-
ლის სისტოლა A. d.; პარკუქის
დიასტოლა V. d.; ვენური სარქ-
ველები ვ. ვ. გაღებულია; ნამგლი-
სებრი სარქველები საფილტვო
არტერიაში ნ. ნ. დახურულია; C.
s.—ზემო ღრუ ენა, C. i.—ქვემო-
თი; II მარცხენა მხარეზე—წინა
გულის დიასტოლა, პარკუქის კიდე
სისტოლა; ვენური სარქველები ვ. ვ.
დახურულია; p, p.—ჰაპილას ქუ-
თები, რომლებიც მუცის სიმებს
მ, მ სკიმავენ; სისხლი გადადის

საფილტვო არტერიაში p. A: A—aorta; A. s.—მარცხენა ყური; V. S.—მარც-
ხენა პარკუქი.

ბაყაყის გულში წინაგულის და პარკუქების გარდა სცემს ვენური
უბებებიც (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 პარკუქის და ბოლოს აორტას სისტოლა. ეს თანდათანო-
ბა მეტად ცხადად გამოჩნდება ხოლმე ვაცივებული ბაყაყის გულზე ან
მეტადრე კუისაზე, რადგან ამათი გულის ცემა ძლიერ ნელა მიმდინა-
რობს. ამათი წინაგული და პარკუქი რომ ცალკე ბერკეტებს შეუკავ-

შიროთ, ადვილად შეიძლება გამოვიკვლიოთ როგორც მათი მიმდევრობა, ისე მათი ხანგრძლივობა (იხ. სურ. 15).



სურათი 15.

სურათი 15. გულის ნაწილთა წოლის მრუდენი და კარდიოგრამა. A—წოლის მრუდენი მარჯვენა წინა-გულისა, V—მისი სისტოლა; B—მარჯვენა პარკუტის წოლა, V—მისი სისტოლა; C—მარცხენა პარკუტის წოლა (კატეტერი შეყვანილია საძილე არტერიის და აორტის საშუალებით), V—მისი სისტოლა; D.—ნამკლისებრი კლავანების დახუთვის მომენტი, რაც (-ში უფრო ადრე ზოდის, ვიდრე B-ში; D—აორტის წოლა; E—გულის წვეტის ძვერა ე. ი. კარდიოგრამა; P—ყველგან პაუზის ე. ი. მოსვენების დროს აღნიშნავს (Chauveau და Marey).

პარკუტის სისტოლის დროს გულის ოდნობა მცირდება უმეტესად გარდიგარდმო დიამეტრით (სურ. 14). ცემულს გულს რომ შეეცხოთ დაერწმუნდებით, რომ სისტოლის დროს გულის კედელი მაგრდება. ამას გარდა, 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. პარკუტების შიგნითი მოცულობა არამც თუ მცირდება სისტოლის დროს, არამედ მარჯვენაში კიდევაც სრულიად იხპობა, მარცხენაში კიდე თითქმის მოსპობამდის მცირდება. (სურ. 13).

დიასტოლის დროს პარკუტის კედელი შეებებაზე რბილად გვეჩვენება. გულის ფორმა ამ მდგომარეობისას დამოკიდებულია იმაზე, თუ იგი რამდენადაა სისხლით სავსე და აგრეთვე მის სიძიმეზე. გული მიადწევს ხოლმე უმეტეს მოცულობას, როდესაც იგი სრულ მოსვენებაში იმყოფება.

გულის სარქველების მოქმედება. გული წარმოადგენს საქანელას რომელიც სისხლს გაატარებს მთელ სხეულში და შემდეგ უკან მიისრუ-

ტავს თავის ღრუებში. ცხადია, რომ სისხლის ძარღვთა სისტემაში უნდა არსებობდეს ისეთი სარქველები (კლაპანები), რომლებიც სისხლის მოძრაობის მიმართულებას განსაზღვრავს. პირველად ყოველივე ასეთი მნიშვნელობა აქვს თვითონ გულის სარქველებს: მარჯვენა ვენურ კარში საქარიან 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 წინაგულეებში. 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 ხერვლით, მაშინ ორივე ატრიოვენტრიკულური სარქველი ზემოთ აიწევს 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, როცა 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 აქარბებს. 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, შორდებიან კედლებს, იწვევენ ერთი ერთმანეთისკენ, ხედებიან კარის შუა გულში და მით მთელი არტერიული კარი იხურება.

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

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

პარკუქისკენ მიეწევეს და არა უკან. ეს იმაზეა დამოკიდებული, რომ ვენური ხერელების გაწმენდა წინაგულში ერთგვარი კუნთის ფენა არსებობს, რომლის წყალობით წინაგულის სისტოლის დროს ეს ხერელები ვიწროვდება, როგორც სფინკტერთა შეკუმშვისას ხდება. მართალია ეს შეუქლებლად არა ჰყოფს სისხლის უკან სვლას ვენებში. ამ უკუქცევით სისხლის დენაზე დამოკიდებულია დიდ ვენათა პულსი, რომელიც წინა გულის სისტოლის დროს სწარმოებს.

ლიასტოლის დროს მომქმედი ძალები. დიდი ყურადღება იყო მიქცეული ერთს დროს შემდეგ საკითხზე: მოქმედობს თუ არა გული, როგორც შემსრუტავი მანქანა. ეს საკითხი ერთის მხრივ ეხება გულის ლიასტოლურ გაგანიერების ბუნებას. ზოგიერთი მეცნიერი ფიქრობდა, რომ გული თავის კუნთების ძალით აწაპკ თუ აქტივუად ავიწროვებს თავის ღრუებს, არამედ აქტივურადვე აგანიერებს მათო; 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 მიისწრაფვის წინაგულიდან და ვენებიდან პარკუქისკენ ლიასტოლის დროს; ყველა ამ მოსაზრებათ ის საერთო ჰქონდათ, რომ ყველა ვანიხილამდა გულს ბოლოს და ბოლოს როგორც შემსრუტავ მანქანას. მაგრამ შემდეგში გამოიჩინა, რომ მართალია გული შემსრუტავ მოქმედებას იჩენს, ხოლო ეს დამოკიდებულია თვით გულის კედლების თავისებურებაზე კი არა, არამედ ფილტვების ელასტობაზე და გულმკერდის ღრუს უარყოფით წოლაზე.

შოვო და მარეი საძილე არტერიის საშუალებით (ცხენებზე) შეიყვანდნენ მეტალურ ლულებს ორივე პარკუქში და მარჯვენა წინა გულში. მათ გულში შეყვანილ ბოლოებს კაუჩუკის ელასტური ბუშტი ჰქონდა გაკეთებული, მათი ზემო ბოლოები კიდე შეერთებული იყო მარეის საწერავ კაპსულებთან. ამ წესით იწერებოდა გულის შიგნითა წოლა და მისი ცვალებადობა. ამჟამ მიზნით ჰიურტლმა მოიხსარა ორწერავ კატეტერი, რომელიც ისე შეჰყავდათ გულში, რომ ერთი მისი ნახვეტი პარკუქში მოდიოდა (Ka) მეორე კიდე წინა გულში (vo) (სურ. 16). ასეთი კატეტერი უერთდებოდა ორ მარეის კაპსულას წოლის დასაწერად.

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

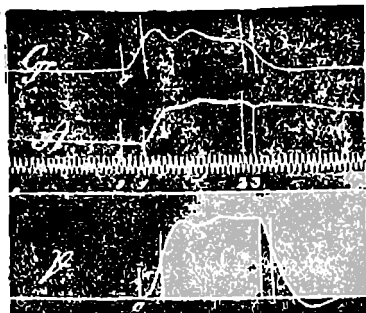
წინ უძღვის და უფრო მოკლე ხანს გრძელდება, ვიდრე უკანასკნელისა: რომ ორივე პარკუქი იკუმშება და დუნდება ერთდროულად; თუმცა მარცხენა პარკუქის წოლა სისტოლის დროს უფრო მეტია, ვიდრე მარჯვენასი: რომ ბოლოს პარკუქის წოლას ტრამპციის მსგავსი მრუდე აქვს.



სურათი 16.

სურ. 16. გულის ზონდი შოვა-მარჩისა. კაუჩუკის ამპულას (V) მარჯვენა პარკუქის (II) ღრუდან წოლა საწერავ კაპსულაზე (ბ') გადააქვს ს-მილის საშუალებით; ამპულა O-ს კიდე მარჯვენა წინაგულიდან (I) ა-ს საშუალებით წოლა კაპსულა ა'-ზე გადააქვს. III - საწერავი ცილინდი კიმოგრაფისა; ზონდი შეუვანილია v. jugularis ext. საშუალებით.

გულის მოქმედების სხვა გარემოებანი გამოჩნდებიან მაშინ, თუ რომ შევადარებთ პარკუქისა და აორტის წოლას. შესაფერი მრუდეების მისაღებად საკირაა, რომ ორწვერა გულის ზონდი გაუყეთდეს. აორტაში სისხლის წოლა მუდამ მალალია. ცხადია, მარცხენა პარკუქი მხოლოდ მაშინ გარეკს სისხლს აორტაში, თუ რომ მისი წოლა არ გადააქარბებს აორტისას. სურ. 17 გამოხატავს ამ შეძლების ზომენტს. აორტის წოლა მხოლოდ მაშინ იწყებს მატებას, როდესაც პარკუქის წოლამ უკვე დიდ სიმაღლეს მიაღწია. (ორივე მრუდეს თანაბარი მომენტები აღნიშნულია ვერტიკალური ხაზებით და თანაბარა ციფრებით). ვიდრე ეს გადაქარბებული წოლა პარკუქში არ არსებობს, აორტის სარქველები დახურულია. სისტოლის დასაწყისში იხურება ატრიო-ვენტრიკულური სარქველებიც, ამნაირად ამ მომენტში სისხლს პარკუქებიდან 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 სარქველები დახურული რჩება, აორტისა კიდე იხსნება და სისხლი აორტაში გადადის.



სურათი 17.

სურათი 17. კარდიოგრაფისა და წოლის ერთდროული მხედლელობა ძალღზედ (გრ-კარდიოგრაფმა; A — წოლა აორტაში; V — წოლა პარკუქში. თანაბარი ხაზები და ციფრები აღნიშნავენ ერთდროულ მომენტებს. თვითული კბილი დროს მრუდესი $=0.01$ წუთს. K. Hürthle-ის მიხედვით.

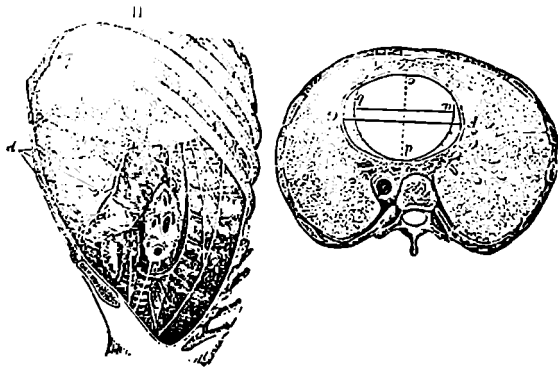
ბა: პარკუქი ხელახლად ივსება სისხლით. ამ ფაზის დაწყებას შეიძლება დაუძახოთ მოდუნების პერიოდი, რადგან იგი სისტოლის გათავებას შეუფარდდება. ამას მოჰყვება გულის პაუზა. გულის სრული მოსვენება, ვიდრე არ დაიწყებოდეს წინაგულის სისტოლა.

გულის ტონები. მკერდზე რომ უური მივადოთ, სადაც გული სცემს, შეიძლება მოგვესმას ორი გულის ტონი თვითული ცემის დროს. ერთი ტონი ისმის პარკუქის სისტოლის დასაწყისში, მეორე კი 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 შეარხევს. ამიტომ ამ სარქველების დაავადებულებისას მეორე ტონის მაგიერ ისმის შუილი. პირველი ტონის წარმოშობაში ატრიო-ვენტრიკულური სარქველების დახურვა და უბეების რხევითი მოძრაობაც მონაწილეობას ღებულობს. მაგრამ ამის გარდა პირველი ტონი დამოკიდებულია იმ ტონზე, რომელსაც პარკუქის კედლების შეკუმშვა იძლევა. პირველი ტონი მაშინაც ისმის, თუ ხელოვნურად შეუძლებელ ვყავით ატრიოვენტრიკულური სარქველების მოქმედება (ლიუდვიგი და დოგელი), ან და თუ მოვისმინეთ ძუძუწოვართა ამოკრილი გული, და მასთან სრულიად უსისხლო. როდესაც ეს სარქველები დაავად-

მყოფებულია, მაშინ პარკუქის კედლების ტონი დაიხშობა ხოლმე სარკველების შილით.

გულის ტონები შეიძლება მოვისმინოთ შორს მანძილიდან თუ მიკროფონს მოვისმართ. მიკროფონის საშუალებით გულის ტონი შეიძლება ვარდაცკეთ კაპილიარულ ელექტრომეტრს ან ეინკჰოვენის სიმის გალვანომეტრს. გალვანომეტრის რხევას რომ ფოტოგრაფიული რეგისტრაცია უყუთ, მაშინ გულის ტონის მრუდეებს მივიღებთ (ფრანკი). შეიძლება აგრეთვე რეგისტრაცია უყუთ სტეტოსკოპში მოსმენილი ტონების რითმს მარცხის კასულების საშუალებით (მარციუსის მიერ აღკვეტილი რეგისტრაციისა).

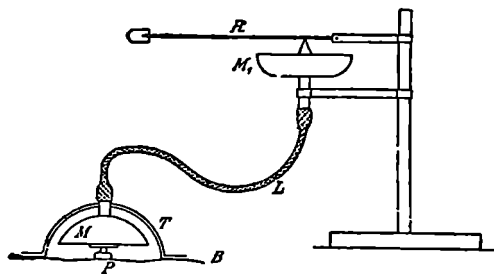
გულის ძგერა. გულის ფორმისა და მდებარეობის ცვლილების გამო აგრეთვე მისი კონსისტენციის ცვლილებისა და სისხლით გატენის წყალობით გულის წვეტი სისტოლის დროს შეკრდის კედელს ფერო ძლიერ აქერს, ვიდრე დიასტოლისას. ეს მიწოლა შეიძლება ითითაც ვიკრძნოთ მეტადრე მეხუთე და მეექვსე ნეკნს შუა, იშვიათად მეექვსე და მეშვიდე ნეკნს შუა. (სურ. 18).



სურათი 18.

სურათი 18. I. გორიზონტული გაკრა გულისა და ფილტვებისა გულშეკრდისმდებლობით გულის ფუძეს ფორმის ცვლილების სადემონსტრაციოდ. FG—პარკუქთა გაუდიგარდმო დიამეტრი და c—პარკუქის წინა კედლის ადგილი დიასტოლის დროს; a b—პარკუქთა გარდიგარდმო დიამეტრი სისტოლის უამს, c—მათი წინა კედელს მდებარეობა სისხლის 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 [თვალითაც ინახება. პათოლოგიურ შემთხვევებში ძეგრის ფარვალი ფართოვდება, და თვით ძეგრა ისე ძლიერდება, რომ მთელი გულ-მკერდი ირხევა.



სურათი 19.

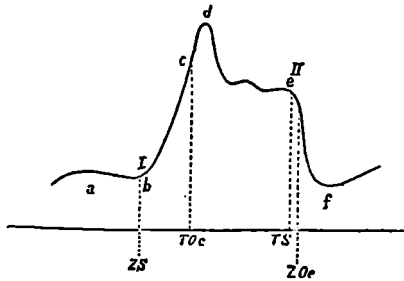
მაგრებენ ტანზედ ზორტებით. წოლის ცვლილება M —ში გადადის კაუჩუკის ზილის (L) საშუალებით მეორე საწერავ კაპსულში, რომლის მწერავი ბერკეტი (R) კიმოგრაფზედ სწერავს (დანაილევსკიდან).

გულის ძეგრის დაწვრილებითი შესწავლა გრაფიკული მეოდიით სწარმოებს. ამ მიზნით გულის ძეგრის ალაგას მიადებენ მარჯის მიძლებ კაპსულას, რომელსაც ლილისებრი ფენი აქვს გაკეთებული (სურ. 15). ეს კაპსულა მილით უერთდება მეორე დამწერ მარჯის 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; მტადრე დიდი მნიშვნელობა აქვს პარკუქის სისხლით ავსებას. (სურ. 15, E).

კარდიოგრამის აზრიანი გაგება მხოლოდ მაშინ შეიძლება, თუ ერთდროულად დაიწერება არტერიის პულსი (ის, ქვემოთ), სარქვლების დახურვა და გულის ტონები. პირველი ტონი, როგორც ვიცით, სისტოლის დასაწყისში ისმის, მეორე კიდე-დიასტოლისა, ასე რომ პარკუქის სისტოლა ამ ტონთა შუა დროს მოდის. გულის ძეგრის მრუდეზედ სისტოლის დაწყება აღინიშნება ციკაბი ამავალი მუხლით,

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

სასტოლის ბოლო კიდე ციკაბივე ჩამავალი მუხლით (სურ. 20). მეტი წილი ამავალი მუხლისა (bc) დახურვის პერიოდს შეუფარდდება. ამ დროს გული აწევა მკერდს ერთწილად კედლების შეკუმშვის გამო, ერთწილად კიდე სისხლით გავრცელების გამო. როდესაც მრუდე d-წერტილს მიაღწევს, სისხლით გავსება კლებულობს, მაგრამ მცირედ, ასე რომ გული განაგრძობს გულმკერდზე მაქერას. ნხოლოდ e-წერტილიდან იწყება პარკუქის მოცულობის შემცირება, რაც სისხლიდან დაცარიელებას მოსდევს და იმასთან გულია მიქერაც კლებულობს (f-წერტილამდინ). ნიკრე ტალღა a-ად აღნიშნული შეუფარდდება წინა გულის სისტოლას. ზემო აღწერილობის თანახმად გულის ძგერა უმთავრესად დახურვის პერიოდს გამოიხატავს.



სურათი. 20.

სურათი 20. კარდიოგრაფის ანალიტიური სქემა. ZS და Z0e - დახურვა და გაღება არტერიული ტრიკულური კლაპანებისა; T0c და TS - გაღება და დახურვა ნაბჯლის ბრი კლაპანებისა; a - წინა გულის შეკუმშვა; de - პარკუქების შეკუმშვა; bc - ამ კლაპანების დახურვის პერიოდი; ce - სისხლის გულიდან გარეკის პერიოდი; ef - დიასტოლა; I და II აღნიშნავს გულის პირველ და მეორე ტონს. (უნიც-ლევიდან).

გულის ცემის ცალკე ფაზთა ხანგრძლივობა. ცხოველების გულის შეიგნითა და არტერიული წოლის შესწავლით, აგრეთვე ადამიანის გულის ტონთა, გულის ძგერის და არტერიული პულსის შესწავლით შეიძლება გამოავარკვიოთ სხვადასხვა გულის ცემის ფაზთა ხანგრძლივობა. ქვემოთმოყვანილ ცხრილში მოცემულა საშუალო ციფრები იმ შემთხვევისთვის, როდესაც პულსის რიცხვი წამში 75 უდრის.

მთელი გულის პერიოდი	0,80 წუთი.
1. პარკუქის სისტოლა .	0,30 "
a) დახურვის პერიოდი .	0,10 "
b) გარეკის პერიოდი	0,20 "
2. პარკუქის 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 კიდევ აორტის სარქველები იხსნება. დიასტოლის დასაწყისში ეს სარქველები იხურება, ატრიო ვენტრიკულური კიდევ იხსნება. აორტული სარქველების დახურვა მეორე ტონს იძლევა. ფიქობენ, რომ პარკუჭის მოდუნება იმავე დროს უნდა იყოს, როგორც შეკუმშვა ე. ი. 0,3 წუთს. შენაიგ გულის პაუზა მოსდევს და ბოლოს წინა გულის სისტოლა, რომელიც პარკუჭის დიასტოლის უკანასკნელ ხანს სწარმოებს. შემდეგ ხელახლად იწყება იმავე ფაზთა განმეორება.

გულის ცემის პულსის სიხშირე. გულის ცემის სიხშირე გამოიკვლევიდა ხოლმე გულის ძგერის მიხედვით, ან და გულის ტანთა ან არტერიული პულსისა. ნორმალურ პირობებში ეს უკანასკნელი სრულიად შეეგუება გულის ცემას. მოზრდილ მამაკაცს დაწოლისას პულსის სიხშირე წამში 60 უდრის ფეხზე დგომისას კიდევ—72—75 წამში. დედაკაცების პულსი მამაკაცებისაზე ხშირია, ზალღებს კიდევ უფრო მეტი აქვთ, ვიდრე მოზრდილებს. მეტადრე ხშირი პულსი ალად შობილთ აქვთ (120—140); წლოვანობის მოცატებით სიხშირე პულსისა კლებულაღს ჯერ სწრაფად და მერე სულ უფრო და უფრო ნელა. აღნიანი რომ 20—21 წლისა ხდება, პულსის სიხშირე ერთს რაოდენობას აღწევს და 66 წლამდე ეს რაოდენობა უცვლელი რჩება. ამ წლიდან კი პულსის სიხშირე ხელახლად 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 კიდევ 25—28-ჯერ, ყველაზე ხშირი წვრილ მფრინველთ აქვთ.

გულის ცემის რითმი ცვალებადობს სხვათა შორის დღე-ღამის განმავლობაში: დილით პულსის რითმი უფრო მკირეა, სადილს შემდეგ მატულობს, საღამოზედ კიდევ ხელახლად მკირდება. აქას უწოდებენ პულსის დღე-ღამით რხევას. ეს რხევა მიეწმავსება სხეულის ტემპერატურის რხევას.

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

კუნთების ინტენსიურ მუშაობისას (მოაზე ასეღა, სწრაფი სიარული და სხვა) აგრეთვე პულსის რითმი მატულობს. ამ მოვლენის მიზეზი გამოკვლეული არაა. შეიძლება ასე ანაზრად ნიეთარებათა გაცვლა-გამოცვლის ნაყოფი მოქმედებდეს გულზე.

შემდეგ, თვით სხეულის შრ ბარეობა მნიშვნელოვად მოქმედობს; დაწოლისას პულსის სიხშირე ნაკლებია, ჯსოზისას მეტია და დგომისას კიდე უფრო მეტი. ცხოველურებად იყო შეჩნეული ამგვარი მოვლენა: შნაურ კურდღელს რომ მეცეთ ვერტიკალური მდებარეობა თავით ზემოდ მისი პულსი გაცილებით მეტია, ვიდრე მაშინ როდესაც თავი ქვემოთ აქვს დაკიდული. მდებარეობის გავლენა გულის შეთკავებული ნერვის (n. vagus) მოქმედება და მოკიდებული. ამ ნერვის ვადაქის შემდეგ მდებარეობის ცვლილება გულის ცემაზედ აღარ მოქმედობს. ცხადია, მდებარეობა ისე უნდა მოქმედობდეს გულის ცემაზე, როგორც ჩონჩხის მუსკულატურის ტონუსზე ე. ი. ცენტრალური ნევეული სისხლის საშუალებით; ნერვეული მტკანისზმის მოქმედება აქაც უნდა აღძრბოდეს იმ მეორენდელ გალიზიანებათა გამოისობით, რომელთაც მდებარეობის ცვლილება იწვევს. ხოლო ამ მარეც ეს საკითხი სრულებით არაა გამოკვლეული.

ცებ-ცხელების დროს პულსი ხშირდება. ეს გახშირება ტემპერატურის აწევით თვლება ცებ-ცხელების მნიშვნელოვან სიმტრამად. სხვა და სხვა ავადმყოფობისას პულსი ან ხშირდება ან და იშვიათდება. ბევრი შხამი და წამალი გამოიწვევს პულსის რითმის გახშირებას; ბევრი კიდე მას გაანელებს. სპორტოვანი სასმელები: ჩაი, ყავა ჩვეულებრივ პულსის რითმი მატებს.

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

გულის მუშაობა. გულის მუშაობა ორი ოდნობისგან შესდგება. ჯერ ერთი, შეკუმშვას იგი აძლევს პარკუქადან განავალ სისხლს ცნობილ სასწრაფეს, როპლის წყალობით სისხლი მოძრაობს. მერე, გული დაძძლევს იმ დაბრკოლებას, რომელსაც მის მუშაობას არტერიებში აასებული სისხლი უჩენს. ეს დაბრკოლება მეტადრე დიდია აორტის სისტემაში ამიტომ გულის კუნთის ენერგია უმეტესად ამ დაბრკოლების დაძლევას უნდება. სიაწოადის მიცემაზე კი იხაოჯება გულის მუშაობის ცხო-

ლოდ ორი პროცენტი. ამიტომ გულის მუშაობის გამომანგარიშებისას შეიძლება ეს ოდნობა მხედველობაში არ ვიქონიოთ.

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

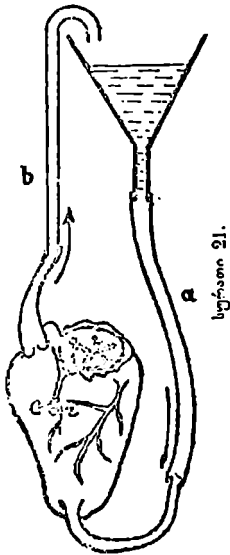
აორტაში სისხლის წოლა უფროს იმ სიმაღლეს, რამდენადც გული ასწევს ხოლმე სისხლს აორტაში გაკეთებულ ვერტკალურ მილში. ეს სიმაღლე დაახლოვებით 1, 5 მეტრია. მაშასადამე, მარცხენა პარკუჭის მუშაობა თითოეული სისტოლის დროს A უფროს 0,055 კილოგრამს გამრავლებულს 1,5 მეტრზედ ანუ 0,08 კილოგრამმეტრს.

მარჯვენა პარკუჭის მუშაობა გაცილებით ნაკლებია. იგი შეიძლება ჩავთვალოთ მარცხენა კუჭის $\frac{2}{3}$ -ად ე. ი. 0,038 კილოგრამმეტრად. ამანიარად, ორივე პარკუჭის მუშაობა მე-0,11 კილოგრამმეტრს უფროს მაშასადამე, წაშში გულის მუშაობა შეადგენს $0,11 \times 70 = 7,7$ კილოგრამმეტრს, საათში 462, დღეღამეში კიდე საშუალოდ—1100 კილოგრამმეტრს.

რასაკვირველია, გულის სისტოლური მუშაობა ცვალებადია მისღა მიხედვით თუ იგი რა მოთხოვნილებას აკმაყოფილებს; ორგანოთა მომეტებული მუშაობა, მეტადრე მასაზრდოვებელი ორგანოებისა და კუნთებისა თხოულობს მომეტებულ სისხლის დენას. ეს კიდე იწვევს გულის მომეტებულ მუშაობას. აგრედვე მატულობს გულის მუშაობა თითოეულჯერ დაბრკოლების გადიდებით დღს ან მცირე სისხლის მიმოქცევის წრეში. თუ ასეთი ზედმეტი მოთხოვნილება გულის მუშაობისადმი დიდხანს გრძელდება, გულის პარკუჭებს ჰიპერტროფია ემართება. იზრდება გულის კუნთის მასსა და აგრეთვე მისი მუშაობის უნარი.

გულის სარქველთა მოქმედების დაკვირვება. ახალ ხარის გულს მოაქრიან ფრთხილად მარცხენა წინაგულს, რომ ატრიო-ვენტრიკულურ-

რი კარი კარგად სჩანდეს. მერე მარცხენა პარკუტის წვერში შეურ-
კობენ და დაამაგრებენ მოგრებილი შუშის მილს, რომლის მეორე ბო-
ლოს ძაბრი აქვს გაკეთებული (სურ. 21). აორტაში სარქველთა ცო-
ტა ზემოთ ამაგრებენ ერთს შუშის ბოლოს, რომლის მეორე ბოლო
ძაბრს დაჰყურებს ზემოდან. გული და მთელი ეს სისტემა ჰაერშია და-
კიდული რკინის შტატივზე.



სურათი 21.

სურათი 21. აბრლოვებრიკულური სარქველების მუშა-
ობა. განმარტება იხ. ტექსტი. (ციტოვიჩი).

შემდეგ, ძაბრში ჩაახშვენ წყალს, რომელიც შევა მარცხენა პარკუტში. მა-
შინვე გახსნილი ატრიო-ვენტიკულური 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 მილი სადმე კაუჩუ-
კიან ნაწილში (a) შეკრულია, მაშინ მარცხე-
ნა პარკუტი მისი მოქერის შემდეგ ცარი-
ელდება: ახალი წყალი იქ არ შედის ძაბ-
რიდან, აორტიდან კი ღე დახურული სარ-
ქვლები არ უშვებენ. ეს აორტის სარქველ-
ების მუშაობა ნათლად დაინახევა, თუ მო-
ყვანილი ცდის შემდეგ ამ აორტის სარ-
ქვლების ქვემოთ მოგვკრით: დახურული

სარქვლები ქვემოდან დაინახევა.

1. კარდიოგრაფიის მიღება მარცხ სფიგროგრაფის საშუალებით. ეს
წესი აწერილი იყო ზევით. (იხ. სურ. 19).

2. ზაყაყის გულის ცემის რეგისტრაცია გულის პინცეტით. იხ. ამ იარა-
ღის ხმარება გვ. 100. თუ გულის პინცეტის ჯამებს შორის მოჰყვა მთელი გუ-
ლი, მაშინ პინცეტის დაწვერი ბერაკეტი დასწერს ორფაზიან მრუდეს; ჯერ წინა
გულისას—უფრო ხანმოკლეს და მერე პარკუტისას—უფრო ხანგრძლივს და მ. ლილს.
ამ ცდის საშუალებით შეიძლება კარგად გათვალისწინდეს გულის მოქმედების
სხვა და სხვა ფაზთა მიმდინარეობა.

3. სტეტოსკოპით მოსმენა გულის ტონთა ადამიანზედ და ძაღლზედ.
ამ დაკვირვების წარმოებას განმარტება არ სჭირია.

4. პარკუჭის შიგნითა წოლის დაკვირვება ხისტოლისა და დიახტოლის დროს. უმოდრო ცხოველს (ნარკოზი, დაკურარეგება) მარცხენა პარკუჭში საძილე ძარღვის საშუალებით შეუყოფენ კატეტერს. უკანასკნელი წინდაწინვე ავსებულია თიზიოლოგიური ხსნილით და კატეტუკის მილით შეერთებულია ვერცხლ წყლიან მანომეტრთან. ამ მილს გზაზე გაკეთებული აქვს ევრეთ წოდებული გოლც-გაულის (Golz-Gaule) ონკანი, რომელიც მხოლოდ ხან ერთი მიმართულებით იხსნება, ხან მეორეთი.

ა) თუ ეს ონკანი ისეა დაყენებული, რომ იგი იღება მხოლოდ გულიდან მომავალი სისხლის მიმართულებით, მაშინ თვითველ შეკეპშე-სას მანომეტრის თავისუფალ მუხლში ვერცხლის წყალი ზევით აიწევს; რამდენიმე სასტოლის შემდეგ ვერცხლის წყლის დონე მიაღწევს ერთეუარ სიმაღლეს, რომელიც პარკუჭის მაქსიმ. ლურ წოლას შეუფარდდება. სისხლი უკან არ ბრუნდება ონკანის წყალობით. ეს სიმაღლე ცხენის მიმართ უდრის 200—300 mm Hg., ძაღლის მიმართ 150 mm Hg., (ადამიანის მიმართ კი 200 mm Hg.).

ბ) თუ რომ ონკანი უკუქც ერთი მიმართულებით გაუყოფეთ, მაშინ ცხაღია მანომეტრი მინიმალურ წოლას მოკვებებს: პარკუჭის დიახტოლის დროს იგი ცხენზედ—50 mm Hg ს უდრის. ძაღლზედ კი—20 mm Hg.-ს, (ადამიანზედ—10 mm Hg.-ს).

ეს უარყოფითი წოლის ოდნობა დამოკიდებულია, როგორც ვიცით, ორ გარემოებაზე: გულის ყაფაზის შემსრუტავ მოქმედებაზე და საკუთრად გულის ძალაზე. რუ აღწერილ ცდას ვაწარმოებთ გულ-შეკრუდ გ-ხსნილ პრეპარატზედ და ამით გულ-მკერდის შემსრუტავი მოქმედება შეკლებულია, მაშინ უარყოფითი წოლა პარკუჭისა გარკვევით მცირდება.

5. ბაყაყის გულის ავტომატური მოქმედება. ბაყაყს მიაკრობენ გულაღ-გა. გაღხსნიან გულს, მოაცილიან გულის პერტნვს, დააკვირდებიან გულის განყოფილებათა ცეკას: პირველად შეიკუმშებიან სინუსები, შემდეგ წინაგულები და ბოლოს პარკუჭი.

ა) შემდეგ ამოაპრიან გულს და გადიტანენ სუკათ თუფშხედ. იგივე გულის მოქმედება აქაც გაგრძელდება. მხოლოდ რითმმა შეიძლება იკლოს.

ბ) მტრელი მაკრატლით მოაპრიან სინუსებს. გულას ცემა ამის შემდეგ არ შესდგება: სინუსები და გული ორივე იმოქმედებს.

გ) მაკრატლით მოაპრიან პარკუჭს. წინაგულის ნარჩენი იმოქმედებს სპონტანურად, პარკუჭი კი არა.

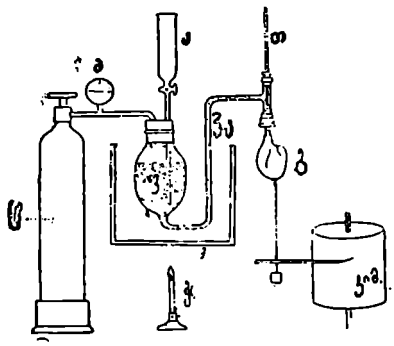
დ) პარკუჭს უჩხვეტენ ქინძისთავით ან პინცეტით. იგი ერთხელ შეიკუმშება. მიაღებენ ქლოროანი ნატრის კრისტალს, იგი ცოტა ხნის შემდეგ დაიწყებს რითმულ მოქმედებას.

ე) პარკუჭს მიაღებენ ელექტროდებს და გაატარებენ გაღვანურ ნაკადს ერთი აკუმულიატორიდან. ნაკადის გატარების დროს იგი რითმულ შეკუმშვას იწყებს.

ვ) ამოპრილს გულს ფუძეთი მიაკრობენ საცობს, რომელსაც მერე შეიტანენ პატარა ტუქაში და მის ძირზე როგორმე გაამარებენ. პარკუჭის წვეტს

გამოსდებენ პაწაწინა ჩანგალს, ამას მოაბამენ ძაფს და შეუერთებენ ენ გელ-
მანის მიოვრათს: ამის შემდეგ ქიქაში ჩაასხავენ ოთახის ტემპერატურის
(12—15°C) ფიზიოლოგიურ ან რინგერის ხსნილს და გულის ცემას კიშო-
გრაფზედ დაწერენ. მერე შეაკვლიან ხსნილს ტემპერატურას. არსებულ სით-
ხეს ამოსრუტავენ პიპეტით და ჩაუშევენ 2ა'ს-მდე გამაზარ ხსნილს ამს შემ-
დეგ გულის ცემის რითში მატულობს, ხოლო მისი ამპლიტუდა კლებულობს და
მსთან ერთად შეუქმების პერიოდი.

6. თბილ-სისხლიანთა გულის ავტომატური მოქმედება. ეთერით დაძი-
ნებულ ცხოველს—კატას ან შინაურ კურდღელს—მიაბმენ საოპერაციო მაგიდას.
სწრაფად გაუქრ ან გულმკერდს ნაკნების ზედიზედ გადაქრით, შემდეგ გულის
პერანვს აორტის ასწუროვ ნაწილში შეუყოფენ კანიულას და მაგარი ძაფით
დააპაგრებენ. აუცილებლად საჭიროა, რომ კანიულა აორტის სარქველებს ზე-
მოთ მოექცეს, მაშასადამე, საგულე ძარღვების კარის ზემოთ. კანიულა წინ-
დაწინავე შეერთებულია კ. ურკის მ. ლით ძ. ბოთლს და მთელი ეს სისხემა გავ-
სებულია თბილი ლოკკის სითხით 39°—40° C. როდესაც კანიულის გამაგრე-
ბას ბოძებთან, გულს ამოსქრიან, გადიტნენ და შეუერთებენ დიდ ბოთლს,
რომელ წინა ლოკკის სითხე იმყოფება და მუდმივად 40° მდე თბება. ამ
ბოთლში მყოფ სითხეში გაატარებენ ენკადას. ბოთლში სითხე ისეთ წოლას
უნდა განიცდიდეს, როგორც ეს აღებული ცხოველის სისხლის წოლა შეეუქრე-
ბა. ამისათვის ბოთლი შეერთებულია ანომეტრთან და კაურკის ბუტლთან, საი-
დანაც ბოთლში ჰაერის წოლას ასწევენ. როდესაც ცდა ასეთ ნაირად არის გან-
წყობილი, მოსაზრებულ სითხე ენკადალით გადმოძიონ ვაილის აორტით
და საგულე ძარღვებით. ესა ჰქანის საჭირო პირობებს გულის სამოქმედოდ ტემ-
პერატურისა, კვეისა და გახური გაცვლა-გამოცვლის მხრივ. ამ ცდის სქემა
მოცემულია მე. 22 სურათზედ.



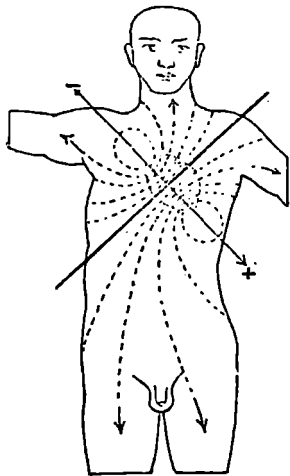
სურათი. 22.

სურ. 22. თბილ სისხლიანი ცხო-
ველის ამოქრილი გულის მოქმე-
დების შესწავლა გელოვანურ პი-
რობებში. საჭირო იარაღების სქე-
მური გამოხატულება. გ — გული, რო-
მელშიაც გამაგრებულია შუშის კა-
ნიულა. ეს კანიულა უერთდება ერთ-
გვარ შუშის ტუბოს, რომელშიც
შეყალიბია ტერმომეტრი (თ) და
რომელიც უერთდება ბოთლს (ფ)
შუშისა და კაურკის მილის საშუა-
ლებით. ბოთლში ლოკკის ხსნი-
ლია, რომელსაც ასბამენ ონკანიან
ძაბრით (ძ). ბოთლი უერთდება
თავის მხრივ ენკადალით სავსე ტუბს

ბას. აქედან უშვებენ იმოდენა ენკადას რომ ბოთლში ამ გაზის წოლამ მიაღს
წიოს აღებული ცხოველის ნორმულ წოლას. ამას გაითვალისწინებენ მანომეტრის
(მ) საშუალებით. ბოთლი სდგის ქვაბში (ქ), რომელსაც 39°C-მდე ათბობენ
გაზის ან ნავთის ქრაქით. (უენ ც-ლევი დან).

მ. ელექტროკარდიოგრაფია.

ზოგადი ცნება. გულის კუნთის მოქმედებას აგრეთვე სდევს ელექტრული ნაკადის წარმოება, როგორც ჩვეულებრივ კუნთის და სხვა კოცხალი ქსოვილის მოქმედებას. (იხ. ამის შესახებ გულის კუნთის ზოგადი ფიზიოლოგია. ტომი პირველი, გვ. 97). ამ ელექტრულ მოვლენას შეიძლება რეგისტრაცია უყავთ, თუ რომ ცხოველს გულმკერდს გაუხსნიან და გულს პირდაპირ გალენომეტრს შეუერთებთ. მაგრამ შეიძლება აგრეთვე გულმკერდის გაუხსნელადაც შევისწავლოთ გულის ნაკადის მსვლელობა. ეს ელექტრული ნაკადი ისე ვრცელდება ადამიანის თუ ცხოველის სხეულში, რომ შესაძლებელია სხეულის ნაწილების გალენომეტრთან 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 ფუჟის ელექტრულ პოტენციალს, მარცხენა ხელი და ფეხი კიდევ — გულის წვეტიან პოტენციალს (იხ. სურ. 23). ამიტომ მარჯვენა ხელის და მარცხენა ფეხის გალენომეტრთან შეერთება იმასვე ნიშნავს, თითქოს გულის ფუჟე და წვეტი შეერთებულიყოს.



სურათი 23.

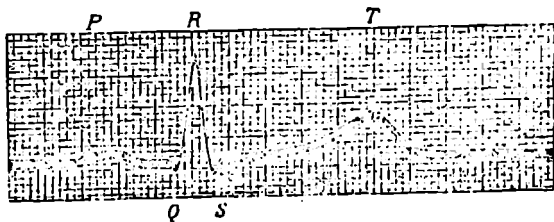
სურ. 23. გულში აღმოცენებული მოქმედების ნაკადის განწყობილება სხეულში (Waller).

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 ფუჟის ელექტრულ პოტენციალს, მარცხენა ხელი და ფეხი კიდევ — გულის წვეტიან პოტენციალს (იხ. სურ. 23). ამიტომ მარჯვენა ხელის და მარცხენა ფეხის გალენომეტრთან შეერთება იმასვე ნიშნავს, თითქოს გულის ფუჟე და წვეტი შეერთებულიყოს.

ვანომეტრთან შეერთება იმასვე ნიშნავს, თითქოს გულის ფუჟე და წვეტი შეერთებულიყოს.

ელექტრო-კარდიოგრაფიის სახე. ადამიანის და ცხოველის ელექტროგრაფიას სრულიად ერთი და იგივე სახე აქვს. ნორმულ პირობებში მუდამ სამ წვეტიანი ანუ კბილოვანი ნაკადის ქცევასთან გვაქვს საქმე. პირველი კბილი მცირე ოდნობისაა და შეუფარდება წინაგულის შეკუმშვას. მას აღნიშნავენ ასო P-თი. მეორე და მესამე კიდევ — 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 გალვანომეტრში შეტანილია გულის ფუძე და გულის წვეტი ან და მარჯვენა ხელი და მარცხენა ფეხი, მაშინ P-სა და R ს პულს ერთი მიმართულება აქვს, ხოლო T-ს შეიძლება ჰქონდეს როგორც ამ ორის მიმართულება, ისე წინააღმდეგი, ან და ეს ორივე მიმართულება, ე. ი. ჯერ კბილი აბსცისის ერთ მხარეზეა მოქცეული, მერე მეორეზე (ვორონცოვი). ამ სპეციალურ კბილთა გარდა ჩვეულებრივ უზადლებას აქცევენ აგრეთვე ორ მცირე კბილს R-ის დასაწყისში (Q), და R-ის გათავებისას (S). S და T-ს შორის ელექტრული ნაკადი ურხევია, იგიარ აღინიშნება გალვანომეტრით.



სურათი 24.

სურ. 24. ადამიანის ელექტრო-კარდიოგრამა. მიღებულია ეინთხოვენის სიმის გალვანომეტრის საშუალებით. განპარტება იხ. ტექსტში.

ელექტრო-კარდიოგრამის ცვალებადობა. ელექტროგრამას აღნიშნული ხასიათი მუდმივად მხოლოდ მაშინ აქვს თუ მას მთელი ცხოველიდან ან და გულის ფუძისა და წვეტის საშუალებით მივიღებთ; თუ კიდე გალვანომეტრის წრეში შევიტანეთ გულის სხვა და სხვა ალაგი, მაშინ პარკუქის ელექტროგრამა ამ ალაგების მიხედვით ძლიერ ცვალე ბადობს. ამასთან იცვლება როგორც T, ისე R, როგორც მიმართულების მხრივ, ისე სიმაღლისა და ხანგრძლივობის მხრივ. ასე იპიტომ ხდება. რომ გულს მეტად რთული აგებულება აქვს. მის თვითვეულ ნაწილში კუნთის ძაფთა ფენათა მიმართულება და სისქე ერთი და იგივე არაა. ამიტომ მათი აგზნებისას ნაკადის მიმართულება და ინტენსივობა ერთნაირი არ უნდა იყოს. ამასთან თვითვეული წერტილის ელექტრობის მდგომარეობა შეუფარდდება მარტო ამ წერტილში აღმო-

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

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

ელექტრო-კარდიოგრაფის ინტერპრეტაცია, პარკუქის ელექტროგრაფის ანალიზი აქნობამდის დამაავრებელი არაა. პირველად მიღებული იყო, რომ აღმნიშნულ და საერთოდ ორკამერიანი პარკუქის ნორმული ელექტროგრაფის ორივე კბილი ერთი მაპარტულებისა უნდა იყოს (Gotch). ამისდა მიხედვით ასეთი აზრი იყო გამოთქმული ამ ელექტროგრაფის ასახსნელად: აგზნება პარკუქში იწყება ფუძეზე მარცხნივ და მით მოქმედების ნაკადის დაწყებას იწვევს (R-ის დასაწყისი); აქედან აგზნება მიიმართება წვეტისკენ და როდესაც მიაღწევს პარკუქის წვეტს, მაშინ ამ ნაკადის დაცემა მოხდება (R-ის გათავება); შემდეგ აგზნება ბრუნდება უკანვე, ხოლო სხვა გზით: იგი გაივლის პარკუქის ფუძესკენ მარჯვნივ, 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 განიხილავდენ გულის ელექტრულ მრუდებს 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 კამერიანი გულის ელექტროგრაფმა სრულიად წააგავს ადამიანისას და საერთოდ თბილ-

სისხლიანისას, რომელთა გულს ორი კაქერა აქვს, და ამასთან პარკუქის ელექტროგრაფის ორივე კბილი შეიძლება იყოს როგორც ერთი და იმავე მამართულებისა, ისე მოპირდაპირე მიმართულებისაც, ამიტომ საჭიროა შეიქნა იპნაირი ინტერპრეტაცია, რომელიც ყველა ამ გარემოებათ სრულიად შეეფუება. ასეთი ინტერპრეტაცია მოიცავს ვორონცოვმა ნ. ვეედენსკის ლაბორატორიიდან.

მისი გამოკვლევით პარკუქის ელექტროგრაფის დასაწყისი შეუფარდება პარკუქის ზედაპირის აგზნებას მისი ფუძის და შუაგული მესამედის საზღვარზე, ე. ი. იმ პარკუქის ფარგალს, სადაც ჰისის კონა ვრცელდება, რომელიც წინაგულს და პარკუქს აერთებს და რომელსაც აგზნების აპულსები წინაგულიდან პარკუქში გადააქვს. რადგან ამ ალაგს კუნთის ძაფთა კონკტი ცერად მიიმართიან პარკუქის გასწარვი ღრძის მიხედვით, ამიტომ უარყოფითი ელექტრობა აგზნებასთან შეკავშირებული უფრო მალე გადადის პარკუქის ფუძეში და წვერში (თუმცა ერთი ინტენსივობით არა), ვიდრე მსი გვერდების კელეფში. აქედან ცხადია, ერთი გაღვენომეტრის ელექტროდი რომ წინა გულზე იდოს, მეორე კიდე გულის წვერზე, მაშინ უსათუოდ R კბილს მივიღებთ, რადგან ელექტრობა ფუძის უფრო მალე აღწევს, ვიდრე წვერზე. გვერდებიდან აგზნება ვრცელდება მთელს გულში. ყველაზე აღრე ზუოგისა და მუცლის ზედაპირის შუაგულს აღწევს, რადგან აქეთვენ მიმავალი კუნთოვანი გზა ყველაზე მოკლეა. რასაკვირვებლია, ამ ალაგას აგზნება უფრო მალეც უნდა გათავდეს. ყველაზე გვიან აგზნება წვეტს აღწევს და იგი აქ ყველაზე გვიანაც თავდება. ამ ორი მოქნტიით და მასთან იმ გარეებით, რომ გულის წვერე მეტწილად გაზდიგარდმო კონტებისგან შესდგება, განისაზღვრება T-ს უარყოფითი მიმართულება, რაც ჩვეულებრივ მაშინ ხდება, თუ მეორე ელექტროდი გულის წვეტზედა სდევს, და აგრეთვე T-ს დადებითი მიმართულება, რადგანაც იგივე ელექტროდი ზურგის ან მუცლის ზედაპირის შუა ალაგას სდევს.

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

მათი სიახლოვე—სიშორეზე ელექტროდებიდან, იმ მიმდევნობაზე, რომ-
ლითაც აგზნება ამ ნაწილებში ვრცელდება, აგრეთვე გაოგმო არეს
გაქტარებლობაზე და სხვა.

9. გულის მოქმედების წარმოშობა.

გულის მოქმედების საჭირო პირობები. ძუძუმწოვარ ცხოველთა
ამოქოილი გულის მუშაობის გამოკვლევებიდან დასკვნეს, რომ გულის
ენერჯია უმთავრესად დამოკიდებულია მის ძარღვებით განვლილი სის-
ხლის რაოდენობაზედ. სისხლის მიმოქცევის გაძლიერება გვირგვინოვან
ძარღვებში უსათუოდ გამოიწვევს გულის ცემის გაძლიერებას. გულის
ცემის გაძლიერება კიდევ იძლევა სისხლის დენის აჩქარებას გულისკენ.

სისხირე ამოქოილი გულისა, საერთოდ რომ ითქვას, სრულიად
დამოკიდებულია ნივთიერებათა გაცულა-გამოცულაზე გულის მუსკუ-
ლატურაში. ყველა იმ პირობებში, რომლებიც ამ გაცულა-გამოცულას
ხელს უწყობენ, გულის ცემის რითმი ხშირდება. პირიქით, ხელ შეუ-
წყობელ პირობებში ეს რითმი კლებულობს. ამ საზოგადო კანონს ჩვენ
უკვე გავეცანით კუნთის საზოგადო ფიზიოლოგიაში. ამის მიხედვით
თვითეული გარემოება გულზე მოქმედებს ან რითმის დაკლებით, ან
რითმის მომატებით.

ტემპერატურა როგორც ძირითადი პირობა ნივთიერებათა გაც-
ულა-გამოცულისა, რასაკვირველია, გულზე მოქმედობს. მისი რითმი ხშირ-
დება, თუ ტემპერატურა მაღლა აიწევს; თუ კიდევ დაიწევს, მაშინ გუ-
ლის რითმი კლებულობს.

ჟანგბადი აგრეთვე ნივთიერებათა გაცულა-გამოცულის აუცილებელ
პირობას წარმოადგენს და მისი მატება-დაკლება, ცხადია, ჰმატებს და
აკლებს გულის ცემის რითმს. როდესაც ჟანგბადის შემცირება ნულამ-
დის აღწევს, გულის ცემა სრულიად სწყდება, მაშინ სწარმოებს ეგ. წოდ.
ასფიქსია. ამიტომ თბილ სისხლიანთა ამოქოილ გულში გასატარებელი
სითხე ჟანგბადს უთუოდ უნდა შეესაყვდეს. ცივისსხლიან ცხოველთა
გულს კი ჟანგბადოდ დიდს ხანს შეუძლიან მოქმედება, ზოგჯერ მთე-
ლი დღე ღამეც. ეს იპით აიხსნება, რომ ცივისსხლიანებში ნივთიერე-
ბათა გაცულა-გამოცულა მეტად ნელა სწარმოებს; ამიტომ ვიდრე გუ-
ლის მუსკულატურაში ორგანიულად შეკავშირებული ჟანგბადის მარა-
გი დაიხარჯებოდეს, დიდმა დრომ უნდა გაიაროს.

როდესაც ჟანგბადი იღრევა, მაშინ როგორც თბილ, ისე ცივისსხ-
ლიანების გულის რითმი უსწორმასწორო ხდება (ლუჩიანი). გულის ცემა

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

მასაზრდოებელ ნივთიერებათა ზეტ-ნაკლებლობაც ანალოგიურად
მოქმედებს გულის მუშაობაზე. ამოკრილ გულნი სისხლის მაგიერ ისე-
თი სისხე უნდა იხმაროს, რომელიც მთავარ მასაზრდოებელ ნივთიერე-
ბათ შეიცავს. ასეთ სითხეს, მაგ., წარმოადგენს ჟანგბადით გაძლიერილი
იმ მინერალური მარილებს ხსნილი, რომლებიც სისხლში მოიპოვება.
ამ მიზნისათვის გამოსადეგი ხსნილი ჯერ რინგერმა მოგვცა. ეს სი-
თხე წარმოადგენს საკმედი მარილის ტუტიან ხსნილს; მასში შემავალი კი-
დე ცოტაოდანი ქლორიანი კალი და ქლორიანი კალცი. შემდეგ ლოკ-
კმა ასეთი ხსნილი იხმარა. 100 კუბ. ს. წყალში მან გახსნა 0,9—1,0
NaCl, 0,02 CaCl, 0,02 KCl, 0,01—0,03 Na₂CO₃. ამ სითხეს გაძი-
ლობენ ჟანგბადით და მიუმატებენ 0,1% ყურძნის შაქარს. *) ასეთ ხსნილს
შეუძლიან ამოკრილ გულს შეუნარჩუნოს მოქმედების უნარი თითქმის

*) ხსნილი მზადდება თვითულ ცდისთვის საკუთრად, რადგან დექსტრო-
ზა მალე იშლება. ხმარობენ შემდეგ ხსნილებს:

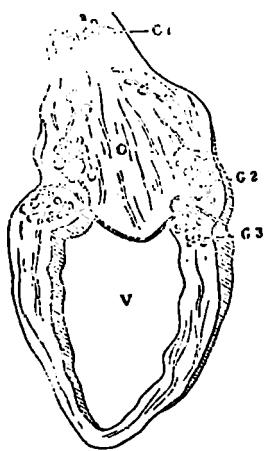
		Ringer.	Locke	Hedon	Adler	Tyrode
Natri chlorati	(NaCl)	6,0	9,0	6,0	5,5	8,0
Kali	(KCl)	0,005	0,25	0,3	0,4	0,2
Calcii	(CaCl ₂)	0,1	0,23	0,1	0,4	0,2
Magnii	(Mg Cl ₂)	—	—	0,3	0,25	0,1
Natrii phosph.	(Na H ₂ PO ₄)	—	—	0,5	0,13	0,05
Natri bicarbon.	(Na HCO ₃)	0,1	0,2	1,5	3,15	1,0
Dextrosae	(C ₆ H ₁₂ O ₆)	—	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 თბილსახლიან ცხოველთა გულს ასე დიდ ხანს არ შეუძლიან მოქმედება იმ ო-განიული ნივთიერებებით, რომელსაც თვით გულის კუნთი შეიცავს. სხვა ნივთიერებათა მინაწილობა კუნთის მუშაობისთვის, მაგ. ცილოვანისა, ძლიერ საეჭვოა.

მექანიკურ დამაზიანებელ გაღიზიანებისას, გაღვანური ნაკადის ან ტეტანური ინდუქციური ნაკადის გატარებისას და ბოლოს ზოგიერთი მზამის მოქმედებებს (მაგ., ქლოროფორმით მოშამევისას), გულის კუნთი ერთგვარი ულორდინაციო მოქმედების მცგომარეობას განიცდის, რასაც გულის ილიო-მუსკულურ შეკუმშვას უწოდებენ. ეს იმისგან წარმოსდგება, რომ გულის სხვა და სხვა ნაწილები სხვა და სხვა დროს ე. ი. შეუთანხმებლად იკუმშება.

გულის მოქმედებას ხ თვორია. გულია ცემა ავტომატურ მოძრაობას წარმოადგენს. ამ სახელს უწოდებენ საერთოდ შინაგანი გაღიზიანებით გამოწვეულ უნებლიო მოძრაობათ. ცენტრალური ნერვული სისტემის დანრვისას გულის ცემა არ შეყენდება. ამოჭრილი გული სცეს კიდევ დიდხანს. თვითთელიცდა გვიმტკიცებს, რომ ეს შინაგანი გაღიზიანებანი პირდაპირ გულზე მოქმედებენ. ამ გაღიზიანებათა ბუნებას დანამდილეებით არა ვსცნობთ. ზოგნი ფიქრობენ, რომ ამის მიზეზი სისხლის შემადგენელ ნაწილთა გამალიზიანებელი მოქმედება უნდა იყვესო: ქნებადი და მასაზრღოებელი მასალა; ზოგის აზრით კი უშთავრესად ასკთ გამალიზიანებელს ნატრის და კალცის მარლი უნდა წარმოადგენდესო, მეტადრე კალცისა (Loeb, Lingie). ცნობილია, მაგ., რომ თუ ჩონჩხას კუნთი აშნაირ ხსნილში მოექცა, იგი აგრეთვე რითმულ შეკუმშვას იწყებს. ლიობის აზრით ავტომატურ აგზნებისთვის საკმარისია, რომ ნატრის იონი პროტოპლაზმის პროტეიდს შეუერთდეს. კალცის იონები მტრთაა საჭირო, რომ ნატრის მომშამველი 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 ესკტრება. საკმარისია მარტო მინერალური მარღლების გატარება გულის ძარღვთა საშუალებით, რომ გულმა რამდენიმე საათს იმუშაოს ჩვეულებრივი ენერგიით და სინშირით.

გარდა კუნთისა გულში მოიპოვება სქლი ნერვული ბადე. ამას გარდა გული შეიცავს ნერვული უჯრედების ჯგუფებს. ჩაყაყის გულის ვენურ უბეში სძევს რემაკის კვანძი, წინაგულთა შუა კედელში — ლიუდვიგის კვანძი, წინაგულთა და პარკუქს შუა კედელში — ბილდერის კვანძი. (იხ. სურ. 25). პარკუქის კედლები მეტად რუგულის წვერი ნერვულ უჯრედებს არ შეიცავს. ამ გულს ნერვულ კვანძებს ეწოდება დროს მეცნიერი განიხილავდნ ოკოროც გოლის ცენტოს. უკანასკნელ ხანებში უფრო დიდს როლს ნერვულ ბადეს მიაწერდნ. ბოლოს არსებობს ისეთი აზრიც, რომლის თანახმად გულის ავტომატური მოქმედება კუნთის თვისებაზეა დამოკიდებული. ამნაირად არსებობს გულის მოქმედების ორნარი თეორია: მოოგენური და ნერვოგენური.



სურათი 25.

სურ. 25. წინაგულ ბის შუა მდებარე კედელი (0) ცოობილი ნერვით და ნერვული კვანძებით. 1 — რემაკის კვანძი, 2 — ბეცოლდისა (V. Bezold) და 3 — ბილდერისა. V — პარკუქი (Ventr.)

გულის კვანძებს რომ უნდა ჰქონდეს ერთგვარი მნიშვნელობა გულის მოქმედებაში, შემდეგი დაკვირვებებიდან გამომდინარე: ბ. ყაყის გულს რომ აპოკრის რამე ნაწილი, რომელიც ნერვულ კვანძებს არ შეუცავს, იგი საკუთარ მოძრაობას არ იქმს, რაც გინდა რომ დღი იყოს. პირიქით კვანძიანი ნაწილი სულ მკარეც კი სეყს, რო გორც მთელი გული. სახელდობრ, პარკუქს რომ წვერი მოვაქათ ან მოვაშორათ ძა-

ფის გადაჭერით, წვერი უმოძრაოდ იქნება, დანაჩენი გული კი იმოძრაობს ავტომატურად. შემდეგ, ცნობილია რომ ზოგიერთ უხერხემლო ცხოველთა გულის ავტომატური მოქმედება ნერვულ ელემენტზეა დამოკიდებული. მაგ., ერთს ობობას მსვაეს ცხოველს, limulus ს, კარლსონის დაკვირვებით გულის სიგძეზე ნერვის დერო გაუვლის, რომელიც მრავლად შეიცავს ნერვულ უჯრედებს. ეს ნერვული ელემენტი რომ წილობრივ მოშოდეს, მაშინ გულის შეფარდებული ნაწილი ავტომატურ მოქმედებას ჰკარავს თუ კიდე მთელი დერო მოშორდა, მაშინ მთელი გული სდგება. მაგრამ ავკვარი ფაქტების მიხედვით

საკითხის გადაწყვეტა შეუძლებელია. რადგან მასთან ერთად ცნობილია პრავალი საწინააღმდეგო ფაქტი. ამიტომ დღეს ნევროგენულ თეორიას თითქმის სულაც აღარ მოეპოვება მიპდევრები. დღეს გაბატონებულია ზეორე, მიოგენური თეორია.

მიოგენური თეორია ეყარება მრავალნაირ ფაქტებზე.

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

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

3. ავტომატური მოქმედების უნარი მიუგენური თეორიის მიხედვით გულის ყოველ კუნთოვან ნაწილს აქვს. ხოლო ეს უნარი უფრო მეტად ხარისხით აჩნდება წინაგულის კუნთის ვენების მახლობლად და მეტადრე სინუსების კუნთს, როგორც ემბრიონულად უფრო ნაკლებ განვითარებულ ელენტს. ამიტომ რითხული მოქმედება იწყება სინუსებიდან. აქ აღმოცენდება ხოლმე პირველად აგზნება და შემდეგ იგი ვრცელდება მთელ გულზე, რადგან ეს აგზნება ერთი კუნთის ელემენტებიდან მეორეზე გადადის თვისთვად უშუაშავლოდ იმ ხიდაცების საშუალებით, რომლებიც გულის კუნთის უჯრედებს ერთი-ერთმანეთს ანატომიურად უკავშირებს (იხ. გვ. 97). რასაკვირველია, ამის გამო ჯერ უახლოვესი ნაწილი—წინაგულები შეიკუნშება და მერე პარკუქები. სინუსების ფარგალი ბაყაყზე მარტო აგზნების კერას კი არ წარმოადგენს, მასვე ეკუთვნის ამ აგზნების რითმის განსაზღვრა. რა რითმითაც აიგზნება სინუსები, იმ რითმით იმოქმედებს მთელი გულიც. მაშასადამე, როგორც ავტომატიზმი, ისე აგზნების გამტარებლობა გულში სწარმოებს მხოლოდ გულის კუნთის სისტემით.

ნეიროგენული თეორიის ძველი დროის წარმომადგენელი ავტომატიზმის დასაწყისად სთვლიდენ იშალაგის ნერვულ ელემენტებს, სადაც ვენები გულს ერთვის. ამ შეხედულობის დასამტკიცებლად მიჰყავდათ სხვათა შორის ძველის ძველი სტანიუსის ცდა. ბაყაყის გულზე რომ ძაფი მოუჭიროთ ისე, რომ ვენური უბეები წინაგულს მოვაშოროთ, ვენური უბეები განაგრძობენ ავტომატურ მოქმედებას, დანარჩენი გულა კი სდგას. ანალოგიური ცდა ძუძუშწოვართა გულზედაც შეიძლება გაწარმოვოთ. აქ სინუსები არ არის. მათ მაგივრობას ეგ. წოდ. sinus

venarum cavarum ასრულებს, რომელიც ემზრონში ცალკე ნაწილს შეადგენს, მოზრდილებში კი გულს სრულად შეერთვის. მაგრამ ამ სტანიუსის 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.

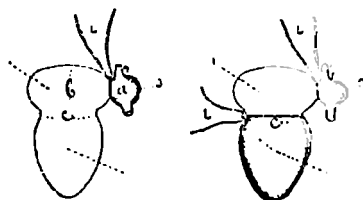
მოგვენური თეორიის მთავარ საფუძვლად უნდა ჩათვალოს ის ფაქტიც, რომ წინაგულსა და პარკუჭსა შორის ანატომიური ურთიერთობა მხოლოდ კუნთის საშუალებით შეიძლება სწარმოგზდეს, სახელდობრ იმ კუნთის ფენის საშუალებით, რომელიც ჰისმა აღმოაჩინა და ამიტომ მის სახელს ატარებს. აქ კონის მნიშვნელობა გამორკვეულია როგორც ექსპერიმენტული მეთოდით ცხოველებზედ, ისე კლინიკურით ადამიანებზედ. ჰისის კონის გადაჭრისას ან დაზიანებისას წინაგულის და პარკუჭის მოქმედების დისოციაცია 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 გაჩენლება 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 საზღვარზედ.

აღწერილი მოვლენა ნებას გვაძლევს ის დასკვნაც გამოვიყვანოთ, 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.

ს ტ ა ნ ნ ი უ ს ი ს ო ც ლ ა დასამტკიცებლად გულის სხვა და სხვა ნაწილში სხვადასხვანაირი ავტომატიზმის უნარისა. პირველი ლივატურა (ძაფის მოქერა). გამოაჩენენ ბაყაყის გულს და ზრკის მხრიდან შემოაფლებენ ძაფს სწორედ იმ ალაგას, სადაც თეთრი საზაზღვრო ზოლი მდებარეობს სინუსებსა 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 პარკუქი კი ვერძებულა; რადგან სინუსებიდან აგხეკის გადასვლა წინა გულში და რკოლებული ლივატურის მიერ. ამ პრეპარატით სარგებლობენ გულს კუთხის თვისებების შესასწავლად: ფარული პირობისა, გულს მოქმედებისა ვალიზაციების თვისებისა და ინტენსივობის მიხედვით.

მეორე ლივატურა. შემოაფლებენ ძაფს წინაგულების და პარკუქს საზღვაოზე და გაუქერენ ამ საზღვაოს ზემოდან. (სურ 26) მს მოქერა წინაგულების და პარკუქის მოქმედება. როგორც გული კუნთის ვალიზაციის შედეგი, ხოლო მათი რითმი ერთი არაა.



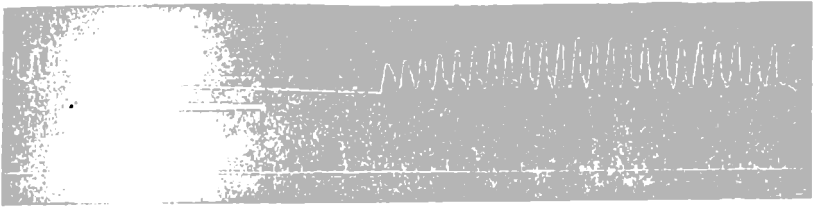
სურათი. 26. სტანნიუსის ცლა ბაყაყის გულზე. პირველი და მეორე ლივატურა წინაგულები, პარკუქი, პარკუქი (Ned m).

10. ნერვული მექანიზმები გულს მკეშაობის მასაწესრიგად.

გულის მუშაობა ექვემდებარება ცენტრალური ნეოვული სისტემის მოქმედებას. ამაზე უჩვენებს სხვათა შორის აფექტების დროს გულის ცემის ცვლილება.

N. vagus-ის შემაკავებელი მოქმედება. პირველად პირდაპირი დამტკიცება იმისი, რომ ნერვებიც მოქმედებს გულზე ძმ. ვებერგმა (1844) მოგვცეს. მათ გვაჩვენეს, რომ ცთომილ ნერვთა ვალიზაციებმა ან და მათი ბირთვებისა მოგრძო ტვინში გულის ცემას ანელებს, და კიდევაც სრულიად შეაკავებეს, თუ ვალიზაცია მძლავრი იყო. ეს მოვლენა დადასტურებული იყო ყველა ცხოველთა მიმართ. (იხ. სურ. 27). ამასთან, ამფიბიებსა დარბებულებზე გულის ცემის შეკავება გრძელდება ხოლმე უფრო მეტ ხანს, ვიდრე ვალიზაციებმა. ზოგჯერ ისე ხდება რომ ხანგრძლივი ვალიზაციების შემდეგ გულის შეკავება რამდენიმე საათს გრძელდება. თბილისისხლიან ცხოველთა გული კი ძლიერ მცირე ხანს შეკავება, ჩვეულებრივ ერთს წამამდე, ძლიერ იშვიათად

ორ წამს. მაგრამ თუ გაღიზიანება შეუწყვეტლივ აწარმოებს, რითმის განელება შეიძლება რამდენიმე საათსაც გასტანოს.



სურათი 27.

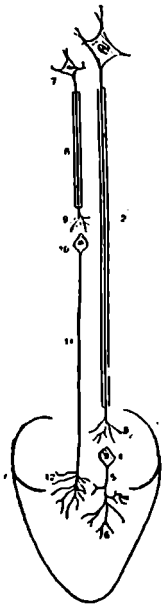
სურ. 27. შემაკავებელი მოქმედება *n. vagal-sympathicus*-ისა გულის ცემაზე. (ბაუცის ეს წიგნი. ლიბინგება ლიდი ინტენსიობის ინდექსიური ტერაპიათა კითხვარის დროს და კორა მის შემდეგ გულის ცემა შეკვეთულია, ხოლო შემდეგ იწვება გაძლიერებული გულის ცემა, როგორც შედეგი *n. sympat-hicus*-ის გაღიზიანებისა (Pembrey და Phillips)

ცთომილი ნერვი ეკუთვნის ავტონომიურ სისტემას, სახელდობრ მის პარასიმპატიკურ ნაწილს. თანახმად ამისა ცთომილი ნერვი პირდაპირ გულის კუნთში კი 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 მოშავავა (რამდენიმე წვეთი 1% იანი ხსნილისა) სპობს ცთომილი ნერვის მოქმედებას გულზე, რაც უნდა მიეწეროს, გულის კვანძის სიდაბბლეს ნიკოტინის გავლენით.

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

ცთომილი ნერვების საშუალებით გული განუწყვეტლივ იღებს შემაკავებელ იმპულსებს. ეს იქიდან ჩანს, რომ ამ ნერვების გადაჭრისას გულის ცემა ხშირდება. ამიტომ ფიქრობენ, რომ ცთომილ ნერვებს ერთგვარი ტონუსი აქვსო. ამით ის უნდათ სთქვან, რომ გული

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



სურათი 28.

სურ. 28. გულის ნერვების დიագნოზა. 1. ცთომილი ნერვის ცენტრალური უჯრედი მოგვიძო ტვინში 2. მიელონიანი შემაკავებელი ძევი. 3. მისი დაბოლოება გულის ზერვულ უჯრედში (4). 5. პოსტგანგლიონური უმელონი დაბოლოება (6) გულის კუნთის ძევიში. 7. ამქარებელი ნერვის ცენტრალური უჯრედი. მისი მიელონიანი ძევი (8) თეთრორამისკომუნიკაის-ში. 9 ამ ძევი დაბოლოება (10) გ. splanchnic-ის ნერვულ უჯრედთან. 11. პოსტ-განგლიონური უმელონი ძევი და მისი დაბოლოება (12) გულის კუნთის ძევიში. გული ხაყენება მრავალი შემოხაზულობით. (Pembrey და Phyllis).

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

ან ქლოროფორმისა) და მუცლის სიმპატიკური ნერვის მექანიკური გაღიზიანება. აქედან წარმოსდგება, რომ ბაყაყზე და ძუძუმწოვარებზე შიგნეულობათა შერხევა ან და მოჭერა გულის ცემას შეაყენებს ან და გაანელებს. (გოლციის ცდა). ფიქრობენ, რომ უეცარა სიკვდილი შიგნეულობათა ოპერაციის დროს დამოკიდებულია ამავე გარემოებაზე (გულის სიღამბლე). მეტადრე ძლიერ აიგზნება ცთომილ ნერვთა ბირთვი მოგვიძო ტვინში დისპნოეს (dyspnoe) დროს ე. ი. როდესაც არტერიული სისხლი ჟანგბადს საკმარისად არ შეიცავს სუნთქვის გაძნელებისა გამო. ამიტომ სუნთქვის შეყენებისას გულის ცემა ნელდება (პულსის დისპნოეური განელება). ორივე ცთომილი ნერვის გადაჭრის შემდეგ სუნთქვის შეყენება გულის ცემას არ ანელებს. ცხადია, სუნთქვის შეყენე-

ბისას ცთომილ ნერვთა აგზნება სწარმოებს. ასფიქსიის უკანასკნელ ფაზებში ცთომილ ნერვთა ბირთვი მოგრძო ტვინში დამბლდება, კოტა 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 ითვლება ქალას შიგნითა წოლისმატების ნიშნად. ასევე მოქმედებს სისხლის წოლისმატება მიმოქცევის წრეში ან და მარტო ტვინის ძარღვებში. ამით აიხსნებაო 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 ძირსდასწევს.

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. პიროქით, მუსკარინი ცთომილ ნერვთა დაბოლოებათ აღიზიანებს. ამით გამოიწვევს გულის ცემის განელებას და ხან შეეყენებასაც. ატროპინი სპობს მუსკარინის ამნაირ 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 (ციონი). ამ ტოტებში მონაწილე ძაფები აგრეთვე მოგრძო ტვინში წარმოიშვება. მათი გზა ზურგის ტვინში და მის გარეთ დანამდვილებით ცნობილია. ზურგის ტვინიდან გულის ამქარებელი ძაფები გამოდის პირველი სამი გულმკერდის ნერვების საშუალებით პრეგანლიური ძაფების სახით. შემდეგ ისი-

ნი ერევიან ქვემო ყელის და ზემო გულმკერდის ავტონომიურ კვანძებს; სადაც ისინი გასწყდებიან: აქედან იწყებიან პოსტგანგლიორი საეულე ძაფები; ესენი გაივლიან რა წინასწარ უმთავრესად *ansa subclavia*-თი მიიმართვიან *nervzaccelerantes*-ის სახით *plexus cardiacus* კენ. რომლის საშუალებით გულს მიახწყევენ. ამ ნერვს ქარაქტერულ თავისებურებას ის შეადგენს, რომ მას ტონური გავლენა არა აქვს; მისი გადაჭრა გულის ცემის რითმს არა სცვლის. შემდეგ ამ ნერვების ელექტო აქტივ გაღიზიანება გამოიწვევს ეფექტს დაგვიანებით იგი გოდელდება დიდხანს გაღიზიანების შემდეგ. მაგრამ აქნობამდის სადაცოა ის საკითხი, არაქობს თუ არა ცთომილ და *accelerantes*-ს შორის სრული განტოვონიში ე. ი. შეიძლება თუაა ერთის მოქმედებით მეორეს მოქმედება შეიძლება. შესაძლებელია, რომ ამჩქარებელი ნერვების საშუალებით სდება ის, რომ ზოგიერთი აფექტის დროს, როგორც ნაღვლიანობა და სიზაოული გულის ცემა ხშირდება.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ ცთომილ ნერვთა დეროში აჩხებობს ძარღვების შემავიწროვებელი ნერვული ძაფები. ამჩქარებელ ნერვთა დეროში კიდე ძარღვის გამგანიერებელი ძაფები საკუთრივ გულს ცვლებების სისხლის ძარღვებისთვის. (პორტერი, მაასი). ეს ძარღვებზე მოქმედი ძაფები, რასაკვირველია, აგრეთვე იწვევს გულის მოქმედების ცვლილებას.

ცთომილი ნერვების ამჩქარებელი მოქმედება. ამ ნერვების მოქმედება არ განისაზღვრება გულის ცემის განვლებით და შეკავებით. ისინი შეიცავან აგრეთვე ისეთ ძაფებს, რომლებიც პირიქით გულის აჩქარებას იწვევს. სიხელდობრ, რომ მოვსპოთ ატროპინის ან ნიკოტინის საშუალებით ცთომილ ნერვთა შემაკავებელი მოქმედება, მაშინ ამ ნერვების გაღიზიანება გულის ცემის აჩქარებას იწვევს.

სწორეთ რომ სთქვათ ცთომილი ნერვის გულის ტოტი მუდამ იერთებს სიმპატიკურის სისტემის ამჩქარებელ ძაფებს (პოსტგანგლიორს) და ამიტომ მისი გაღიზიანების ეფექტი შერეულია: ერთის მხრივ იგი შეკავებას და მეორე მხრივ კიდე აჩქარებას იწვევს. როგორც ვედეენსკის ცდებიდან სჩანს, გაღიზიანების ინტენსივობა-სიხშირე შეიძლება ისე განსაზღვროთ, რომ იგი მხოლოდ აჩქარებას იძლევეოდეს. ჩვეულებრივ კი თვითეულ ცდას ორივე ეფექტი მოსდევს: ჯერ შეკავება შერე გაღიზიანების შემდეგ აჩქარება. (სურათი 29.) ამ გარემოებისა გამო გულის ტოტს ცთომილ ნერვიდან უფრო სამართლიანად *vago-sympathicus* უნ-

და ერქვას. (Pembrey). ამ შერეულინერვის სიმპატიკური დაფები სწყდებდა *g. stellatum*-ში და ქვედა ყელის სიმპატიკურ კვანძში.



სურათი 29.

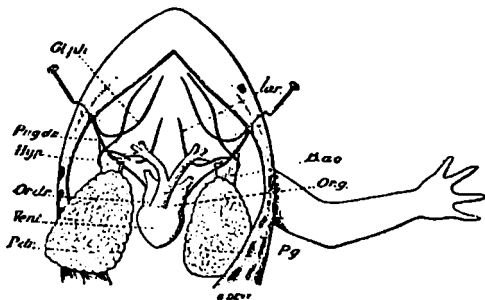
სურათი 29. ბაუჟის გულის ცემაზე *vaso-sympathicus*-ის სუსტი ელექტრული გალიზიანების გავლენა. გალიზიანების ხანგრძლივობა ოთხი ხაზითაა ნაჩვენეი. მოჩანს უა-

რული პერიოდი, აჩქარება, ტონუსის გაძლიერება და შემდეგ მოქვედება გულის (ქემს გაანელების სახით (Pembrey და Phillips).

ენგელმანის აზრით გულის ცთომილი ნერვის ანუ სწორეთ *vaso-sympathicus*-ის ფუნქცია არ განისაზღვრება ზემოხსენებულით. იგი მოქვედობს აგრეთვე გულის აგზნებულებაზე და აგზნების გამტარებლობის სისწრაფეზე. თანხმად ენგელმანის დაკვირვებისა, უნდა გავარჩიოთ ვაგო-სიმპატიკური ნერვის ორი ნაირი ფუნქცია და ამისდა შეაფერად იგი უნდა შეიკავდეს ორი ნაირ დაფებს: 1) ქონტროლულ დაფებს, ზოგი მათგანი შემაკავებელია, ზოგაი ამჩქარებელი; 2) ინტროლულ დაფებს, რომლებიდანაც ერთი წილი გააძლიერებს გულის შეკუმშვის, მეორე კიდე დაასუსტებს; 3) დრომოკროლულ დაფებს-გავლენა აგზნების განტარებლობაზე ქონულობს, ან მას ანელებს ან და ასწრაფებს; 4) ბატმოტროლულ დაფებს, რომლების ერთი წილი ამაღლებს გულის კუნთის აგზნებულებას, მეორე კიდე შეამციარებს.

ორგანიზმი უეჭველია ხშირად საჩვევლობს შემაკავებელი და ამჩქარებელი ნერვების მომწესრიგებელი მოქმედებით. ამიტომ აღიძრა საკითხი იმის შესახებ აუცილებლივ საკიროა თუ არ ამ მექანიზმის მოქმედება ცხოველის სიცოცხლისთვის. ფრიდენტალმა ეს საკითხი გადაწყვიტა ასე. მან გადუქრა ძაღლს და შინაუკ კარდელს ყველა საგულე ნერვები. დაოპერაციებული ცხოველები დიდხანს ცოცხლობდნენ სრულიად ნორმალური მდგომარეობით რომელიმე ფუნქციური მოქმედების მოუშლელად. ხოლო, თუ ძაღლს ატანდნენ ძაღლს მეტი სამუშაოთი, მაშინ შეიძლებოდა შეემჩნიათ, რომ ოპერაციის შემდეგ კუნთის მოქმედების უნარი მეტად შემცირდა. თუმცა გამორკვეული არ იყო თუ რაზედ იყო დამოკიდებული ეს მოვლენა: საჩვეულია ცოცხლობის მოსპობაზე, თუ გულის ძარღვთა ნერვების გადაქრაზე.

1. *N. vagus*-ის მოქმედების დაკვირვება ბაყაყის გულზე. ბაყაყს გამოუჩენენ გულს. უპოვიან *n. vagosympathicus*-ს ან ერთს ან ორივე მხარეზე და გაანათავისუფლებენ გარემო ქსოვილებსაგან. ერთს ამოსდებენ პლატინის ელექტროდებს. გულის ცემას კომპოგრაფზე დასწერენ. *N. vagi-sympathicus*-ის მდებარეობა მოცემულია მე-30 სურათზე. ამით ხელმძღვანელობენ ოპერაციის დროს.



სურ. 30. ბაყაყის გულის ნერვები. Gl. Ph—*n. glosso-pharyngeus*; Pharynx—*vago-sympathicus*; Hyo—*hypoglossus*; Org—წინაგული (მარცხენა); Oesophagus—წინაგული (მარჯვენა), Vent—*ventriculus*; Pdr—*pericardium*; Bac—*Bulbus aortae*; Lar—*larynx* (Morat და Doyon).

ა. აღიზიანებენ ნერვს სუსტი ინდუქციური ნაკადით, გულის ცემა გაწვავდება, ე. ი. გულის ცემის პაუზა გაგრძელდება მაგრამ შეიძლება გულის ცემის აჩქარებაც მოხდეს, თუ გაღიზიანება შედარებით უფრო სუსტია (სიმპტიკური ნერვის გავლენა.)

ბ. გააძლიერებენ გაზაფხულის ნაკადს: ჯერ გულის ცემა ძლიერ იშვიათდება, მერე სრულიად შედგება დიასტოლის ფაზაში. გაღიზიანების შემდეგ გულის შეკალება კიდევ რამდენიმე ხანს გრძელდება. შეკალების შემდეგ გული სცემს უფრო აჩქარებით და უფრო ძლიერ (სიმპტიკური ნერვის გაღიზიანების გავლენა).

2. გულის რეფლექსური შეკალების დაკვირვება ბაყაყზე. ბაყაყს გამოუჩენენ შიგნეულობას (ქადამის ერთი საათის წინ (გამზარალი შიგნეულობა უფრო მგრძობიარეა). ბაყაყი გაკრულია გულალმა. ა) ჯერ გაითვალისწინებენ, წუთში რამდენი გულის ცემა მოდის. მერე ფრთხილად ასწვევ-დასწვევენ შიგნეულობათ და დააკვირდებიან გულს: მისი ცემა განელდება. ბ) თუ კიდე დაარტყეს სკალპელის ტარი ამ შიგნეულობათ (ნაწლავებს, კუჭს), მაშინ გული შესდგება დიასტოლის ფაზაში. რამდენიმე წუთის შემდეგ ხელახლად იწყებს ცემას.

გ. გადასჭრიან ქოთმილ ნერვს ორივე მხრიდან. ამის შემდეგ დაარტყმა აღარ გამოიწვევს გულის შეკალებას.

ჰ. გულის მამოძრავებელი ნერვების მოქმედების დადასტურება ძალღებ. ნარკოზი; ტრახეოტომია—ხელონური სუნთქვა; კურარე 1% ვენის საშუალებით ან დეცერებრაცია უმოძრაობისათვის. გულმკერდის გახსნა და გულის გამოჩენა. რომ სისხლის დანთქვა თავიდან ავიცილინოთ გულმკერდის გაკრამდე ძაფი უნდა გადაუქიროთ *art. mammaria* ს, *subclav.*-ს, *transversa coli*-ს და მსხვილ ვენურ ძარღვებს. მათი გამოჩენა ადვილია, თუ გარეთა საძილე ვენას

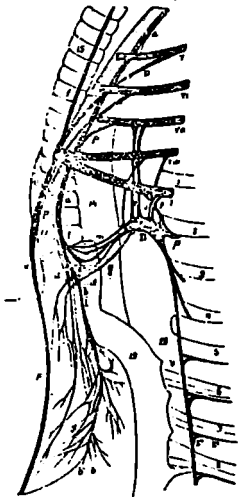
მიყვებით, რომელსაც წინასწარ აგრეთვე ძაფს უქერენ. ამას გარდა უპოვიან გულმკერდის ღრუში *ansa Vieussenii* (gang. stellatum), და ძაფზე იღებენ მის ირველს და მეორე ტოტს ზურგის ტვინიდან მომავალს და 1—2 ტოტს გულისკენ მიმავალს (იხ. სურ. 30), რომელნიც გულის ცემის ამჩქარებელ ძაფებს შეიცავენ.

მარჯვნივ გადაკრილია ცთომილი ნერვი, მის ორივე ნაჭერს ძაფი აქვს მიბმული. გულის ზედაპირს ჩანგალი აქვს ამოღებული, რომელიც ძაფით საწერავ მიოგრაფთან არის შეკავშირებული გულის ცემის დასაწერად. გული უნდა იყოს ისეთ პირობებში რომ იგი ზედმეტად არ გაციედეს, თორემ მისი ცემა შესდგება (თბილი ოთახი, გამთბარი (38°C.) ფიზიოლოგიური ხსნილის მუღმივი სხმა).

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

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

ც. ამჩქარებელთა ტოტების გალიზიანება, რომელიც რითმის გაზიარებას გამოიწვევს. ეს გაზიარება გალიზიანების შემდეგაც გრძელდება: იგი თანდათანობით ისპობა 1—2 წამის განმავლობაში.



სურათი 31.

სურ. 31. ძაღლის გულის ნერვები Ellenberger და Baum): a—vagus და sympatheticus შეერთებული; b—vagus; c—შემაერთებელი ტოტი vagus-სა და ყელის ქვემო სიმპატიკური 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. ირველ და მეორე ზურგის ნერვისკენ; q—r. cardiacus g stellati; r—გულმკერდის სიმპატიკური ნერვის წველი; s—მისი r. commun. საზურგ-ტვინო ნერვებისკენ; s'—ნეენტა შუა ნერვები; v—h. phrenicus; 16—გული; 17—a. aortica. 18—a. subclavia sinistra. 19—აორტა.

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

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

11. მარღვებში სისხლის ღენის მამოძრავებელი ძალები.

არტერიებში სისხლის ღენა. სისხლის ძარღვები წარმოადგენს ელასტიური მილების ძლიერ გაჯოტვილ სისტემას, სადაც სისხლი მოძრაობს. ყველგან სისხლი მიემართება არტერიებიდან ვენებისკენ. ვენებში სისხლი გულისკენ მოდის, არტერიებში კიდე უკუტყვევითი მიმართულებით ე. ი. გულიდან. ამაში ადვილად შეიძლება დაერწმუნდეთ ძარღვის მოქერით: არტერიებში სისხლი გუბდება გულის მხარეზე, ვენებში კიდე—მეორეზე.

არტერიების დაზიანებისას სისხლი გადმოჩქევს, რომლის ინტენსივობა სისტოლის დროს მატულობს. ვენიდან კიდე სისხლი გამოდის ნელა და თანასწორ ზომიერად. ეს გარჩევა იმაზეა დაპოკიდებული, რომ სისხლის წოლა არტერიებში მაღალია, ვიდრე ვენებში. სწორედ ამის გამოა, რომ არტერიებიდან სისხლი ვენებში გადადის.

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

სიკვდილის შემდეგ ჯერ ამნაიზი სისხლის წოლის გათანასწორება ხდება; მაგრამ შემდეგ არტერიების კედლებში გულის მხრიდან გაირბენს ხოლმე შეკუმშვის ტალლა, რომელიც სისხლს ვენებისკენ მიერეკება. ამიტომ არის, რომ გვაპებში არტერიები ცარიელია, ვენები კიდე სისხლით სავსეა.

სისხლის ღენის განუწყვეტლობა. გული რითმულად მუშაობს, სისხლის ღენა კი მუდმივია. ამის მიზეზია, ჯერ ერთი, ის დაბრკოლებაა, რომელსაც სისხლის პატარა არტერიები და კაპილიარები განიცდის; მერე, არტერიების ელასტობა. არტერიებსა და ვენებს შუა რომ კაპილიარული დაბრკოლება აო იყოს, თვითეულ სისტოლისას სისხლი ვენებიდან იმავე რაოდენობით გამოვიდოდა, რამდენიც გულიდან არტერიებში შედის; დიასტოლის დროს სისხლის ღენა შესწყდება. კაპილიარული დაბრკოლება ანელებს, აგრძელებს სისხლის განვლას; ამასთან, სისტოლის დროს გამოსროლილი სისხლი გასქიმავეს ძარღვის კედ-

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

ამნაირად 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 შევამკნოთ თავის ნებითი რითული შეკუმშვა, გულიდან დამოუკიდებულად (ეს, მაგ., კარგად სჩანს შინაური კურდღლის ყორხედ); ამიტომ შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ეს შეკუმშვა გულის მუშაობას შეეღობა, ე. ი. არტერიები აძლავრებს სისხლის დენას თავის სისტოლის და დიასტოლის წყალობით.

სისხლის დენა კაპილიარებში და ვენებში. იგივე ძალა, რომელიც სისხლს არტერიებში ერეკება, მოქმედობს აგრეთვე კაპილიარულ ბადეში. მაგრამ უკვე წვილ არტერიებში აღარ სჩანს გულის პულსაცია, კაპილიარებში ხომ ყოველივე მისი ნიშანი ისპობა. როგორც მცირესკოპით გამოკვლევა გვაჩვენებს, კაპილიარებში სისხლის დენა სრულიად თანასწორზომიერია, მხოლოდ ავადმყოფობისას შეიძლება კაპილიარული პულსიც ვინახულოთ. სულ უწვილესი ძარღვებიც კი, რომელთა კედელი ერთფენიან ენდოტელისგან შესდგება, შეკუმშვის მოვლენას გვაძლევს; ამ მოვლენის მიზეზი ის უნდა იყოს რომ ამნაირ ძარღვებსაც კი აქა-იქ აქვს შემკუმშველი ელემენტი.

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

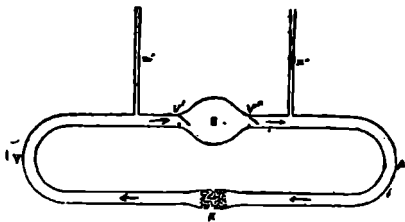
აქვს გულის შემსრუტავ მოქმედებას, რომელიც, როგორც ვნახეთ, დია-სტროლის დროს იხადება. უფრო მეტი მნიშვნელობა აქვს გულმკერდის უარყოფით წოლას. ყველა ორგანოები გულ მკერდის ღრუში ფილ-ტრების გარეშემო განიცდის ატმოსფერულზე ნაკლებ წოლას. ეს წოლა ცვალებადობს სუნთქვის მიხედვით: შესუნთქვისას იგი უფრო მცირე უნდა იყოს,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

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

დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე სხეულის მდებარეობას (ბ რ ა უ-ნ ე). სხეულის მოხრილ მოხნივით მდებარეობაში ვენების კედლები მოდუ-ნებულია, გაშლილ-გასწორებულ მდებარეობაში კიდე ისინი იკიმებიან და მიიწოვენ სისხლს. ამიტომ როდესაც აღამიანი წამოდგება დიდი ხნით საწერავ მაგიდაზე მუშაობის შემდეგ, იგი იზმორება: ღრმად სუნთქვას; ხელებს, ზურგს და ფეხებს შლის და ამით უნებლიეთ სპობს ვენებში სისხლის შეყენებას.

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

მ აღნიშნავს იმ ალაგს, სადაც შუშის ლულა ღრუბლის ნაქერით არის გატენილი; იგი წარმოადგენს კაპილარული ბადის მსგავს დაბრკოლებას. მთელ სისტემა წყლითაა სავსე. კაუჩუკის ბუშტს რომ დრო გამოშვებით მოუქიროთ ხელი, მივიღებთ წარმოდგენას გულის სარქველთა მუშაობის შესახებ. თვითუღვრ წყლის დონე mn^2 —მილში აიწევს, m_1 —მილში კიდევ დაიწევს: ამის შესაფერისად არტერიული ბილის A-ს კედელი სულ უფრო და უფრო იჭიმება, ვენური V-ს კედელი კიდევ დუნდება. მაშასადამე, გულის შეშაობის გამო არტერიებში წოლა უფრო მეტი უნდა იყოს, ვიდრე ვენებში. ასე ხდება K დაბრკოლების გაელენის გამო. დიასტოლური 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 დაინახა ამო, თუ წყალს რამე მსუბუქ ფხვინლს შეურევთ: მიუხედავად გულის რითმულ მუშაობისა წყლის დენა მუდმივი იქნება. კაუჩუკის ბუშტის მოქერის შემდეგ სითხეს დენა გრძელდება იმ დრომდე, ვიდრე წოლა m_2 -მილში არ გაუთანასწორდება m_1 -მილის წოლას.



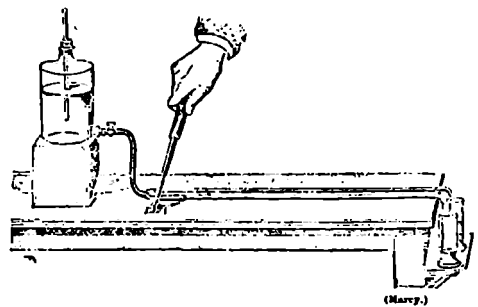
სურ. 32. ვებერის სისხლის მიმოქცევის ხემა (კუნთ-ლუციიდან).

ძარღვის ელასტური თვისების გათვალისწინება სისხლის მიმოქცევის მიმართ. ორი ლულა ერთი მეტრის სიგძისა, ერთი ელასტური კაუჩუკისა და მეორე შუშის ლულა, შეერთებულია ერთ მხარ-

ებზე და მერე ამ მხრით უერთდება მალაღ შედგომილ ბოთლს, როგორც ეს მე-33 სურათზეა ნაჩვენა. ორივე ლულას შუშის კაპილარული ბოლო აქვს. ბოთლში წყალია ჩასხმული და ონკანის საშუალებით უშვებენ აღნიშნულ ლულებით ვარეთ. თუ წყლის დენას ამ ლულების სათავეში რამენაირად ზედდაქერით შევწყვეტო, აღმოჩნდება რომ შუშის ლულიდან წყალი მაშინვე შესწყდება, კაუჩუკის მილიდან კი წყალი კიდევ დიდ ხანს იდენს; წყალი რომ ამ ორივე ლულის სათავეში ერთდროს ზედიზედ ხან შევწყვიტოთ და ხან გაუშვათ, მაშინ შუშის ლულიდან გამოდენილი 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 იჭიმება, ერთგვარ პოტენციურ ენერგიას იძენს, წყლის წოლის გავლენით, როდესაც მისი სათავე მოქერილი არაა. შემდეგ სათავეს მოქერისას ლულის კედელი უკან შეიჭიმება, მისი პოტენციური ენერგია კინეტიკურად ქცეულობს, და მით წყალს კიდევ ერეკება გარეთ, ვიდრე მისი გაჭიმულობა ნორმას არ მიაღწევს.

12. მარღეების სისხლის წოლა.

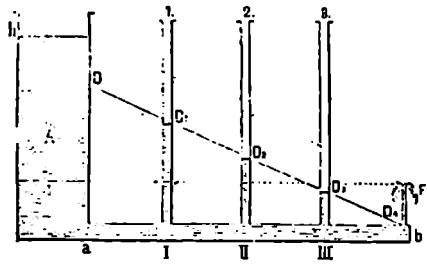
მიმდინარე სითხის წოლა მილთა სისტემაში. როდესაც სითხე მილთა სისტემაში მიმდინარეობს, იგი აწეება მილთა კედელს. ეს წოლა თვითიველ ნაწილში უღრის იმ დაბრკოლებას, რომელიც სითხე უნდა დასძლიოს შევდგე გზაზე. ეს წოლა განიზომება იმ სიმალით, რომელმდის სითხე ადის ამ ნაწილთან შეერთებულ ვერტიკალურ მილში. მთელი სისტემა რომ ერთი დიამეტრის არაელასტური მილებისაგან შესდგებოდეს, მაშინ წოლის სიმაღლე თვითიველ წერტილში შეუფარდდებოდა იმ მანძილს, რომელიც ამ წერტილსა და სისტე-



სურათი 33.

სურ. 33. სქემა სითხის დენისა ელასტურ და უელასტურ მილში (Feimbley).

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



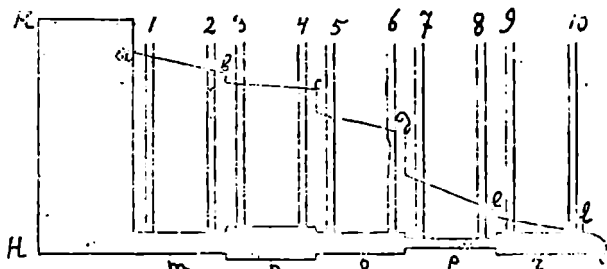
სურათი 34.

სურ. 34. სითხის დენა გაუჭიმველი და უცვლელი დიამეტრის მილში. A — ქურქული მუდმივი დონის სიხებით (h) ახ — გამოსავალი ლულა. I, II, III, — პიოზომეტრული ღია ლულები სხვა და სხვა მანძილებზე. მათ კედ-

ლებზე წოლის წაჩენებელი ხაზი $D, D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}, D_{11}, D_{12}, D_{13}, D_{14}, D_{15}, D_{16}, D_{17}, D_{18}, D_{19}, D_{20}, D_{21}, D_{22}, D_{23}, D_{24}, D_{25}, D_{26}, D_{27}, D_{28}, D_{29}, D_{30}, D_{31}, D_{32}, D_{33}, D_{34}, D_{35}, D_{36}, D_{37}, D_{38}, D_{39}, D_{40}, D_{41}, D_{42}, D_{43}, D_{44}, D_{45}, D_{46}, D_{47}, D_{48}, D_{49}, D_{50}, D_{51}, D_{52}, D_{53}, D_{54}, D_{55}, D_{56}, D_{57}, D_{58}, D_{59}, D_{60}, D_{61}, D_{62}, D_{63}, D_{64}, D_{65}, D_{66}, D_{67}, D_{68}, D_{69}, D_{70}, D_{71}, D_{72}, D_{73}, D_{74}, D_{75}, D_{76}, D_{77}, D_{78}, D_{79}, D_{80}, D_{81}, D_{82}, D_{83}, D_{84}, D_{85}, D_{86}, D_{87}, D_{88}, D_{89}, D_{90}, D_{91}, D_{92}, D_{93}, D_{94}, D_{95}, D_{96}, D_{97}, D_{98}, D_{99}, D_{100}$. წოლის დაცემას გვიჩვენებს; პუნქტური აღნიშნავს სისწრაფის სიმაღლეს მთელ სიგძეზე. იგი ყველგან BF-ს უღრის (დან ილევსკი დან).

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

გან მილის კედელი დაფარულია ჰუმოდროს სითხის ფენით. ეს ხახუნი სითხის სხვადასხვა ფენებს შორის სწარმოებს ე. ი. აქ საქმე გვაქვს ეგ. წ. შიგნითა ხახუნთან. შიგნითა ხახუნის ოდნობაზე დიდ გავლენას ქონულობს სითხის წებო-იანობა, შემდეგ მილის დიამეტრი და სიღმე. უელასჯო მილებში, რომელთა სანათურის დიამეტრი 3 მილიმეტრს არ აღემატება, ეს ხახუნი პუაზელიის (Poissonille) კანონის თანახმად უნდა გამოანგარიშდეს: $Q = K \frac{H}{L}$ ამ შეთანას-წორებაში Q სითხის მოცულობას ნიშნავს, რომელიც ერთ წუთში მილიდან



სურათი 35.

სურათი 35. სისხლის დენა გაუქვიმველი და ცვალებადი დიამეტრის ლულაში. ხაზი ახ უფრო დაქანებულია, ვიდრე სი-ხაზი, რადგან ამ უკანასკნელს შეუფარდდება უფრო განიერი ლულა ნაკლები დაბრკოლებით, ვიდრე ახ-ს-ს; ხაზი მდ კიდ უფრო დაქანებულია, ვიდრე ახ - ს ხაზი სწორედ იმავე მიზეზით და სხვა (დანაილევსკი დან).

გამოდის, d = მილის დიამეტრს, l = მისი სიღმე; და H = წოლის სიზაღეს, რომლის წყალობით სითხე მილში გაირბენს, K = მუდმივი ოდნობას, რომელიც შიგნითა ხახუნზეა დამოკიდებული. ჰიურტლმა (Hürthle) გვაჩვენა რომ ამ შეთანასწორებით შეიძლება ვისარკებლოთ აგრეთვე სისხლის მიმართ, მიუხედავად იმისა რომ იგი არ წარმოადგენს წმინდა სითხეს და მასთან მუდმივი წოლას არ გინიციდის. ხოლო აქნობამდის არაა დამუხიციკებული, პუაზელიის კანონი გამოდგება თუ არა ელასტიური მილების რთული სისტემის მიმართ, რომელთა დიამეტრი 3 მილიმეტრს აღემატება. კაპილართა ფარვალში ფორშიან ელემენტთა არსებობა აგრეთვე ჰქმნის დაბრკოლებას. ამასაც რასაკვირველია თავის მნიშვნელობა აქვს.

პუაზელიის კანონით, როგოც ჰიურტლმა გვაჩვენა, შეიძლება გავითვალისწინოთ საერთო დაბრკოლება ცხოველის ძარღვთა სისტემის თვითი-ვულ ნაწილში.

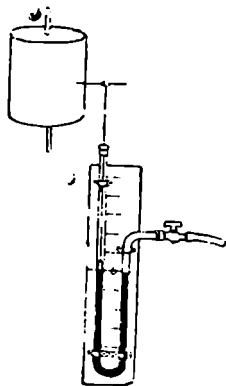
ტიგერშტედტმა გამოიკვლია შინაურ კურდღელზე სისხლის რაოდენობა (Q), რომელიც ერთის წუთის განმავლობაში აორთით გაივლის; ამავე დროს იპოვა აორტის წოლა (H) და გაზომა აორტის დიამეტრი (d). კოეფიციენტი k

შინაური კურდღლის მიმართ 147^ა უდრიდა. აქედან გამოარკვეეს მილის სიგრძე 1. იგი აღმოჩნდა 300 მეტრი. ეს ნიშნავს: სისხლის დენის მიერ გადალახული დაბრკოლება უდრიდა აღნიშნულ ცდაში იმ დაბრკოლებას, რომელსაც აღმოუჩენს ცილინდრული მილი აორტის დიამეტრისა და 300 მეტრის სიგრძისა.

ამავე გზით იყო განსაზღვრული დაბრკოლება სისხლის დენისა კუნთებში, ტვინში, თირკმლებში, ფარისებრ ჯირკველში და სხვაგან.

სისხლის წოლის გაზომვა და დაწერა. წოლა, რომელსაც სისხლის ძარღვის კედელი განიცდის, განიზომება აგრეთვე სითხის სვეტის სიმაღლით ძარღვთან შეერთებულ ვერტიკალურ მილში. პირველად ასეთი გაზომვა 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-

დღელზე ეთერულ ნარკოზის დროს აღმოჩნდება, რომ საძილე არტერიიდან სისხლი აიწვევს 1½ მეტრამდე. მაგრამ ასეთი ცდა არაა ხელსაყრელი, ვინაიდან მეტად ბევრი სისხლი გამოდის სხეულიდან, ხშირად იგი შეიკვრება. ყველა ეს ხელს უშლის ამნაირი ცდით წოლის სწორეთ გაზომვას. ჰუაზელმა (1828) ისარგებლა ამავე მიზნით ვერცხლის წყლიანი მანომეტრით (იხ. სურ. 36). უკანასკნელი წარმოადგენს U-მაგ-



სურათი 36.

სურ. 36. სისხლის წოლის რეგისტრაცია მანომეტრული წესით ლიუდვიგის მიერ შემოღებული (სუნტლევიდან)

ვარ მილს, ვერცხლის წყლით სავსეს. ერთი მისი მუხლი ივსება თავადის Na₂CO₃-ის ხსნილით, რომელიც სისხლის შეკვრას აბრკოლებს. ეს მუხლი არტერიის ცენტრალურ ნაჭერს უერთდება. ლიუდვიგმა (1848) ეს იარაღი დაწერ იარაღად გადააკეთა. მანომეტრის თავისუფალ მუხლში ვერცხლის წყლის ზედაპირზე ლიუდვიგა მოათავსა. ამ ლიუდვიგზე გამაგრებულია ვერტიკალური წვრილი და ძლიერ მსუბუქი ჩხირი, რომლის ბოლოზე საწერაფი წვეტია გაკეთებული. ამ მოწყობი-

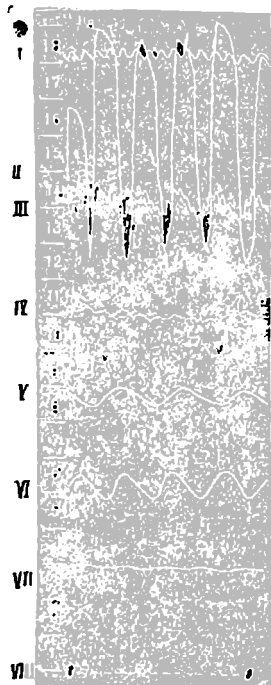
ლებით კომოგრაფზე იწერება როგორც სიმაღლე, ისე რბევა სისხლის წოლისა. შემდეგი წესით შეიძლება ჩაიწეროს სისხლის წოლის მრუდე. სანუღებახი რომიძღვეოდეს ვერცხლის წყლის დონეს ნულიან წოლისას, მაშინ ცდის დროს მრუდეს სიმაღლის გაზომა და იისი ორჯერ გამრავლება მოგვეცემს სისხლის წოლის ოდნობას ვერცხლის წყლის სვეტის მიმართ.

მაგრამ სისხლის წოლა უცვლელი არ რჩება. იგი გამუდმებოვ ირბევა საშუალო დონის ზემოთ და ქვემოთ. მრუდებზე ეს გამოიხატება ხაზის აწვედაწვეით (სურ. 37). ეს აწვედაწვეა დამოკიდებულია გულის მუშაობაზე. აწვევა შეუფარდდება წოლის მომატებას სისტოლის დროს, დაწვევა კიდეწოლის დაკლებას დიასტოლის ფაზაში. შემდეგ, მრუდე გვიჩვენებს, რომ ზოგ ცხოველზე როგორც ზემო, ისე ქვემო წერტილები ერთს სწორ ხაზზე კი არ მოდის, არამედ ერთგვარ ტალღობრივ მრუდებზე. თვითნული ტალღა თითო სუნთქვის მოძრაობას შეუფარდდება და დამოკიდებულია ამ მოძრაობაზე. (სუნთქვის ტალღები) (სურ. 31 III). ამ ტალღების წარმოშობა ჯერ ნათლად არაა გამორკვეული, რადგან სუნთქვის დროს სხედასხვა 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 გულმკერდის მიწოვი მოქმედებისა გამო; 2) ფილტვების გაგანიერებისა გამო შესუნთქვის დროს ფილტვის კაპილარებში სისხლი უფრო ადვილად გატარდება და ეს ხელს უწყობს მარცხენა პარკუქის სისხლით გავსებას; 3) შესუნთქვის დროს გულის ცემის რითმი მატულობს, ამოსუნთქვის დროს კიდე კლებულობს და სხე. 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 პულსისა და სუნთქვის ტალღებისა სისხლის წოლის მრუდებზე ემჩნევა აგრეთვე მეტად გაგრძელებული ტალღები ძარღვთა მუსკულატურის პერიოდული მოქმედებისა (ზიგმ. მაიერი).

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

სისხლის სვეტი არტერიიდან სისხლის შეკვრის დამაბრკოლებელი სითხის საშუალებით მანომეტრს კი აო უფოთდება, არამედ კაუჩუკის ბუშტს (G) იგი შუშის ცილინდრშია მოქცეული, რომელიც მარჯის კასსულას უერთდება. თითოეული წოლის რხევისას ბუშუის გაქმნულობა — მოკულობა ცვალებადობს. ამით ჰაერის წოლა ცილინდრში აგრეთვე ცვალებადობს და იგი მარჯის კასსულას აბუშავებს.

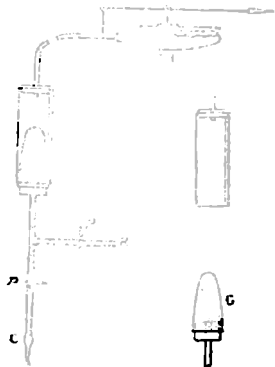


სუიათი მწ. სხვადასხვა ცხოველთა შედარებითი კომპარაჟები. (სი ხლის წოლის მოუქი), ათაქუთი ცხოველთა დანიშნულ ვერ ხლის წოლის სეკუს სემლეს სან კომპარაჟი. I — კაიის არტერიული წოლა (საჯდოთა არტერიის); II — ტენია (ბიხელ აბტერიის); III — მძლითა სხილელ აბტ. IV — ჯვრთა ცხელ (სამლე არტ.); V — გველბოქრისა (სამლე არტ.); VI — კიი სამლე არტ.; VII — ბაყევის (ა. illicae) — აბსესი. შედარეთ ვულსკემს სიხშირე და პულსის ამლიტუდ. I — კიი რიჟიითი უბან. ლეგესკი დანს.

სისხლის წოლის სიმ-
აღლე დიდხა და მცი-
რე სისხლის მიმოქ-
ცევის წრეში. სისხ-
ლის წოლის ცვლე-
ნადობა დიდს წოეში
სხედასხე, ცხოველე-
ბის მიმართ (ქულა,
კატა, ცენი, შინაუ-
ბი კურდღელი) ერ-
თი და იგივეა. მსხვი-
ლი არტერიების ფა-
რგალში სისხლის წო-
ლა ძლიერ მცირედ
ეცემა. ბოლო წვრილ
არტერიებში და კა-
პილიარებში და შემ-
დეგ ვენების ფარგ-
ლებში სისხლის წო-
ლა თანდათანობით
ძლიერ ეცემა და ღმ-
კირეს წოლას ღრუ

ვენების შესაჯალში მიაღწევს.
თვითეულ წერტილში გვერდითი წოლა დამოკიდებულია ყველა წინამდებარე დაბრკოლებათა ჯამისაგან; აქედან სრულიად ცხადლიე განიმაოტება აღნიშნული ურთიერთობა. ყველაზე მეტ დაბრკოლებას სისხლია დენა წვრილ არტერიებში განიცდის და კაპილიარათა შორის. მსხვილ არტერიებში და ვენებში ეს დაბრკოლება ბევრად მცირეა, მით უფრო მცირე, რაც გულთან ახლოა. ამიტომ წვრილი ძარღვების ფარ-

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



38.

სუათი კვ. სისხლის წოლის რეგისტრაცია შიგნით სფეროსკოპით (C) ხდება, რომელიც არტერიაში შეჭვით; იგი სველ კედლიან კაბუჯკს ღულით ქუჩუქს ბეჭდს (G) უჭირდება; ღული გულმკერდით არტო (R) დანიშნული სისხლის შეგების საინფორმაციო სითხით ასაყვება; P ადნიშნავს საქერებს; T1-მარჯვ კა სულას (MORAL ET DAVALL).

კენ, როდესაც გულმკერდის ღრუს მახლობლად ვენები ზიანდება. ძარღვების სანათურში ჰერის შესვლა ამით არის სახიფათო, რომ მარჯვენა გულში სისხლს ვრევა, ქათად იქცევა. ეს ქაფი შედის რა სისხლის ძარღვებში. იმდენად დიდ დაბრკოლებას უყენებს გულის მუშაობას,

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

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

ნორმული რაოდენობა არტერიული წოლისა საძილე არტერიაში ასეთია:

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

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

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

კაპილიარების წოლა უაღრესად ცვალებადია. შეტადრე იკო 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. ტიგერშტედტის გამოკვლევით საშუალო საფილტვო არტერიული წოლა ძალზე 20 mm. Hg. უდრის, კატაზედ 18-ს, შინაურ კურდღელზე 12 ს. ამნაირად, წოლა მცირე წრეში გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე აორტის სისტემაში, და ერთი ერთმანეთში არავითარი განსაზღვრული უოთიერთობა არ არსებობს ამ გარემოებას უნდა მიეწიროს ლიხტჰეიმის აზრით ის მოვლენა, რომ ფილტვის არტერიული სისტემის სამი მეოთხედი ისე შეიძლება მოშორდეს სისხლის მიმოქცევას, რომ დიდს წრეში სისხლის წოლა სრულიად უცვლელი დარჩეს.

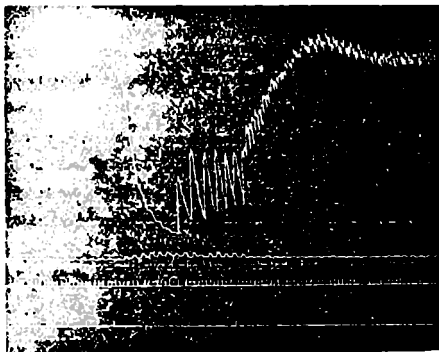
არტერიული კედლის სიმაგრე. არტერიული კედელი შეიძლება გაუმაგრდეს უფრო მეტს წოლას, ვიდრე ჩვეულებრივ განიცდის. გრეგანმა და კენკომ იპოვეს, რომ არტერიული კედლის ხელოვნურად დატვირთვისას ძალის საძილე არტერია სქდება ისეთი წოლით, რომელიც ვერცხლის წყლის 5—8¹/₂ მეტრს უდრის, რაც 4—11 ატმოსფერას შეუფარდდება. ნორმული არტერიული წოლა კი ძალზე უდრის 150 mm. Hg. ე. ი. 1/5 ატმოსფერას; სულ ბევრი მან მიღწიოს 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

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

ყველაზე უფრო საუკეთესოდ ითვლება გერტნერის (Gärtner)
ტონომეტრი და რივა-როჩის (Riva-Rocci) სფიგმომანომეტრი, რეკ-
ლინგჰაუსენის (Recklinghausen) მიერ გაუკეთესებული (სურ. 40).

გერტნერის იარაღით სისხლის წოლა (თითის არტერიაში)
150—155 mm.-ს, უფრო ხშირად 110 mm. Hg.-ს უდრის; რივა-როჩის
მიერ კი (სხვიის არტერიაში) იგი—140—150 mm.-ს, ხოლო პათო-
ლოგიკურ შემთხვევებში 250 mm. Hg.-მდე აღწევს.



სურათი 39.

სურ. 39. ცთომილი ნერვის
პერიფერიული ნაჭერის გა-
ლიზიანების გავლენა აორ-
ტის წოლაზე (ზემო მრუ-
დე) და ღრუ ვენაზე (ქვემო
მრუდე). დაკურარეცხული
ცხოველი; ხელოვნური სუნ-
თქვა. ნერვის გალიზიანების
დროს (სულ ქვემო ხაზზე
მიანი დაწვება და ბოლო აღ-
ნიშნულია პერპენდიკულია-
რული შტრიხებით) არტერი-
ული წოლა დაიწევს, ვენუ-
რი კიდე ცოტაოდნავ მატუ-
ლობს გალიზიანების გათავე-
ბისას. არტერიული წოლა
ნორმაზე ზევით აიწევს. დრო

აღნიშნება წუთობით (L. Hill, ჰემბრეის წიგნიდან).

ექიმი ავადმყოფს სისხლის წოლას დაახლოვებით გაუგებს ხოლმე
სასხავე 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 ჩაოდნობაზე.

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 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 ნულამდის ეცემა.

მეორე მხრივ, ცთომილ ნერვთა გადაქრა გულის ცემის გახშირებისა გამო წოლის მომატებას იძლევა (თუმცა შიკრეთ). 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 თვითეული სისტოლის მიერ გამოარეკილი სისხლის მოცულობა მეტი ხდება და ამან შეიძლება გადააჭარბოს იმ გავლენას, რომელიც გულის ცემის განელებაზე დამოკიდებულია. 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 ინტროპული მოქმედება, რომელიც გულის ცემის სიხშირეზე დამოუკიდებლად სწარმოებს. დადებითი ინტროპული 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 აჩიოს, წო-

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

უფრო ხშირად დაბრკოლება ცვალებადობს ძარღვთა სანათურის ცვლილებისაგამო. ძარღვთა გაგანიერებისას სისხლის წოლა ეცემა, მათი შევიწროვებისას—მატულობს. ძარღვთა სანათური ვიწროვდება მაშინ, როდესაც მათ კედლეში მდებარე კუნთები შეიკუმშება. როდესაც კიდე ისინი მოდუნდება ძარღვთა სანათური განიერდება. ქვემოთ ვავეცნობით 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 დიდი მნიშვნელობა აქვს არტერიული წოლის დაცვაში. ეს ტონუსი რომ მოვსპაოთ (მაგ., მამოძრავებელი ცენტრის სიღამბლით), არტერიული წოლა ძლიერ დაეცემა, რადგან ამ პირობებში ძარღვთა სანათური ზედმეტად განიერდება. ამის მსგავსად წოლა ეცემა იმ შემთხვევაშიც, როდესაც დაბრკოლება ძარღვთა ფართო ფარგალში მცირდება, მაგ., მუცლის შიგნეულობაში; ამ ფარგლის სისხლის ძარღვთა მოცულობა შეიძლება ისეთი დიდი იყოს, რომ მასში თითქმის მთელი სისხლი დაეტიოს. ამიტომ არის, რომ შიგნეულობის დიდი ნერვის (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 ვაძლიერება მთელ არტერიულ სისტემაში ან მის ფართო ფარგალში ასწევს აქ სისხლის წოლას დაბოკოლების მომატების წყალობით. ასე, მაგ., ხდება თუ რომ ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი გალიზიანდება ან პირდაპირ უშუალოდ ან რეფლექსური გზით,

მაგ., შიგნეულობის ნერვთა გაღიზიანებით. ძარღვთა ადგილობრივი შევიწროვება მკირე ფარგალში სისხლის წოლაზე მკირე 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 აწვევა ისკობა. ამიტომ არის, რომ ცხოველის ძარღვთა სისტემაში შეიძლება შევიყვანოთ დიდი რაოდენობის სითხე (უფიბრინო სისხლი, ფიზიოლოგიური ხსნილი, რინგერი სხნილი), და ეს სისხლის წოლას ხანგრძლივ არ ასწევს. ამის მიზეზი ჯერ ერთი ისაა, რომ სითხის ზედმეტი ძარღვებიდან გადის ოფლის სახით ქსოვილთა შუა ჩიჩრუტანებში და სეროზულ ღრუებში; მერე, მატულობს სეკრეცია იმ სითხეების, რომლებსაც 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 გაგსებასარ გამოიწვევს. ასევე ხდება სითხის ბლომად დაღვეისას. რასაკვირველია, შეყვანილი სითხის წებოიანობა უგავლენოთ არ რჩება: ცხოველს სისხლის ინიექცია რომ უყოთ. მისი სისხლის წოლა უფრო ძლიერ იმატებს. სისხლის სისტემის გატენა უფრო ადრე მოხდება, ვიდრე ნაკლები წებოიანობის მარბილოვანი 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, მკირდება, ხოლო წოლა მალე უბრუნდება ნორმულ სიძალდეს თუ მეტად ბევრი სისხლი არ იყო დაკარგული. ცდებიდან სჩანს, რომ ძაღვზე შეიძლება გამოუშვათ მთელი სისხლის $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$, 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 დაკრწუნდებით, თუ ზედიზედ მოკლე ინტერვალით სისხლს გამოუშვებთ. მაშინ აღმოჩნდება, რომ უკანასკნელის სისხლის პორცია უფრო მდიდარია პლაზმით და ლარბია ფორმიანი ელემენტებით, ვიდრე პირველი.

თუ სისხლი მეტად ბლომად გამოვიდა, ყველა ზემო აღნიშნული მოპწესრიგებელი საშუალებანი საკმაო არაა; სისხლის წოლა დაბალი რჩება, და ბოლოს ამას სიკვდილი მოსდეს სისხლის დაღვეისა გამო. ადამიანისთვის სისხლის გამოშვება მაშინაა სასიკვდილო, თუ ნახევარზე ცოტა მეტი სისხლი გამოუვიდა, ე. ი. თუ დანაკარგი სისხლს ხეულის წონის 3—3, 5% შეადგენს. მაგკამ, ამნაირ შემთხვევაშიც შეიძლება სიკვდილის გადავარჩინოთ, თუ მას სისხლსვე შეუშხაუნებთ ან და მარილის ხსნილს; ამ უკანასკნელის მოქმედება, ცხადია, იმით განისაზღვრება, რომ იგი სისხლის წოლას ნორმალედ ასწევს და მით გულის მუშაობას შესაძლებლად გახდის.

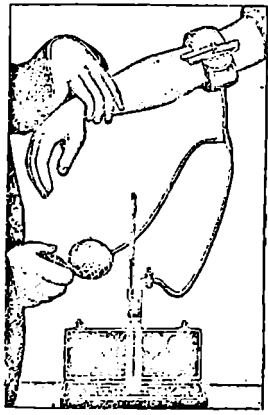
სისხლის წოლის რეგისტრაცია ვერცხლის წყლის მანომეტრის საშუალებით. დეკრებრაციული ანდა დაკურარევებული ძალი ან კატა. ტრახეოტომია, ხელოვნური სუნთქვა. ერთს საძილე არტერიოში გულის მხარეზე და აგრეთვე ერთს *vena jugularis ext.*-ში მეორე მხარეზე შეყვანილია თითო შუშის კანიულა; ორივე კანიულას კალკ-კალკე მილით უერთებენ მანომეტრებს. ეს მილები უნდა იყოს ფელასტო: ან სქელი კაუჩუკისა, ან შუშის ლულის პატარა ნაჭრებიდან შემდგარი, რომლებაც კაუჩუკით გადაბმულია ზედიზედ მყოფებით, ანდა ტყვიისაა. მილებს და მანომეტრებს ამოავსებენ 25% იან $MgSO_4$ -ხსნილით. რომელიც სისხლის შეკრას კანიულაში დააბრკოლებს. შეერთების დროს სისხლის ძარღვები მოკერილია დი ფუნქცია ხის საჭერებით. ცდის დროს აცლიან ამ საჭერებს: სისხლი არტერიიდან ძალით შეიჭრება კანიულაში და მერე მილში, აწევება მარილის ხსნილის საშუალებით ვერცხლის წყალს, ისე რომ უკანასკნელი იწეკს ძირს და მით მანომეტრის მეორე მუხლში ვერცხლის წყალი ზემოთ აიწეკს. მასთან აიწეკს მანომეტრის საწერავე კალამი, რომელიც თავის წვეტით ძლიერ ნელა მოატრიალე კიპოკრაუს ეხება. იმ მანომეტრის კალამი. რომელიც *v. jugularis*-ს უერთდება, მხოლოდ შკირედ აიწეკს და მრუდეს აბსცისის (კოტა ზემოდან დასწერს. მეორე მუხლის აწევა არ გამოხატავს ნამდვილ წოლის ოდნობას, არამედ იგი განისაზღვრება ორივე მუხლში ვერცხლის წყლის სიჭლის გარჩევით, რადგან რამდენადაც მეორე მუხლში ვერცხლის წყალი აიწეკს, იმდენად პირველში იგი დაიწეკს.

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

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

ლიზიანების შეწყვეტის შემდეგ სისხლის წოლა ნორმას სწრაფად უბრუნდება. ოუ იგივე ნეოვი ისე ძლიერ გალიზიანდა, რომ გულის ცემა სრულიად შეყენდა, მაშინ წოლა თითქმის ნულამდე ეცემა.

b). გამოუშვებენ სისხლს არტერიიდან 20 კ. ს. თითო კილოზე, ე. ი. დაახლოვებით სისხლის მეოთხედს. ამას შედეგად მოჰყვება არტერიული წოლის დაკლება. 150—140 მომ. -იდან 80 მომ ჩვ.-მდე. მაგრამ სულ ორი წამის განმავლობაში წოლა ნორმას უბრუნდება (ხან კიდევაც გადაამუ. ჰებს—160 მომ; -ზე ზევით ადის ცხოველის აგზხებისა გამო).



სურ. 40. რივა-როჩის (Riva-Rocci) სფიგმომანომეტრი სისხლის გამართვებულად.

c) ვენური კანიულის, კაუჩუკის მილის და შიბრის საშუალებით შეასხმენ ბარძაყის ვენაში თბილ ფიზიოლოგიურ ხსნილს დაახლოვებით 80 კ. ს. თითო კილო წონაზე ე. ი. თითქმის 1 1/2 ჯერ მეტს. ვიდრე ცხოველში დარჩენილი სისხლის რაოდენობა. ზალე სისხლის წოლა მატულობს 140 მომ.-დან 165 მომ.-მდე. ამ დონეზე ჩერდება 5 წამს და შემდეგ ნორმისკენ უკან დაწევას იწყებს.

აღამიანზე სისხლის წოლის გაზომვა რივა-როჩის (Riva-Rocci) სფიგმომანომეტრის საშუალებით. ეს სფიგმომანომეტრი წარმოადგენს მხარზე უკეთებენ (სურ. 40). სახელის ღრუ შეერთებულია ერთის მხრივ ვერცხლის წყლის მანომეტრთან, მეორესი კიდე—კაუჩუკის ბუმბთან, საიდანაც ჰაერს შეაქანებენ ღრუში. სახელი იბეობა ჰაერით, აწვება მხრის არტერიას და მის პულს ქვემოთ მდებარე ნაწილებში ნულამდე ასუსტებს. ამვე დროს ჰაერი აწვება მანომეტრს და ასწევს მას ზემოთ. მანომეტრში ვერცხლის წყლის სიმაღლის მომატებით გაითვალისწინებენ სისხლის წოლის ოდნობას. (სურ. 40). ამ გზით ნაპოვი სისხლის წოლა სულ ცოტა 50—60 მომ ჩვ.-ს უდრის. მაქსიმალური კიდე —100—120 მომ ჩვ.-ს.

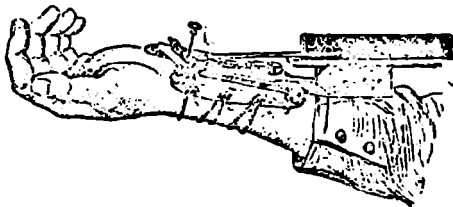
12. ბ უ ლ ს ი.

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

ეს ტალღა სულ უფრო და უფრო მკიდრდება, წერილ არტერიებში კი-
დე იგი სრულიად ჰქრება. ცემულ არტერიას რომ ხელი დავადოთ. ვიგ-
რძნობთ ძგერას. ყველაზედ ნათლად არტერიის პულსი იმ ალაგებში
იგრძნება, სადაც იგი ზერელად კანში სძევს და შეიძლება მის ქვეშ
მდებარე ძვალს მივაკიროთ (a. radialis, a. temporajis).

პულსის გამოკვლევა მედიცინის ისტორიის ყველა ხანებში ითვლებოდა
გამოკვლევის უსაკიროეს წესად. პულსი განირჩევა თავისი თვისებით: 1) სიხშირის
მხრივ, რომელიც გულის ცემის რიცხვს შეუფარდდება; 2) რითმის მხრივ (წესი-
ერი თუ უწესო), 3) ცემის თანაბარობის მხრივ, 4) მის ოდნობის ანუ ამპლი-
ტუდის მხრივ, 5) პულსის ტალღის სასწრაფის მხრივ, 6) ძვერული არტე-
რიის ვაკუიმულობის მხრივ.

როდესაც საჭიროებენ არტერიალი პულსის სისწრაფით შესწავლას,
მაშინ გრაფიკულ წესს მიმართვენ (სფიგმოგრაფები). ყველაზე უფრო
ხშირად იხმარება მარეის, დედეონის (Dudjean), ჯაკესის (Jaquet)
და ფრეის (Frej) სფიგმოგრაფები.

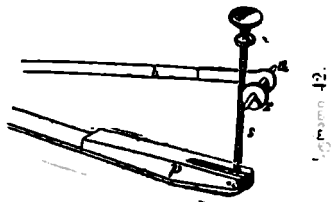


სურთი 41.

სურ. 47. მარეის სფიგმოგრაფი. მისი ხელზე განწყობილების საჩვენებლად.

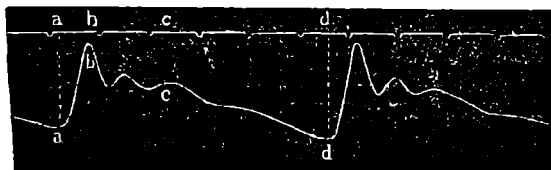
სფიგმოგრაფის პრინციპი ნათლად გამოსჩანს მე-41 სურათზედ. იარაღი
იხე განწყობა წინამხარზე, რომ მისი ხამბარაკიანი ჩხირი, რომელიც მწერავ
კალამს უკრთდება, სხივის არტერიის საუკეთესოდმძგერავ ალაგს აწვებოდეს.
(სურ 42). კალმის წვერი გაბოლილ ქალაღზე სწერავს, რომელიც საათის პეკა
ნიზმის მიერ თანაბარ მოძრაობაში მოდის. ეს მექანიზმიც იარაღს ზედ აქვს.
სხვა სფიგმოგრაფებში ჰაერის ვარდაცემის წესით სარგებლობენ, მსგავსად
კარდიოგრაფისა. ერთი კასულა ბელზედ ვაკეთებული პულსს იღებს, მეოთხე კი-
დე პირველთან შეერთებული ცალკე კიმოგრაფზე სწერავს.

სფიგმოგრაფით მიღებული პულსის მრუდეს სფიგმოგრაფებს უწოდებენ. მათი ფორმა მოყვანილია მე-43 სურათზე. იგი მიღებულია ეაკეს სფიგმოზონოგრაფით, ე. ი. მრუდეს დაწერისას დრო იწერება თითო წუთობით. პულსის მრუდზე გაიჩევა საკმაოდ ციკაბი ამჟავალი მუხლი და შემდეგ ნაკლებად დაქინებული ჩამავალი მუხლი. მრუდის წვეტი შეუფარდდება სწორედ იმ ძვერას, რომელსაც ცემულ არტერი-



სურათი. 12. მარეის სფიგმოგრაფის პულსის მიმღებელი ზამბარაკიანი ნაწილი. P—ფოლადის ზამბარაკი, რომლის პილოტით არჩერიას დაქერენ, მას ზემოდან გამაგრებული აქეს სრახნილი (S), რომელიც ზამბარაკის მოძრობას მწერავ ბერკეტს (N) გარდასცემს. (ტიგერშტედტიდან).

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



სურათი 13.

სურ. 43. ეაკეს სფიგმოგრაფით მიღებული სფიგმოგრაფა. ას—პულსის ბრუნის ერთი ქვევა; ს—პირველი ტალღა; ე—დიკროტიული ტალღა. დრო წუთობით აღინიშნება (Pembrey).

მეორენდელი ტალღების წარმოშობის საკითხი ჯერაც გამოკვლეული არაა ბოლომდის. კვლევართა მეტი წილი ყველაზე მაღალი წვეტის მიზეზად ნაპვლისებრი სარქველების დახურვას სთვლის. როდესაც სისხ-

ლის წოლა კლქში შემტარდა, აორტის შესავალი განივდებდა; სისხლი ისწრაფვის უკან გულში შესვლას; ამით სარქველები იხურება, მაგამა ერთი წილი სისხლისა ასწროებს აორტადან უკან ვულში გადასვლას. აქ ესაა მიზეზი, რომ მზუდე იძლევა გულისკენ მოპავალ უარყოფით ტალღას. ეს იწვევსო წოლის შემტარებას მალე მისი პირვანდელი წვეტის შემდეგ. ამ შეხედულობის დასამტკიცებლად მოჰყავთ ის ფაქტი, რომ დიკროტიული წვეტი მეორე ტონის დროს მადის დიასტოლის დასაწყისში. ზოგი მეტნიერა კი მეორენდელ წვეტს ძირითადი პულსაციური ტალღის უკუგდების შედეგად სთვლის არტერიული სისტემის პერიფერულ გატოტვისაგან. ეს უკლქცევითი ტალღა მიადწევს რა აორტას, აქედან ვე უკან იგდება დაბურულ სარქველებისგან. იგი როგორც დადებითი ტალღა ხელააღად მრუდას აწევას იძლევა დიკროტიულ წვეტს სისით (Frey).

აორტის სათაიდან. სადაც პირველად აღმოცენდება პულსის ტალღა. უკანასკნელი ვრცელდება არტერიულ სისტემაში შედარებით მკურე სისწრაფით. ორი არტერია რომ გულიდან სხვადასხვა მანძილზე ერთდროს გაფშინჯოთ, შეიძლება დავრწუნდეთ ერთი პულსის დაგვიანებაში მეორე პულსთან შედარებით. ე. ვებერმა a. mahillar ext. და a. dorsal. pedis-ის ერთდროული გამოკვლევის საშუალებით აღმოჩინა, რომ პულსის დაგვიანება ამ შეთხვევაში წუთის $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$ -ის უდრის; აქედან აღირიკვება, რომ საპულსო ტალღის გავრცელების სისწრაფე წუთში 1 მეტრს უდრის. შემდეგში გრაფიკული მეთოდით იყო მიღებული ასეთივე ციფრები (ლანდუა). სისხლის წოლის აწვეისას როგორც ეს ზოგიერთი ავადმყოფობისას და მოწაშვლისას ხდება, საპულსე ტალღის გავრცელების სისწრაფე მატულობს; პიოქით ძარღვთა ტონუსის დაცემისას ეს სისწრაფე კლებულობს.

წვრილი არტერიების ფარგალში საპულსე ტალღა ყრუვდება ამ ფარგალში დიდი დაბრკოლებისა გამო: ამიტომ აქ პულსაცია არ სწარმოებს. მაგრამ, როდესაც საპულსე ტალღა არტერიებში მეტად დიდია, მაშინ პულსი წვრილ არტერიებსაც ეტყობა, და აგრეთვე კაპილიარებს; სახელდობ ამ შემთხვევებში კანი ხან წითლდება და ხან ყვითლდება საპულსო ტალღის მიხედვით (კაპილიარული 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. ვენტური პულსი გულის ცეკვის დროს სწარმოებს. იგი წარმოსდგება იმ სისხლის წოდის რხევისგან, რომელსაც დიდი ვენები განიცდის მაჯვენა წინაგულის პერიოდული შეკუმშვისა და სისხლის გაყვების გამო. წინაგულის სისტოლისას ვენებში სისხლი გულდება, დასტოლის დროს კიდევ პირობით სისხლი წინაგულის ღრუში გადისხმის. ამას უერთდება პარკუქის სისტოლისა და დიასტოლის გავლენა, ამ გავლენას უკავშირდება წოდის რხევა წინაგულეებში და ამიტომ მთ შეუძლიანთ აგრეთვე იმოქმედონ ვენებიდან სისხლის გამოდენაზე.

ამნაირად, ვენების წოლა ძლიერ რთულ რხევას განიცდის, რომელიც გრაფიკულად შეიძლება დავსწეროთ (ფიგურა 333): ატრიო-ვენტრიკულური სარქველების დაზიანებისას წარმოიშევა ძლიერი ვენტური პულსი, რადგან ამ შემთხვევაში მარჯვენა პარკუქიდან სისხლი წილობრივ უკან ვენებში გადისხმის (იხ. ვენტური პულსის ცვლილება კრობილინეოვის გაღიანების გამო მკ-31 სურ.; იგი უნდა მიეწეროს არტერიული პულსის ცვლილებას კი არა, არამედ გულის გავლენას ვენტურ ღრუებზე).

გულიდან დამოუკიდებელი პულსაცია ეტყობა ღამურის მფრენავ აქც. აქ საქმე გვაქვს ვენტური კეღლების აქტიურ მოქმედებასთან, რომელიც თავისი საკუთარი რითმით მიმდინარეობს და ხელს უწყობს ვენებში სისხლის დენას (ვენური გულები ვარტონ დეონსისა).

პლეტისმოგრაფია. ხელი რომ შეეყოთ პერმეტულად დახურულ ცილინდროვან ქურქელში, რომელიც წყლითაა სავსე და მანომეტრს უერთდება, მაშინ სითხის დონის რხევა მანომეტრში უზენებს ხელის მოცულობის ცვლილებას. თუ ამავე დროს მიღებულია ზომები, რომ წოდის თანაპრობა დაკულ იქნება და აღნიშნული მანომეტრის რხევა დაწერილ იქნება შეუსჯომლად, მაშინ ასეთ იარაღს უწოდებენ პლეტისმოგრაფს (მოსსო, მარეი). რადგან ორგანოს მოცულობის ცვლილება მხოლოდ სისხლის მოცულობის რხევაზეა დამოკიდებული, ესადა პლეტისმოგრაფულ მეთოდს დიდი მნიშვნელობა აქვს კიდურებში სისხლის რაოდენობის გასათვალისწინებლად. პლეტისმოგრაფის საშუალებით შეიძლება შევისწავლოთ სიცვისა და სითბოს მოქმედება ძარღვთა სანათურებზე, აგრეთვე ნერვთა გაღიანების გავლენა და სხვა. შეიძლება აგრეთვე დავწმუნდეთ, რომ ფსიქონერვულ მოქმედებისას ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში სისხლის შეკრფვის წყალობით კიდურთა ძარღვებში სისხლი უფრო ნაკლები რაოდენობით მიმოქცეობს. ვიდრე ტვინის მოსვენებისას.

თუ იარაღი საკმაოისად მგრძნობიარეა. მას მეტ მძიმეული მრუდე შეძლებას გვაძლევს გავითვალისწინოთ სისხლის გავსების ნელი ცვლილებანი; მასზე შეიძლება შევამჩნიოთ აგრეთვე პულსის სინქრონიული რხევანი. ამნაირად მიღებული მრუდე ერთი შეხედვით ძლიერ წააგავს სფიგმოგრაფებს, მაგრამ ახსებითათ მათგან განირჩევა.

პლეტისმოგრაფიული მრუდე წარმოიშობა შემდეგი გარემოების გამო. სისხლის სისჯოლური ტალღის მოწოლის წყალობით თვითეულ არტერიაში არამც თუ წოლა მატულობს, აგრეთვე მატულობს ძარღვთა მოცულობა. პლეტისმოგრაფი გვაძლევს აღებული კუდურის ყველა არტერიების მოცულობას. ე. ი. ერთდროულად აღნიშნავს ორგანოს ყველა არტერიულ ძარღვთა პულსს.

ქალას ღრუ მასში არსებულ ტვინთან ერთად წარმოადგენს თითქოს ბენებრივ პლეტისმოგრაფს. ცხოველს რომ ქალა გავუხვებოთოთ და ნახევრტა მწერავ კასულას შეუერთოდ. უკანასკნელი ტვინის პლეტისმოგრაფას დააწერს. ამითვე აიხსნება ბავშვის ტვინის პულსი, რომელსაც თხემის რბილ აღაგზე თითის დადებით ვგრძნობთ.

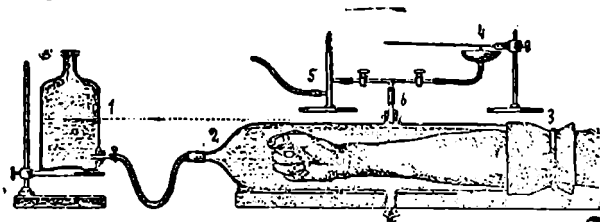
პლეტისმოგრაფიული გამოკვლევა მეტად გავოსადეგია იმ ორგანოებისათვის. რომელთა სისხლის ძარღვები ეგ. წ. კარით (hilus) შედის, მაგ., თიოკმლისთვის, ელენთასთვის. ასეთი ორგანოს მთაქცევენ ორჯამში, რომელთა ფორმა ორგანოს ფორმას შეუფაოდდება და სისხლის ძარღვებს კარზე მკიდრად გამოაღესავენ ვაზელინიოთ. ამნაირად წარმოსდგება ონკოგრაფი ანუ ონკომეტრი, რომელიც შეძლებას გვაძლევს შევისწავლოთ ორგანოს მოცულობის ოდნობა და მისი რხევა სხვადასხვა პირობების მიხედვით.

ონკოპეტრული გამოკვლევით შეისწავლიდენ გულის გავსებას და ცარიელებას. ამ მიზნით მთელი გული კასულაში მაგრდება გულის პერანგის საშუალებით, რომლის ქვეშა ნაწილი მოქრილია; ან კიდე მხოლოდ პარკუქი შეაქვთ სქელ კედლიან კაუჩუკის ბუტში, რომელიც ჰემეტიულადაა დაცული და მწერავ კასულას უერთდება. ამნაირი ცდები ვვიჩვენებენ, რომ ხანდახან სისტოლის დროს პარკუქი სრულიად ცარიელობდა.

არტერიული პულსის დაწერა მარცხის სფიგმოგრაფის საშუალებით. სუბიექტს გაუბრტყლებენ წინაზხარს და გავლილ ხელს მოსვენებულ მდებარეობაში ამკოფებენ. ზარკით კამაგრებენ მარჯი ს სუფიგმოგრაფს; ისე რომ, მისი წამბარაკიანი პელოტი (ბალიში) (v) art. radialis-ის მკერავ აღაგზე მოექცეს. თვითეული ძკერავ პელოტი და მასზე გამაგრებული ხრანხილს ასწევს ზეით; უკანასკნელი მოატრიალებს თვალს და მასთან შეერთებულ მწერავ კალამს. (იხ სურ. 41, 42).

როგორც კი კალაშმა კარგად დაიწყო რბევა, საათის მექანიზმს აამოქმედებენ. რომელიც თანაწორ ზომიერად კალმის წინ გაბოლილ ქალაღს ამოძრავებს.

ხელის მოცულობის ცვალებადობის დადასტურება სისხლის რაოდენობის რბევის მიხედვით მოსსოს პლეტისმოგრაფის საშუალებით. (ის სურ. 44). ხელი უნდა შეიყოს შუშის ცილინდრში, და ცილინდრი ძისი სახელის (ა) ხელის ვარშემო ზორტის მკიდროდ მოქერით სრულიად დაიხუშოს. შუშა წყლითაა გავსებული (ბოთლიდან 2-ის საშუალებით); მოცულობის პულსაციური და სხვა რბევათა სარიგისტრაციო ცილინდრი უერთდება მარჯვის კაპსულას (4), რომელიც კიმოგრაფზედ სწერავს. ამავე დროს ცილინდრი შეერთებულია გაზურ ბუნზენის ქოაქთან. ხოლო როდესაც კაპსულით სწერენ, მაშინ ბუნზენის ქრაქისკენ მიმავალი მილი დაკეტულია. ამ აპარატით სურვილისამებრ შეიძლება ვისარგებლოთ, როგორც კრისის ტახოგრაფით, თუ კაპსულისკენ მიმავალი მილი (6-ს და 4-ს შუა) დაკვერეთ, ქრაქისკენ მიმავალი კიდე (6-სა და 5-ს შუა) გავალეთ, მაშინ ბუნზენის ქრაქის ალი ძვერას იწყებს ხელის პულსაციის თანაბრად. ამ შემთხვევაში ცილინდრი უწყლოდ სრჩება. იგი სავსეა ჰაერით.



სურათი 44.

სურ. 44. მოსსოს პლეტისმოგრაფი. მისი ნაწილების მნიშვნელობა და ხმარება აწერილია ტექსტში. (დანილევსკი).

13. სისხლის დენის სისწრაფე.

ფიზიკური პრინციპები. სითხის დენის პირობათა სრულიად გასაგებად საჭიროა ვიცოდეთ როგორც სითხის წოლა, რომელიც მიმდინარე სითხეს აქვს, და დაბრკოლებანი, რომელითაც სითხე გაივლის, აგრეთვე უნდა ვიცოდეთ დენის სისწრაფე და ამ სამივე ფაქტორთა შორის ურთიერთობა.

სითხის სისწრაფეს, მილში მიმდინარეს, უწოდებენ იმ გზას, რომელიც უნდა წყალის ნაწილაკმა ერთ წუთში გაიაროს. ამას გარდა უნ-

და გაიჩნას მოცულობის სისწრაფე. ე. ი. იმ რაოდენობის განსაზღვრა, რომელსაც დროს ერთეულში გაივლის. გზის სიგძის მიმართება განვლილი სითხის რაოდენობისადმი განისაზღვრება ასეთი შეთანასწორებით:
$$v = \frac{v}{q},$$
 სადაც v ნიშნავს ხაზოვან სისწრაფეს (გზას), v — მოცულობის სისწრაფეს და q — მილის გირდიგარდმო ნაკვეთის დიამეტრს. როდესაც სითხე მილთა ძლიერ გატოტვილ სისტემაში თანასწორობაში იქნება, მაშინ დროს ერთეულში სითხე თვითეულ გირდიგარდმო ნაკვეთს ერთის რაოდენობით გაივლის; წინააღმდეგ შემთხვევაში თანასწორობაში იქნება დიარღვევად. მაგრამ სისხლის ძარღვთა ბაღე ისე იტოტვება, რომ მიუხედავად ტოტთა კალიბრის შემცირებისა მათი გირდიგარდმო ნაკვეთთა საერთო ჯამი უფრო მეტია, ვიდრე ძარღვთა სანათური გატოტვამდის; ამნაირად რაც უფრო მეტად იტოტვება სისტემა, მით უფრო იზრდება ძარღვთა საერთო კალაპოტი. მიუხედავად ამისა დროს ერთეულში თვითეულ საერთო გირდიგარდმო ნაკვეთით ერთი და იმავე რაოდენობის სითხე გაივლის. სისხლის სისტემაში ეს შეიძლება მოხდეს მხოლოდ მაშინ, თუ წვრილ ძარღვებში სისხლი უფრო ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე მსხვილებში; უკანასკნელებში კიდევ უფრო ნელა, ვიდრე აორტაში. ამნაირად აორტის დასაწყისში დროს ერთეულში იმდენივე სისხლმა უნდა გაიაროს, როგორც ორივე ღრუ ვენით და მთელი კაპილარული ბაღით; ამდენივე სისხლი გაივლის დროს ერთეულში საფილტვო არტერიით და ოთხივე საფილტვო ვენით. სისხლის ძარღვთა საზოგადო კალაპოტი კი სისხლის სისტემის გატოტვის გამო 400 ჯერ მეტულობს აორტის სანათურთან შედარებით. ამასთან შეფარდებით სისხლის დენის სისწრაფე აორტაში ყველაზე დიდი უნდა იყვეს, არტერიულ სისტემაში კიდევ იგი უნდა კლებულობდეს და ყველაზედ ნაკლები კაპილარათა ბაღეში უნდა იყვეს. 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 უღების საშუალებით ეს ნათლად იყო დამტკიცებული. თუმცა სიმართლე ითქვას, სისხლის ფარგალში მეტად რთული პირობებია, მეტადრე იმის გამო, რომ ძარღვთა კიდლები ელასტურია, აგრეთვე ნერვული გავლენის გამო, რის ანგარიშის გაწევა საძნელოა.

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

ლიუ დვიგის სასისხლო საათის შეწეობით (სურ 45). ეს იარაღი წარმოადგენს ორ შუშის ოლივას (ოვალური ფორმის კურკელს) მუხლით შეერთებულს. ერთ ოლივაში ჩასხმულია ზეთი (A), მეორეში კიდე უფიბრინო სისხლი ან ფიზიოლოგიური ხსნილი (B). საძილე არტერია გადიკრება და მისი ცენტრალური ნაკერი, ე. ი. გულის მხრისა, უერთდება A-ოლივას, პერიფერიული კიდე — B ოლივას. როდესაც არტერიიდან სისხლს გაუშვებენ, სისხლი აწეება 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 მეორე ოლივაში ერეკება, რომლიდანაც სისხლი არტერიაში გადადის და ასე შემდეგ. ოლივის მოცულობა რომ უდრიდეს $\frac{1}{2}$ -ს, იარაღის მოტრიალების რიცხვი კი $\frac{1}{2}$ -დროში n -ს, მაშინ მოცულობის სისწრაფე $= \frac{n}{2}$, მისი ხაზოვანი სისწრაფე კიდე $= \frac{n}{2}$, სადაც q = საცდელი ძარღვის სანათურს. ამავე პრინციპზეა აშენებული ტიგერშტედტის და ჰიურტლის საათები.



სურათი 45.

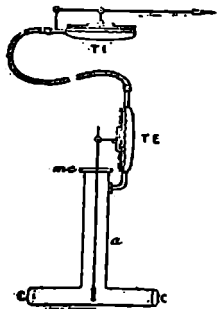
სურ. 45. ლიუდვიგის სასისხლო საათი. 1. და 2. მგრება გადაკილი ბოტრიის ბოლოებში, იარაღის შემოთა ნაწილი (ს. A B); თავისუფლად შეიძლება მოტრიალდეს უზომო კუთხეზე (ს. C); XV-ლერძის გარეშე. A. იყვება განაზღვრული რაოდენობის ზეთი, B და შეკრებილი ლულა კიდე შრატით, ან დალოკის სითხით. მისი მზარება იხ. ტექსტში (და ნილვეს კიდე ან).

ბევრჯერ იყო გამოკვეული სისხლის დენის სისწრაფე ძველ დროშიაც და ამ ბოლო დროსაც. უკანასკნელად ჩუევესკის მიერ იყო განსაზღვრული სისხლის დენის სისწრაფე. ძალღის 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.; წერილ არტერიებში სისწრაფე უფრო ნაკლებია; დიდ ვენებში იგი დიდია, მხოლოდ შეფარდებული არტერიების ოდნობას არ მიაღწევს, მაგ., ძალღის 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 ევ. წ. ჰემოდრომოგრაფი (სურ. 46). ამ იარაღით სისხლის კალაპოტში შეაქვთ ალიუმინის ფირფიტა, რომელიც გამაგრებულია ბერკეტის ბოლოზე. ეს ბერკეტი შედის კალაპოტში კაუჩუკის კედელით (m) 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 კმოგრაფზე სწერდეს, მაშინ მივიღებთ მრუდეს, რომელიც დენის სისწრაფის ოდნობას და მის ცვალებადობას უნდა უფარდებოდეს (სურ. 47).



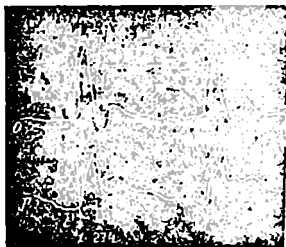
სურათი

სურ. 46 სქემა შოვოს ჰემოდრომოგრაფისა. CC—ლულა, რომელსაც ორივე ბოლოთი არტერიაში ამაგრებენ; a—გვერდით ტოტი, რომლის საშუალებით ალიუმინის ფირფიტა სისხლის კალაპოტში შეაქვთ; m—კაუჩუკის სიფრიფანა; TE—მარეის მიწებები კაპსულა. T.J—მარეის მწერაფი კაპსულა. (Doyon და Murat).

ასეთივე შედეგი მიიღება, თუ პიტოის ლულებით ვიხელმძღვანელებთ. ამისათვის სითხის სადინარში შეაქვთ ორი მანომეტრული

ლულის ბოლოები. ერთის ბოლო მიმართულია გულისკენ, მეორესი კიდე გვერდზედაა მიქცეული. პირველ მანომეტრში სითხე მაღალ დონეზე სდგას, მეორეში კიდე დაბალ დონეზე. ასეთი მანომეტრი იხმარება გვერდითი წოლის გასაზომად. გარჩევა სითხითა დონისა ორივე მანომეტრში წარმოადგენს სითხის დენის სისწრაფის ფუნქციას. რაც უფრო სწრაფია დენა იმდენად დიდი გარჩევა მანომეტრულ დონეთა შორის. ეს გარჩევა ფოტოგრაფიის საშუალებით იწერება (ციბულსკი, ფრანკი).

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



სურ. 47.

სურ. 47. სისხლის სისწრაფის (O) და წოლის (P) მრუდები (Laird). (ხენის საბილე არტერია. შეფარდებული მოულის ადგილი ნაჩვენებია: ერთხორი კოუეზი. სისწრაფის იყება პიოელ ბასთან, დასჯილი კიდე შესაგვიფიოსოს).

აგრეთვე ზემო აღწერილი ტახოგრაფით შეიძლება მივიღოთ ისეთი მრუდე (აღის ფოტოგრაფიულად გადაღების საშუალებით). ამ მრუდეს ტახოგრაფის უწოდებენ. რადგან სისხლის მიმდინარეობა ვენებით თანასწორ ზომიერია, ხელის მოცულობა უნდა იცლებოდეს ისეთივე სისწრაფით, რომელიც არტერიებში სისხლის დენის სისწრაფეს შეუფარდება.

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 სხვანაირი ურთიერთობა არსებობს. ადგილობრივ რომ დაბრკოლება გაიზარდოს, ამ ალაგის 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 წვერილი არტერიები განიერდება, ეს მდინარეში შლიუზების ვალებას წააგავს, და ამიტომ მიმდინარე სისხლის რაოდენობა მატულობს.

აღწერილი ურთიერთობას აქვს დიდი მნიშინელობა ორგანიზმის კვების მიმართ. მაგ., მუშაობის დროს კუნთების ძარღვები განიერდება

რომ მომუშავე კუნთის მომეტებული მოთხოვნილება ჟანგბადისა და მასჯარდობელი მასალის მიმართ საკმარისად დაკმაყოფილდეს. კუნთების მუშაობისას სისხლის დენა მათში ოთხჯერ—ხუთჯერ იზრდება (შოვო და კაუჟმანი). 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 საკმლის მომწელებელი 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 შედეგად. ეს მოქერამოკლე ხანს უნდა სწარმოებდეს, რომ არტირული სისხლის დენა ამ ორგანოსკენ არ შესწყდეს.

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

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

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

ხოლო უნდა აღვნიშნოთ, რომ ჰერინგის წესით მხოლოდ მაქსიმალური ოდნობა შეიძლება განისაზღვროს, ე. ი. ის მოკლე დრო, რომელიც სისხლის ნაწილას სჭირდება მთელი მოქცევის გარბენისათვის. საშუალო ხანგრძლივობა, უეკველია, უფრო დიდია. სახელდობრ თვითეულ ძარღვში სისხლის დენის სისწრაფე ერთნაირი არაა ძარღვის დერძიდან სხვადასხვა მანძილზე: რაც უფრო ახლოა სითხე ძარღვის სანათურის შუა გულთან, მით უფრო მეტია მისი სისწრაფე. ამის და შესაფერადის ნაწილები, რომლებიც ძარღვის შუა გულით მიისწრაფვის, უფრო მალე გაირბენს 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 სახისხლო საათის შემწევობით. ეს ცდა უკვე ავწერეთ ზემოთ.

14. სისხლის ძარღვთა ინნერვაჟია.

ძარღვთა შემავიწროვებელი ნერვები. ძარღვთა კუნთები განიცდის ორნაირ ნერვულ ძაფთა გავლენას: ან ისეთ ძაფთა, რომელთა გალიზიანება ძარღვთა კუნთებს ამოკლებს და მით სანათურს ამცირებს (ძარღვთა შემავიწროვებელი ნერვები), ან კიდე ისეთ ძაფთა გავლენას, რომელთა გალიზიანება კუნთებს აღუნებს და მის ძარღვთა სანათურს აღიდებს (ძარღვთა გამგანიერებელი ნერვები). პირველები იყო აღმოჩენილი 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 გამოაკვლია.

ყელის სიმპატიკური ნერვის გადაჭრისას, სხვათა შორის, შეიძლება ვინახულოთ, რომ ყურის ძარღვები განიერდება, და ამიტომ წინეთ წვრილი უჩინარი არტერიები და ვენები ეხლა ნათლად ჩნდება. ყურის ნიჟარი რომ გადავჭრათ, სისხლი ქრილობიდან უფრო ძლიერ გადმოჩქევს, 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 მზია-უფლ ფერს იღებს და იგი თვისებებით უფრო არტერიული სისხლს უახლოვდება.

თუ გავაღიზიანებთ ყელის სიმპატიკური ნერვის პერიფერიული ნაკერს, ყურის არტერიები ვიწროვდება. ძლიერი გაღიზიანებისას მათი სანათური შეიძლება სრულიად გაჰქრეს; ვენური სისხლი ნელ-ნელა გამოდის და მას, მუქი წითელი ფერი აქვს; ყურის გაჭირვას სისხლი მკირედ გამოდის; ტემპერატურა ყურისა კიდევ დაიწევს.

რადგან ყელის სიმპატიკური ნერვის გადაქრა ყურის ძარღვებს აგანიერებს, მისი გაღიზიანება კიდევ 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 გაუშვებებივ მომდინარეობენ. თითქმის ყველა ძარღვებს, მეტადრე არტერიების უმრავლესობას აქვს ისეთი ნერვები, რომელნიც მათი შევიწროვებას იწვევენ. ე. ნ.-ს-დან ისინი გაივლიან წინა ფესვებს, აქედან ავტონომიურ სისტემაში შევლენ და უკანასკნელის საშუალებით მთელ სხეულში ვრცელდებიან. ამ ნერვთა შესახებ აქნობამდის შემდეგია ცნობილი:

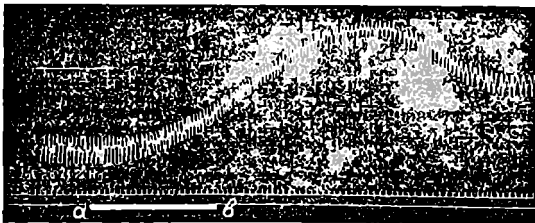
ძარღვთა შემავიწროებელი ნერვები მეტ წილად ზურგის ტვინის გულმკერდის ფარგლიდან გამოდიან. თავის ასეთი ნერვები იწყება 1—5 გულმკერდის ფესვების საშუალებით, გადადის შემდეგ სიმპატიკურ ნერვში და აქედან თავში სხვადასხვა ალაგას ვრცელდება. ამაში იქიდან ვრწმუნდებით, რომ სიმპატიკური ნერვის გაღიზიანება ძარღვთა შევიწროვებას თავის ყველა ნაწილებში იწვევს. მხოლოდ თავის ტვინის შესახებ ავტორთა აზრი სხვადასხვაობს. ზოგიერთი მკვლევარი ამტკიცებს, რომ ყელის სიმპატიკური ნერვი ტვინის ძარღვების შემავიწროებელ ნერვებსაც შეიცავს. სხვათა აზრით კი ძარღვები სრულიად მოკლებული უნდა იყოს ამნაირ ნერვებს, ვითომ ეს თავში სისხლის სისხლის დამოკიდებული სხვა ორგანოებში სისხლის გაწესრიგებაზეო. ამ ნერვთა მსკელობის შესახებ ცნობები მეტად ბუნდოვანია. ზოგიერთა აზრით ისინი გადადიან ძარღვთა სიმპატიკურ წიწულში, ზოგისა კიდევ ისინი ჯერ თვლიან თავის ტვინის ნერვებს. უკანასკნელი აზრი მაგ. დამტკიცებულია H. HYPOLIAS-ის მიმართ.

ზემო კიდურთა ძარღვების შემავიწროებელი ნერვები გამოდის ზურგის ტვინიდან მე-3—მე-11 გულმკერდის ფესვებით, ქვემო კიდურთა კიდევ შეუარებულ ზურგის ტვინის ნერვების უკანა ტოტებიდან.

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

ნერვები 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 სამლრთო ფესვების საშუალებით; მათ თავისი საბოლოო გატოტკამდის *plexus hypogastricus*-ი უნდა გაიარონ. ფილტვებს აგრეთვე აქვს ეს ნერვები. ზოგიერთი დაკვირვებით ფილტვები ცთომილი ნერვით მიიღებს ძარღვთა შემავიწროვებელ ძაფებს. ხოლო აეტორთა მეტი წილი ამტკიცებს, რომ ეს ნერვები მე 2—მე-3 გულმკერდის ფესვებით გამოდის და ფილტვებში სიმპატიკური ნერვის ტოტკებით შედის.

ჩამოთვლილი გზების გარდა ძარღვთა შემავიწროვებელ ნერვები სხვა ნერვული გზებითაც გაივლის, მაგ., ყელის წნულის მეორე და მესამე ნერვში პოულბენ 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 ელნთასი. შეიძლება ამ ნერვებს სათაური სიმპატიკურ ნერვში აქვთ. საკირო 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 ნაკრის გალიზიანების მოქმედება არტერიულ წოლაზე (აორტა). ცუა საზურგტვინო ძაღლზედ. გალიზიანება (ა) და არტერიული წოლის დადს მოპატებას იძლევა. დრო აღნიშნულია წუთობით (და ნ ი ლ ე ვ ს კ ი დ ა ნ).

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

შიქმნება ხალხმე, რომ გვეგონებათ ცხოველს მთელი სისხლი გამოუშვეს. პირიქით, თუ გალიზიანდა ორივე შიგნეულობის ნერვი, მაშინ შიგნეულობის ძარღვები ფრიად ვიწროვდება: სისხლი აქიდან გაირეკება, დაბრკოლება დენისადმი ძლიერდება და მით მსხვილ არტერიებში სისხლის წოლა მატულობს (სურ. 48).

ამასთან უნდა ვიქონიოთ მხედველობაში, რომ იი. splanchnici ადღევინა ნერვულ ტოტებს როგორც არტერიებისთვის, ისე შიგნეულობათა ვენებისთვის. მათი გალიზიანებისას სისხლი მიირეკება არტერიებიდან ვენებში, უკანასკნელებიდან მარჯვენა გულში, ასე რომ თუნდაც ანოტა დაცობილ იქმნას იქვე ლავიწქვეშა არტერიის ქვემოთ, მაინც სისხლს მიმოქცევაში კიდე ბლომად სისხლი მიიღებს მონაწილეობას, რამელიც საზოგადო რაოდენობის 27% აღწევს (Mall).

ძარღვთა უნერვოდ შეგუებული მოქმედება. საზოგადოდ არტერიებს 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 უძონაწილოდ და შეიძლება დამტკიცებულ იყოს როგორც ბუნებრივ პირობებში, ისე ამოკრილ არტერიაზე. მაგ., რომელიმე არტერიას რომ ძაფი გადუქიროთ და იგი უსისხლო გაეხადოთ, მაშინ შეფარდებულ ორგანოში. სადაც იგი საბოლოოდ ვრცელდება, ძარღვები განიერდება. ამის წყალობით ადვილდება კოლატერალური სისხლის დენილობა მუშობელ 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 პასიურად არ მიემართვიან სისხლის დენას; პირიქით, პირდაპირი გალიზიანების გამო მათი მდგომარეობა ორგანოში სისხლის დენის და მომარაგების მოთხოვნილებას უფარდდება.

ძარღვთა გამგანიერებელი ნერვები. N. lingualis რომ გავალიზიანოთ და დავაკვირდეთ ყბისქვეშა სანერწყვო ჯირკველს, გამოჩნდება, რომ ჯირკველის ვენა იბერება, მასში გან-

ვლილ სისხლს მხიარული წითელი ფერი აქვს, და მასთან იგი პულსაციას იწყებს. აქედან დასკვნეს, რომ *n. lingualis* შეიცავს ისეთ ნერვულ ძაფებს, რომელთა გალიზიანება ყბისქვეშა ჯირკველის ძარღვებს აგანიერებს. ასეთ ნერვებს ძარღვთა გამგანიერებელს უწოდებენ.

სადაც ეს ნერვები გვხვდება შემავიწროვებელ ნერვებთან შეურევლად, იქ მათი აღმოჩენა ძლიერ ადვილია. ხოლო სადაც ორივე ჯუარის ნერვები ერთი ღეროთი გაივლის, საჭიროა განსაკუთრებული ცდის წარმოება ძარღვთა გამგანიერებელი ნერვების აღმოსაჩენად. ხშირად ხდება, რომ ამნაირი ღეროს გალიზიანებისას გამგანიერებელ ნერვთა მოქმედება აქარბებს გალიზიანების დროსვე შემავიწროვებელ ნერვებს. მაგრამ ძარღვთა გაგანიერება მეტადრე ხშირი მოვლენაა გალიზიანების შემდეგ, როგორც შემდეგმოქმედება. უკანასკნელი გარემოება გვეუბნება, რომ ძარღვთა გამგანიერებელი და შემავიწროვებელი ნერვები წმინდა ანტიგონისტებს არ წარმოადგენენ, რომ ისინი მოქმედობენ ძარღვთა სხვა და სხვა ნაწილზე მსგავსად იმისა, როგორც ეს გულის შემაკავებელი და ამქარებელი ნერვების შესახებ იყო აღნიშნული.

ძარღვების შემავიწროვებელ ნერვთა სუსტ მოქმედებას (სუსტი გალიზიანებისა გამო) სჭარბობს გამგანიერებელ ნერვთა ძლიერი მოქმედება (შედარებით ძლიერი გალიზიანება); ეს იქიდან გამომდინარეობს, რომ თუ სიმპატიკური ნერვი დაუზიანებელია და, მაშასადამე, ყბის ქვეშა ჯირკველი მასში არსებულ შემავიწროვებელ ნერვთა გავლენას განიცდის, მაშინაც *n. lingualis*-ის გალიზიანება ძარღვთა გაგანიერებას იწყებს.

რომელიმე ნერვის ღერო რომ გადავჭრათ და ცხოველი დიდხანს ვაცოცხლოთ, ნერვის პერიფერიული ბოლო მოკლე ხანში გარდიშეება. ოთხი დღის შემდეგ რომ გარდაშეებული ნერვი გავალიზიანოთ, ენახამთ ძარღვთა გაგანიერებას (Goltz); ახლად გადაჭრილი ნერვის გალიზიანება ძარღვთა შევიწროვებას იძლეოდა. სჩანს, ც. ნ. ს.-იდან მოწყვეტისას გამგანიერებელი ნერვი ავზნებულობის უნარს უფრო დიდხანს ინახავს, ვიდრე შემავიწროვებელი.

მაგრამ ახლად გადაჭრილ ნერვშიაც შეიძლება დავადასტუროთ გამგანიერებელ ძაფთა არსებობა, თუ რომ ცდას მიზანშეწონილად ვაწარმოებთ. სახელდობრ აღმოჩნდა, რომ სუსტი გალიზიანება ან მკორე სიხშირის გალიზიანება გამგანიერებელ ძაფებზე უფრო ძლიერ მოქმედებს, ვიდრე შემავიწროვებელზედ. ამაში ჰხედავენ კიდევ ერთს საბუთს გამგანიერებელ ნერვთა არსებობის დასამტკიცებლად (Остроумовъ,

Bowditch) გამგანიერებელი ნერვები უფრო ადვილად ღიზიანდება სითბოს მიერ (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 მოკმედეგის ფარული პერიოდი ცოტაოდნავ შემავიწროვებელთა მოკმედეგისაზე მეტია. უკანასკნელთა ვალიზიანებისას ეფექტი მაქსიმუმს უფრო მალე მიაღწევს, ვიდრე ძარღვთა გამგანიერებელ ნერვთა ეფექტი.

ძარღვთა გამგანიერებელთა გზები. გამგანიერებელთა ნერვებიდან უკვე ვიცნობთ ერთს, რომელიც *n. lingualis* ის საშვალეებით ყბის ქვეშა ჯირკველში 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 თავდაც შეიცავს ძარღვთა გამგანიერებელ ნერვებს პირისახისათვის და თვალისათვის (*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 ჯერ კუჭის განყოფილების სიმპატიკურ ნერვში შევლენ, მერე საჯდომ ნერვში. ზოგი ავტორი ამტკიცებს, რომ სიმპატიკური ნერვის გულმკერდულ განყოფილებაშიაც მოიპოვებიან ასეთი ნერვები ქვედა კიდურებისთვისო. მე-11 — 13 გულმკერდის ნერვები შეიცავენ შიგნეულობის ძარღვთა გამგანიერებელ და შემავიწროვებელ ძაფებს. *N. splanchnicus*-ში აგრეთვე არსებობს გამგანიერებელი ძაფები შიგნეულობისათვის. ცთომილი ნერვი აგრეთვე შეიცავს გამგანიერებელ ძაფებს გულის გვირგვინოსან ძარღვებისთვის. ფილტვები იღებენ ზოგიერთა გამოკვლევით თავის გამგანიერებელთ სიმპატიკური ნერვის ყელის გინყოფილებიდან, აგრეთვე ცთომილ ნერვიდან.

მამაკაცის სასქესო ასოს ძარღვთა გამჯანინებელი ნერვები, რომელთაც ფრიალ დიდი როლი აქვთ ერექციის დროს, გამოდიან მე-1—3 სამლრთო ფესვებიდან, უერთდებიან plexus hypogastricus-ს და შერე მიემართვიან ასოს ძარღვებისაკენ (Eckhard)

ძარღვთა მამოძრავებელი ნერვების მოქმედების წარმოშობა. უკვე აღვნიშნეთ ზენოთ, რომ ძარღვთა შემავიწროვებელი ნერვების სიღამბლევ, მათი გადაქრა ძარღვთა გაგანინებებს იძლევა და მით იწვევა კანისა ან ლორწოვანი გარსის ან და ორგანოს გაწითლება, ტემპერატურის აწვევა, ორგანოს მოცულობის მატება სისხლით გავესების გამო, ვენური სისხლის მიერ ალისფერის მიღება სხვა. ყველა ეს ადვილად აიხსნება იმით, რომ ტვინის ვაზომოტორულ (ძარღვთა მამოძრავებელ) ცენტრებიდან მიმდინარეობს ტონური აგზანება, რომელსაც ძარღვთა სადა მუსკულატურა, სახელოდობრ, არტერიებისა, მუღმივი შეკუმშვის მდგომარეობაში მოჰყავს. ამის გამო ამ ნერვების გადაქრას მუსკულატურის მოღუნება ჰყვება.

თუ პირიქით გავალიზიანეთ გადაქრილ ძარღვთა პერიფერიული ბოლო ან და გავაძლიერეთ ტონური ცენტრის მოქმედება, მაშინ პირიქით ასეთ შედეგებს მივიღებთ: ტემპერატურის დაწვეას, ძარღვთა შევიწროვებას, ფერის დაკარგვას და სხვას. მაგრამ ცდებიდან სჩანს, რომ თუ გადაქრილია საჯდომი ნერვი, რომელიც კიდურის ძარღვთა შემავიწროვებელ ნერვებს შეიცავს, რამდენიმე დღის შემდეგ ზემო ჩამოთვლილი შედეგები ისპობა და ძარღვები ხელახლად ვიწროვდება, ტონუსი თიფქოს აღორძინდა. ცხადია, ამ შემთხვევაში ტონური აგზანება წარმოიშვება ადგილობრივ თვითონ ძარღვების კედლებში; მათში ან მათთან მახლობელ ნერვულ კვანძებში უნდა არსებობდეს პერიფერიული ცენტრები ძარღვთა შესავიწროვებლად და ეხლა ისინი თავისი აგზანებით აღადგენენ ძარღვთა ტონუსს. თუ ამის შემდეგ, როდესაც კიდურის ტემპერატურა ნორმული ხდება, ტონუსიც ნორმულია, გავალიზიანეთ კიდური ელექტრული ნაკადით ან სიცივეთი, კიდურის ძარღვები განიერდება, გალიზიანების შეწყვეტისას კი ხელახლად ვიწროვდება. ასეთივე დროებითი ძარღვების გაგანინება გამოიწვევა, თუ გადაქრილი ნერვის პერიფერიული ბოლო გავალიზიანეთ 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 სიღამბლე მოუვიდათ, მერე კი მათ ტონუსი დაუბრუნდათ.

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

მაგრამ ძარღვთა კედლებში ნერვული ელემენტების არსებობა ჯერაც არაა გაპოკვეული. არტერიების კედლებში მართლაც ჰპოულოდენ განგლიოზურ 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 განეწყობოდეს, და მიტომ შეიძლებოდეს ძარღვის აქტივურად გაგანიერება. ამიტომ გაბატონებულია ჰიპოტეზა, რომლის თანახმად ძარღვთა გამგანიერებელი ნერვები წარმოადგენენ შემაკავებელთ, რომელნიც ძარღვთა შემავიწროებელ პერიფერიულ აპარატებზე ღეპრესიულად მოქმედობენ; ისინი მხოლოდ ასუსტებენ ან სპობენ არტერიების კედლების ტონურ შეკუმშვას, რის გამოც სისხლის წოლა ძარღვების კედლებს უფრო მძლავრად გასკიმაგს. ასეთი შეხედულობით გამგანიერებელთა აგზნება არსებითად უნდა იძლეოდეს იმავე გაგანიერებას, როგორც შემავიწროებელთა სიღამბლე.

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

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

ამნაირად, ძარღვების შემავიწროვებელთა სიღამბლე და გამგანიერებელთა გაღიზიანების ეფექტი ერთი და იგივე არაა; მეორე სწარმოებს უფრო ძლიერ და მასთან ძარღვთა ტონუსზე დამოუკიდებლად. ცხადია თავის თავად, რომ როგორც გინდა იყოს გამგანიერებელ ნერვთა მოქმედების მექანიზმი, უნდა ვიცნოთ, რომ მათი გაღიზიანება არტერიების სადა მუსკულატურაში ტონური შეკუმშვის შეკავებას იწვევს, მსგავსად ცთომილ ნღვთა მოქმედებისა გულის რითმულ შეკუმშვაზე. შედეგი კი ერთნაირი არაა: გულისცემის განელება სისხლის მიმოქცევას ასუსტებს, არტერიების გამგანიერება კი მომქმედი ორგანოს სისხლით მომარაგებას ასწევს.

ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრები. თუ დავაკვირდებით არტერიული ძარღვების მდგომარეობას, და მასთან თავის ტვინს წინიდან მიყოლებით გარდიგარდმო ვადავკრით, აღმოჩნდება რომ თვითეული გადაჭრა ან სულ მცირე ხანს ან და სულაც არ მოქმედობს სისხლის წოლაზე; მაგრამ რა წამს ვადიკება ოთხგორაკა და დაზიანდება მოგრძო ტვინი, მაშინვე სისხლის წოლა მძლავრად იცვლება, სახელდობ, მოგრძო ტვინის გარდიგარდმო ვადაჭრა წოლის მედგარ დაწევას იძლევა; ამასთან არტერიული ძარღვები ძლიერ განიერდება, აპიტამ მათი კედლების გაჭიმულობა ძლიერ ეცემა; მცირდება ავრეთვე წოლის განსხვავება არტერიებსა და ვენებში, სისხლის დენის სისწრაფეც შეტად ეცემა. ტვინის ვადაჭრა რომ მეორე ცხოველზე უკანიდან ზურგის ტვინით დავიწყოთ, აღმოჩნდება რომ ესლაც ამნაირ ოპერაციას არტერიული წოლის დაცემა მოსდევს, ხოლო ასეთი, შედეგი მით უფრო ძლიერი იქნება, რამ უფრო ზევით მოხდება ზურგის ტვინის ვადაჭრა; მაგ. ზურგის ტვინი რომ ვადიკრას იქვე. მოგრძო ტვინის ქვემოდან, მაშინ მივიღებთ სრულიად იმნაირ შედეგს, როგორც მოგრძო ტვინის ვადაჭრისას. ამის მიზეზი ისაა, რომ ორივე შემთხვევაში მთელი სხეულის არტერიული სისტემა დაღამბლდება, ძარღვთა სრული მამოძრავებელი სიღამბლე სწარმოებს. ესლა რომ პერიფერიული ნაწილი ზურგის ტვინისა გაღიზიანდეს ელექტრული ნაკადით, არტერიული

ძარღვების სანათური ნელა და თანდათან ვიწროვდება, წოლა აიწვეს ნორმამდე, და ნორმის ზემოთაც. გალიზიანების შეწყვეტისას ეს ეფექტი კიდევ დიდხანს გრძელდება, მაგრამ ბოლოს მინც კჭება, ძარღვები უბრუნდება დადამბლებულ მდგომარეობას, მაქსიმალურ გაგანიერებას.

ამნაირი ცდებიდან დაესკენით, რომ მოგრძო ტვინში და წილობრივ აგრეთვე ზურგის ტვინში არსებობს საკუთარი ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრები (ძარღვთა შემავიწროვებელ ნერვებისათვის), საიდანაც არტერიულ ძარღვთა კედლებისკენ გამუდმებით იმპულსები იგზავნება.

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

მთავარი ძარღვების მამოძრავებელი ცენტრი, სახელდობრ, შემავიწროვებელი მოგრძო ტვინის მეოთხე პარაკუქის ძირში მდებარეობს raphis-ის ორივე მხარეზე. შინაურ კურდღელს იგი calamus scriptorius-ის ფარგალში აქვს. ადამიანს კიდე ეს ცენტრი ზოგის აზრით სახის ნერვის გამოსავალთან დაახლოვებით აქვს.

ცხოველზე რომ ამალავს წაუსვით რომელიმე ნაკოტიული ნივთიერება, მაგ., ეიკანი, მაშინვე არტერიული წოლა დაეცემა, როგორც მოგრძო ტვინის დანგრევისას.

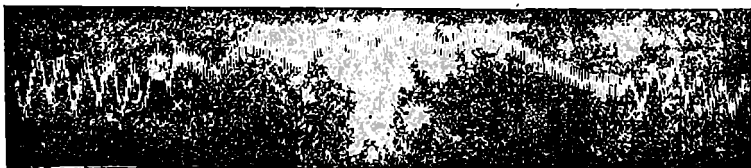
აღნიშნულ ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი ტონურ აგზნებას განიცდის, რის გამოც, როგორც ნათქვამი იყო არტერიული ძარღვები გამუდმებით ტონუსში იმყოფება. ეს ცენტრის აგზნება უნდა იყოს ადგილობრივი ქიმიური ბუნებისა; ხოლო წილობრივ ცენტრის ტონური აგზნება რეფლექსურიც უნდა იყოს იმ სააგზნებო იმპულსთა გავლენით, რომელნიც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

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

ძარღვები, რომლებიც ნერვებს ტვინის წელის განყოფილებიდან იღებს; მასთან ტემპერატურა აიწვეს. ხოლო 12—15 დღის შემდეგ ძარღვები ვიწროვდება, ტემპერატურა დაიწვეს, ტონუსი აღორძინდება. თუ ეს-
ლა დაწვანებულ ზურგის ტვინიდან წელის ნაწილს, მაშინვე ძარღვებს ხელახლად ემართებათ სიღამბლე; ძარღვთა ძლიერი გაგანიერება უკანა კიდურებში: მუცლის შიგნეულდებაში წოლის ძლიერი შემცირება, სისხლის მიმოქცევის თითქმის შეწყვეტა; ცხოველი შეიძლება კიდევ მო-
ვდეს.

აქედან იყო დასკვნილი, რომ ზურგის ტვინშიაც, სახელობრ მისი გულმკერდის ნაწილის გვერდით რქებში, არსებობს საკუთარ ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი (შემაღვიწროვებელი) დაწვანებელი ტონუსის საწარმოებლად. რეფლექსურად მისი აგზნება შეიძლება მაშინ, თუ გავაღიზიანეთ მგრძნობიარე 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 შეუფარდდება. თვითიუღჯერ შესუნთქვისას სისხლის წოლა ჯერ კლებულობს, მერე მატულობს და ამოსუნთქვისას მაქსიმუმს აღწევს (იხ. სურ. 49).



სურათი 49.

სურ. 49. ტრაუზებს ტალღები. კატა კურარეთი მოწამლული. ორივე ცთომილი ნერვი გადაჭრილია. ჯვრებით აღნიშნულია ის პერიოდი, როდესაც ხელოვნური სუნთქვა შეეწყნებული იყო. (უენ ც-ლ ვეი დან)

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

დება. ამაში მნიშვნელობა არა აქვს n. vagus-ს და n. phrenicus-ს, რადგან იგივე მოვლენა მათი ორმხრიან გადაქრისას ჩნდება. ამნაირად, სასუნთქვო ტალღები სწარმოებს მიუხედავად ფილტვების მექანიკური ვენტილიაციის მოსპობისა (სურ. 14).

საქლიად იგივე სასუნთქვო ტალღები შეიძლება ვინახულოთ მაშინაც, როდესაც გულქერდი და მუცელიც გახსნილია, როდესაც რამენაირი შექნიკური მომენტის ნასახივ აო არსებობს. იგივე ხდება თუ ცხოველი კურარეთია მოწამლული და ამიტომ მოკლებულია სასუნთქვო ძოძოობას. ცხადია, სასუნთქვო ტალღების წარმოშობა ხელოვნური და ბუნებრივი სუნთქვის მოსპობისას იმაზე უნდა იყოს დაზოკიდებული, რომ სასუნთქვო ცენტრის რითმულ აგზნებასთან ერთდ იცვლება რითმულად აგრეთვე ძარღვთა მამოძრავებელ ცენტრთა ტონუსის მდომარეობა.

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

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 ტვანის 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 ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრი უპასუხებს ორნაირი ეფექტით: ძარღვთა შევიწროვებით ე. ი. ტონუსის მომატებით, წოლის აწვევით (პრესსული ეფექტით), ან და ძარღვთა გაგანიერებით, ე. ი. ტონუსის დაკლებით, წოლის დაწვევით (დეპრესსულით).

ყველა ძარღვთა მამოძრავებელი რეფლექსები როგორც მთელ არტერიულ სისტემაში, ისე როპელიმე განსაზღვრულ ფარგალში წარმოადგენს მაზანშეწონილ რეაქციას. ერთის მხრივ ეს მიზანშეწონილება გამოიხატება სისხლის დენის და მომარაგების ადგილობრივ ცვლებადობაში, რასაც მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს მომუშავე ორგანოებისთვის: მომუშავე ჯირკვლებისთვის ან კუნთებისთვის და სხვა; ეს მოკლებები კუთვნიან „ავტორეგულიაციას“. მეორე მხრივ ასეთი რეფლექსური ცვლებადობა სისხლის მიმოქცევის პირობებში შეიძლება სხეულის სხვადასხვა მოშორებულ ფარგლებშიც სწარმოებდეს. შედეგად ამას მოჰყვება მიზანშეწონილი გაძლიერებული სისხლის დენა 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 ძარღვთა მამოძრავებელი ცენტრების მთავარ ფუნქციას.

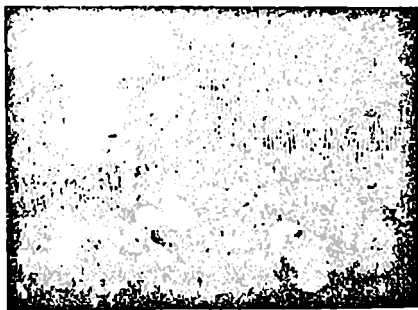
მაგრამ ამასთან ერთად უნდა ვიქონიოთ მანედვლობაში, რომ ადგილობრივი ქიმიური მეტამორფოზის წყალობით აღმოცენდება ხალხმე სპეციალური ჰარმონები, რომელნიც აგრეთვე მონაწილეობენ აღებულ ორგანოს სიახლის მომარაგების ავტორეგულიაციაში. ასეთი ქიმიური რეგულიაციასაც მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანოების სისხლით წესიერ მომარაგებაში.

სხეულის ზოგ ალაგას ძარღვთა მომარაგებელი რეფლექსები მეტწილად არტერიულ ძარღვთა შევიწროვებაში გამოიხიტება, ზოგან კიღე მათი გაგანიერებით. მაგ., ჩონჩხის მუსკულატურის ფარგალში ეს რეფლექსი ჩვეულებრივ ძარღვთა გაგანიერებაში მღვამარეობს (დეპრესსული ეფექტი). შიგნეულობის ნერვის მგრძნობიარე ძაფთა გაღიზიანება კი თითქმის მუდამ პრესსულ რეფლექსს იძლევა, ძარღვთა შევიწროვებას; სამწვერა და საჯღოში ნერვის მგრძნობიარე ძაფთა გაღიზიანებაც უფრო ხშირად ძარღვთა რეფლექსურ შევიწროვებას იძლევა, სისხლის წოლის აწვეას. მაგრამ თუ თავს ტუინის მოქმედების უნარი რამე მიზეზით

დაძვირებულია, მაგ., ღრმა ნარკოზის დროს, უზომო გაღიზიანების გამო, მეოცმეტად შოკანცივისას და სხვა, მაშინ ჩვეულებრივი პრესსული ეფექტის შავიერ დეპრესული იწვევა, ე. ი. ძარღვთა გაგანიერება და სისხლის წოლის დაწევა.

ასეთივე არა ჩვეულებრივი ვაზომოტორული რეფლექსი სტრუქტურით შოკანცივის დროს სწარმოებს. ამ შემთხვევაში ცოთმილი ნერვის გაღიზიანება არტერიული წოლის დაცემის შავიერ მის აწვევას იძლევა.

რეფლექსური ტონუსის მომატება ძარღვებში და ამაზე დამოკიდებული ავტოციული წოლის აწვევა ძეტად ძლიერ და მეტად ჩქარა სწარმოებს. უკანა ფესვების ელექტრული გაღიზიანებით ან ისეთი ნერვებისა, როგორც სამწვერა, საჯდომი, შიგნეულობის ნეოვის და საერთოთ ისეთი გაღიზიანებით, რომელსაც ტყვილისდევს. დიდი ტენის მონაწილეობა ძარღვთა მოტორული რეფლექსის გამოწვევაში საჭიროებას არ წარმოადგენს, მაღლს რომ დიდი ტენი მოვა შორით, იგი მაინც მოიცემა ყველა აღნიშნულ რეფლექსებს გაღიზიანებათა საპასუხოდ. მაშასადამე, ცხადია, რომ აქ საქმე გვაქვს წმინდა თანშობილ რეფლექსებთან და არა ინდივიდუალურ მოპოვებულ ვაზომოტორულ რეფლექსებთან. რასაკვირველია, თუ დიდი ტენიც მოვაობს, მაშინ უკანასკნელიც იღებს მონაწილეობას ძარღვთა მდგომარეობის ცვალებადობაში. ამას გვიმტკიცებს სხვათა შორის ის ფაქტი, რომ ვაზომოტორული რეფლექსი გამოიწვევა სულ მცირე შექანიკური გაღიზიანებითაც. მაგ., ხელის წასმით, შებეურით, ასეთი ვაზომოტორული რეფლექსის გამოწვევა მხოლოდ დიდი ტენის გავლენას უნდა მივწეროს.

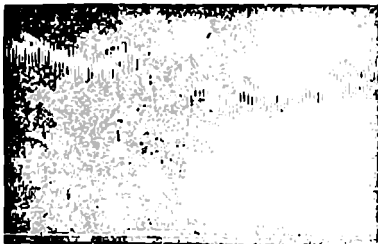


სურათი 50.

სურ. 50. სისხლის წოლის რეფლექსური აწვევა. შინაური კურდღელი მსუბუქად დაქუაროვებულია. წოლა იწერება ელასტური მანომეტრით. გერით აღნიშნულია ის შომენტი, როდესაც გულმკერდის კაზნულ შუბურებს. (ცუნცალევიდან).

ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ ცოთმილი ნერვის ერთ მგრძობიარე ტოტს ვგრეთ წოდებულ დეპრესსორს დიდი გავლენა აქვს ძარღვთა მამოძრავებელ ცენტრზე. ეს გავლენა გამოიხატება

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



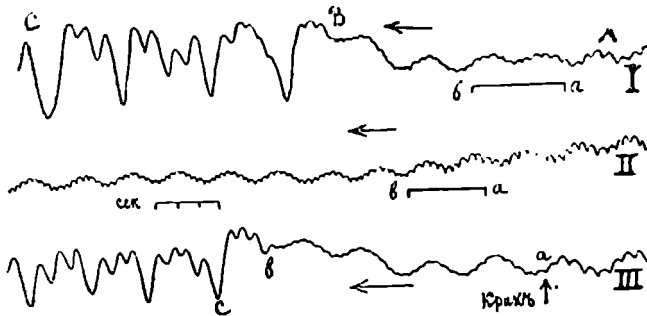
სურათი 51.

სურ. 51. N. depressus-ის მოქმედება არტორი-ულ წოლაზე. შინაქი-ველდლო. დებრესსო-რის ვალიზიანების ხან-გრძლივობა აღნიშნუ-ლია exit-ით (დაწი-ლი კეცილით).

აღსანიშნავია, რომ რეფლექსის ხასიათი დამოკიდებულია ავრთვე ვალი-
ზიანების პირობებზე, მეტადრე მის ინტენსივობაზე. ერთსა და იმავე პირობებ-
ში მგრძობიანე ნერვის სუსტი ელექტური ვალაზიანების საპასუხოდ სისხლის
წოლის დაწვეას მივიღებთ; ამის შექმდე შეიძლება მ ვიღოთ ირიქით წოლის
აწვეა, თუ ვალიზიანება გაეძლიერეთ (Hunt). ამის მიზეზი ჯერაც ვამორკვე-
ული არაა.

ვაზომოტორული ფსიქო-რეფლექსები. ასე უწოდებენ იმ ვასო-
მოტორულ რეფლექსებს, რომლებიც დიდი ტვინის ქერქიდან იწვევა.
ასეთია, მაგ., ემოციური ანდა აფექტური ვავლენა სისხლის წოლაზე და
საერთოდ სისხლის დენაზე. ეს ვავლენა მით უფრო საინტერესოა, რომ
იგი საერთოდ ისეთივე ხასიათისაა, როგორსაც დიდი ტვინის ქერქის
ხელოვნური ვალიზიანება აწარმოვებს. კმაყოფილების ემოციის
ვავლენის ქვეშ უფრო ხშირად გულის ცემა ნელდება. უკმაყო-
ფილების ემოციის დროს კი გულისცემა ხშირდება; მაგრამ ზო-
გიერთ პირზე ეს მოქმედება შესამჩნევად ცვალობადობს. მეორე მხრივ შემ-
ჩნეულია, სხვაგვარად ემოციები და აფექტები ამგზნებელი ხასიათისა
(სტენური) გულის ცემის ვაზშირებას და ვაძლიერებას იწვევს; დამყუ-
ჩებელი თვისებისა კი (ასტენური) მას ასუსტებს. სისხლის ძარღვები კა-
ნისა და კუნთების ფარგალში კმაყოფილების დროს ვანიერდებიან, პი-
რიქით მუცლის შიგნეულობათა ფარგალში ვიწროვდებიან; უკმაყოფი-
ლების დროს უკუღმად მოქმედებენ: შიგნეულობაში ძარღვები ვანიერ-

დება; კანში და ჩონჩხის კუნთებში კი ვიწროვდება (E. Weder). აღა-
ბიანზე პულსის ემოციური ცვალებადობა გულის ინდივიდუალური პირობებ-
ზედაცაა დამოკიდებული: თუ აღაბიანზე ცდის დროს ცთომილი ნერ-
ვის ცენტრი სუსტ ტონუსში იმყოფება, მაშინ ემოცია გულის ცემის
გახშირებას იწვევს.



სურათი 52.

სურ. 52. დიდი ტვინის და აფექტის გავლენა სისხლის მიმოქცევაზე. I. ძალ-
ლის კიმოგრამა (არტერიული წოლის მრუდე). *ab* — ქერქის გაღვივება გერ-
სუგნოიდუსში; *bc* — პულსის გახშირება და სისხლის წოლის აწევა; *BC* — პულსის
ძლიერი განელება და აოთმია, როგორც შემდეგ მოქმედება (ასეთივე შედეგი მოს-
დევს *g. coronalis*-ს და *corpus striatum*-ის გაღვივებას). — II. ძალის კიმო-
გრამა. დიდი ტვინის ძლიერი ელექტრული გაღვივების შემდეგ *g. coronalis*-
ის გაღვივებამ (*ab*) გამოიწვია პულსის დაწვრილება და გახშირება. (ასეთი
შედეგი მოჰყვა ყურთან დაყვირებას ე. ი. აფექტის დროს იმავე ცდაში). III.
კიმოგრამა ძალისა. *a* — მოულოდნელი ყვირილი ყურზე ან ა'ლოს. ეფექტის
ხასიათი სწორედ ისეთია, როგორც პირველ ცდაში (I) (და ნ ი ლ ე ს კ ი დ ა ნ).

ძალეებზე სხვადასხვა ემოციური გავლენა უფრო ხშირად გულის
ცემის განელებას იწვევს; ამას მოჰყვება ხოლმე როგორც შემდეგ მოქმე-
დება ჯერ გულის ცემის გახშირება, მერე განელება (სურ. 52 III). მაგ-
რამ იშვიათად გაღვივება თავიდანაც იძლევა ხოლმე გახშირებას
(სურ. 52 II). ცთომილ ნერვთა გადაქრისას ეს ფსიქონერვული გავლე-
ნა ისპობა; ასევე ისპობა, თუ თავის ტვინი ოთხგორაკის ფარგალში
გადავქვრივით. რაც შეეხება სისხლის წოლას, იგიც ხანდისხან ცვალება-
დობს; უფრო ხშირად აიწვეს.

ქერქის ხელოვნური გაღვივება, როგორც ცდებიდან სჩანს,
მეტწილად არტერიული წოლის აწევას იძლევა, იშვიათად — დაწევას

(დანილოვესკი) (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 შემჩნეული, რომ შიგნეულობის ფარგალში წვრილი ნაწლევები ძარღვთა შევიწროვებას განიცდის. ამავე დროს მსხვილი ნაწლევეების ძარღვები განიერდება (Howell და Austin).

საზოგადოდ სისხლის მიმოქცევა—გულის ცემა და არტერიების მდგომარეობა—ქერქის გალიზიანებისას მეტად მრავალგვარია, გალიზიანების ადგილის და წესისა, აგრეთვე ცხოველას მოდგმის. და მისი ფუნქციური მდგომარეობის მიხედვით (ნარკოზი, დასუსტება, ანემია, ტემპერატურა). ამით აიხსნება მკვლევართა უთანხმოება ამ საკითხის შესახებ. ამასთან ისიც უნდა დაუმატოთ, 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 საქრო: მთელი სისხლი გულიდან გაგანიერებულ არტერიებში შეიკრიფებოდა.

მერე, ძარღვთა მამოძრავებელი სისტემა დიდ როლს თამაშობს სისხლის კალაპორტის 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 ორგანოსკენ იმდენი სისხლი არ მიდის, რომ მან მისი სისხლის წოლა სერიოზულად დაარღვიოს. მეტადრე დიდა მნიშვნელობა აქვს ნერვის დეპრესიონის მოქმედებას, სახელდობრ, როდესაც კი რამე მიზეზით სისხლის წოლა იმდენად აიწვეს, რომ გულის მუსკულატურისთვის სახიფათო შეიქნება, მაშინ აორტის კედლებში მდებარე დეპრე-

სორის ტოტები ღიზიანდება ამ კელების დიდი გაქიმულობის გამო, და მით რეფლექსურად წოლის დაწვევა იწვევა, ე. ი. დეპრესიური 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.

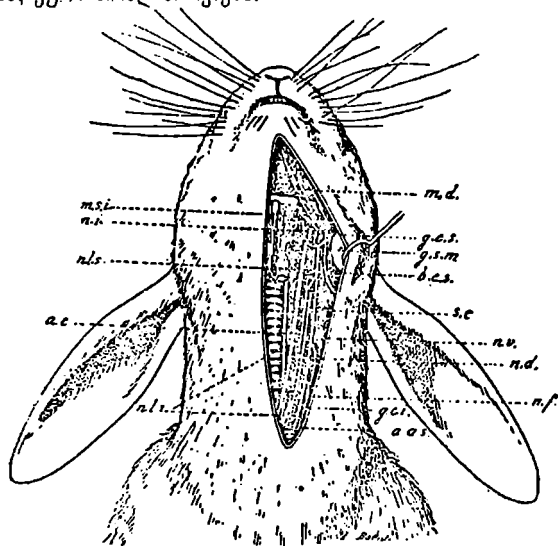
მართალია, არსებობს აგრეთვე შესაძლებლობა, რომ სისხლის მიმოქცევა და მამოძრავება სრულიად მოგენური გზით სწარმოებდეს ე. ი. უნერვოთ; როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ ძარღვებს შეძლება აქვთ უნერვოთაც თავისი ტონუსი დაიცვას. ეს შეიძლება სწარმოებდეს სისხლის ქიმიური შემადგენლობის გავლენით, მეტადრე მისი ჟანგბადის მეტნაკლებობით. ცნობილია, არტერიის მოქერით სისხლის დენა რომ შეეწყვიტოს, დაცარიელებულ ფარგალში ძარღვები განიერდება; პირიქით, იგი ვიწროვდება, თუ რამე მიზეზით სისხლის წოლამ იმატა. უეჭველია ამაში დიდს როლს თამაშობს ჰარმონები, ე. ი. ქსოვილთა სისხლში გამონადენი სეკრეტები, როგორც ადრენალინი. ცნობილია, რომ თირკმლისზედა ჯირკვლის ამოკრა ძარღვთა ტონუსს ამცირებს, მაგრამ ამ შემთხვევაში ჰარმონი უნდა მოქმედებდეს პირდაპირ კუნთის ძარღვზე კი არა, არაქელ მისი ნერვების საშუალებით.

1. ძარღვთა შევიწროვების დაკვირვება ნერვის გაღიზიანების საპასუხოდ. შინაური კურდღელთა თეთრ ყურბანში. ცდამდის რაჰენიმე საათის წინ ყელზე გამოუჩენენ ძარღვ-ნერვულ კონას, საიდანაც სიმპატიკურს ნერვს გამოანთავისუფლებენ. იგი ამ კონაში სძევს საძილე არტერიის უკან და გარედან, დეპრესორთან ძლიერ ახლო; მსხვილი ცთომილი ნერვის ღერო ყველაზე უფრო გვერდით სძევს; სიმპატიკური ნერვი დეპრესორზე ცოტა უფრო მსხვილია, იგი გამოიყოფა საპრეპარაციო ნემსით და ძაფზე ამოიღება (სურ. 53). მეტე მას გადასჭოიან: ძაფა პერიფერიულ ბოლოზე რჩება. მეტე კურდღელს მიაბმენ გულდაღმა, ყურებს აუწივენ ისე, რომ სინათლეზე მისი ძარღვები მოსჩანდნენ.

იმ ყურბედ, რომლის მხარეზე სიმპატიკური ნერვია გადაჭრილი, მსხვილი არტერიული ძარღვი და მისი ტოტები გაგანეირებულია და მასთან ეს ყური უფრო თბილია, ვიდრე მეორე (სურ. 54).

სიმპატიკური ნერვის პერიფერული ნაჭერი რომ გაღიზიანდეს ინდუქციური ნაკადით, ყურის ცენტრალური არტერია შევიწროვდება, მისი ტოტები კიდე უჩინარი შეიქნება, და მთელი ყური ფერს ჰკარგავს; თუ ვალიზიანება ძლიერია და ხანგრძლივი, შეიძლება იგი მეორე ყურზე უფრო მკრთალი გახდეს. გალი-

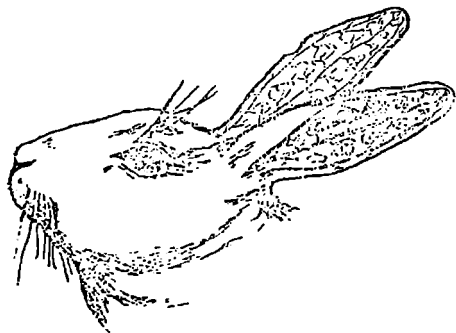
ზიანების შეწყვეტის შემდეგ ყურის ძარღვები ცხადლად ხელახლად განიერდება, ყური სისხლით ივსება.



სურათი 58.

სურ. 58 შინაური კურდღელ-ქელის ნერვები (მარცხენა) (Lucani). n. v — სტომოლი ნერვი; n. d. — depressor (იგი წინა ნიღბს ორი ტოტისგან შედგება: ერთი მდის ცოთილ ნერვიდან, მეორე laryngus და: n. l. s.-n. laryngus sup.; n. l. i. - n. laryngus s. inf s. recurrens; b. e. s.-accessorius; n. i. hypoglossus; g. c. s.-g. cervic. sup.; s. c.-n. sympathicus; g. c.-i.-gerv. inf.; a.-c. A. carotis; a. a.-s.-A. axillaris.; m. d.-m. digastricus. m. s. i.-stylo-hyoideus.

2. ძარღვთა შემავიწროვებელ და გამგანიერებელ ნერვთა მოქმედების დაკვირვება ძალის ენაზე. ძალი დაკურავებულია ან და დეკურავებულია. მარჯვენა n. lingualis გადაჭრილია და მის პეოთფერიულ ბოლოს ძათი აქვს მიბმული; n. hypoglossus-საც ძათი აქვს ამოღებული; შემდეგ vena lingualis-ს კანულას უკეთებენ.



სურათი 59.

სურათი 59. შინაური კურდღელ-ქელის ნერვების ძარღვთა მდგომარეობა მარცხენა სიმბატაური ნერვის გადაჭრის შემდეგ. მარცხენა ყურის ძარღვები მარჯვენაზე ბევრად უფრო გაგანიერებულია. (ცოცხალი ფიგურებიდან).

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

ალის სუსტი ანდუქციური ნაკადით გავალიზიანეთ, მარჯვენა მხარე მაშინვე უურო ნათელი ხდება. გალიზიანების შემდეგ ორივე მხარე ერთფეროვნდება.

ვენას მოაკლიან საჭერს, რომ სისხლმა გარეთ თავისუფლად იაროს. სისხლი კანითლიდან მოშვავ წვეთებით გადმოდის. ამ წვეთებს სთვლიან.

10 წუთში 8-10 წვეთი მოდის. მერე აღიზიანებენ n. lingualis-ის პერიფერიულ ბოლოს. წვეთების გამოდენა ხშირდება: 10 წუთში 30 წვეთამდე აღის და პეტიტ. გალიზიანების წეწყვეტისას სისხლის გამოდენა თანდათან ნორმას უბრუნდება. თუ გავალიზიანეთ n. hypoglossus-ი, მაშინ პირიქით სისხლის გამოდენა კლებულაშ თითქმის ერთი საშად—10 წუთში სამ წვეთამდე. აქედან ცხადია, რომ n. lingualis შეიკავს ძარღვთა გამგანიერებელ ძაფებს, hypoglossus კიღე შემადიწროვებელს.

ჟ. სისხლის წოლის ცვალებადობის დადასტურება პერიფერიული ნერვული ხისტემის გავლენით. იხ. გვ. 83

1. სისხლის წოლის რეფლექსური ცვალებადობის დადასტურება შინაურ კუროდღელზედ. უუარე ან დეცერერაცია. ტრახეოტომია და ხელოვნური სუნთქვა. გამოჩენილია და აღებულია ძაფზედ: დეარესსოიი, კოთმილი და საჯდომი ნერვი. საძიღე არტერიამი გაკეთებუღია კანიულა, რომელიც სავესა სოღის გაძლომიღი ხსნიღით და შევერთებუღია ვერცხლის წყლის მანომეტრთან სისხლის წოლის კომოგრაფზედ დასაწერად.

კანზე დაბერვა იმწამსვე მანომეტრული მრუდის აწვეას იძღევა ე. ი. სისხლის წოლის მომატებას. კანის ნახად მოუხანვა იმავე ეფექტს მოვეცემს. (იხ. სურ 49) ეპოესსოიი რომ გადაკრათ და მისი ცენტრალური ბოლო გავალიზიანეთ, მაშინვე მანომეტრული მრუდე ძიოს დაიწვეს. ოადგან გულის ცემა ნეღდება და რეფლექსურად ამავე დროს შიგენეუობათა ძარღვები განიერდება.

საჯდომი ნერვის (ცენტრალური ბოლოს) გალიზიანება იძღევა სისხლის წოლის ძლიერ მომატებას.

ხელოვნური სუნთქვის შევენება ერთი წამით სისხლის წოლას ძლიერ ასწვეს, რაც უნდა მიეწეროს სისხლში ნახშირის სიმეავის დაგროვებას. ფარული პერიოდი 20—30 წუთს უდრის.

5. ძარღვთა ცენტრალური ტონუსის დადასტურება ბაყაყზედ. 1—2 საათით წინ ერთი მხარეზე გამოუჩენენ წელის წნულს და ხურკის ტვინთან მახლობლად გადასკრიან. შემდეგ ცხოველს ჰაერში დაკიდებენ რომ უურო მოსვენებით ეკიდოს, უეეთესი იქნება ღიღი ტვინი მოშოღდეს. ცდის დროს მოაკოიან ერთ-ერთ თითს ორივე ფეხზედ. იმ მხარეზე, სადაც ნეოკოა გადკრიღი, სისწლი უურო ბარაქიანად იღენს, ვიღრე მეორე მთლიან მხარეზე. აქ ნახევეარ წამში თითო წვეთი ჩამოვარდება.

6. ძარღვთა ფსიქო რეფლექსის დადასტურება ადამიანზედ პღეტისმოგრაფიული წესით. ამ ცდისთვის უნა ისარგებლონ დიწჯი რეჰარამენუიანი ადამიანის ხეღით. ცდის წარმოების წესი უევე აწერიღია მრუდე კომოგრაფზედ იწერება.

ყურის უკან რომ ფოჩით მოუსკან, მრუდე შესამჩნევედ დაიწვეს, რაც ხელის მოკუღობის შემცირებას უჩვენებს ძარღვთა შევიწროვებისა გამო.

მოსამსხბურეს ეუბნებიან, რომ მას ფოჩს მოუსკვენ ყურის უკან, მაშინვე იმავე ეფექტს მოიღებს.

მას აძღევენ საანგარიშო ამოცანას; ანგარიშის დროს მრუდე დაიწვეს.

პირში რომ შოკოღადი ან საერთოდ ტკიღიღი რამე ჩაუღონ, მრუდე აიწვეს.

აგრეთვე ლიმონის პირში ჩაღება, ამონიის სუნი, ყინუღის მიღება ხელზედ, წმადურობა და სხვა ასე თუ ისე იმოქმედებს სისხღით ხელის გავსებაზე.

15. ლ ი მ ფ ა.

ორგანოების უჯრედები არ ეხებიან პირდაპირ სისხლს უშუაყოფლოდ. 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 ქსოვილს. სისხლის შემადგენლობა ყველაზე თითქმის თანაბარია; მაგრამ რადგან ნივთიერებათა გაცვლა გამოცვლის ხასიათი სხვა და სხვა ორგანოებში სრულიადაც არაა ერთნაირი, ამიტომ ცხადია, ლიმფის შემადგენლობა ერთი არ უნდა იყოს სხვადასხვა ალაგას. ეს ყველაზე უფრო მეტად იმ ლიმფას ეხება, რომლითაც ქსოვილია გაელენთილი, 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 შემადგენლობა თანასწორდება დიფუზიის საშუალებით, ამიტომ ამ ძარღვებში ლიმფის შემადგენლობა საკმარისად მუდმივია. საზოგადოდ მისი შემადგენლობა სრულიად მიემსგავსება სისხლის პლაზმის შემადგენლობას. იგი არ შეიცავს მხოლოდ ერიტროციტებს. იგი წარმოადგენს გამჭირვალ წყლისამებრ სითხეს, 1.02 ნიშანდობლივი წონით; ლიმფა შეი- შეიცავს ისეთივე ცილოვან ნივთიერებათ, როგორც სისხლი. მხოლოდ ნაკლები რაოდენობით; მარილთა შემადგენლობა კი ლიმფაში უფრო მეტია, ვიდრე სისხლში. სხვადასხვა ფარგალთა ლიმფის შემადგენლობის სხვადასხვაობა შემდეგი ცხრილიდან სჩანს.

ადამიანი.	ცხენი.		თავის ტვინის
ლიმფა ბარჩაყის	ყელის ლიმფა	Humor	ღრუბების და ზურგის
ლიმფურ კვანძიდან.	ლექვის.	aqueus *)	ტვინის არხის სითხე.
წყალი 96,4—94,3 ⁰ / ₀ ;	95 ⁰ / ₀	98,7 ⁰ / ₀ ;	99,0—99,2 ⁰ / ₀ ;
მარილები 0,7—0,87 ⁰ / ₀ ;	0,75 ⁰ / ₀	0,5—0,8 ⁰ / ₀ ;	
ცხიმი 0,06—0,22 ⁰ / ₀ ;			
ცილა 2,8—4,8 ⁰ / ₀ ;	3,7 ⁰ / ₀	0,72 ⁰ / ₀	0,02—0,16 ⁰ / ₀

ის ლიმფა, რომელიც საკმლის მონელების დროს გულმკერდის სადინარს უერთდება, შეიცავს ცხიმს, რომელიც საკმლის მომწველებელ 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 აკი სხვადასხვა ცილას ერთნაირად არ გაატარებს. იგივე ითქმის ტვინის სითხეზე, აგრეთვე ნაკლებ ცილოვანზე, მაგრამ იგი შეიცავს ისეთ ნივთიერებას, რომელიც სხვა ლიმფაში არ მოიპოვება, 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 კაპილიარებსა და საქსოვილო ელემენტებს შორის მით უფრო სწრაფად იწარმოვებს, რაც უფრო ნაკლები იქნება მათ შუა მდებარე სითხე, რაც უფრო თხელი იქნება ის შრე, რომელიც სისხლსა და უჯრედებს განყოფის.

ქსოვილიდან გამომდინარე ლიმფის რაოდენობა ძლიერ ირყევა. გულმკერდის სადინარიდან სისხლში შედის ოც წამში 1 კ.ს. ლიფთა 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 აბჯობლებენ ლიმფის უკან სკლას, ამიტომ თვითთული შეკუმშვა ლიმფას წინ ერეკება; ფასციებში, მყესებში, სახსრების იოგებში სალიმფო ძარღვები ისე განეწყობა, რომ კიდურთა მოძრაობისას ლიმფა მუდამ წინ მიიჩეკება. ის უარყოფითი წოლა, რომელიც გულმკერდის ღრუში ვითარდება შესუნთქვის დროს, აგრეთვე ლიმფის მოძრაობას შეეწეოს, რადგან მას იგი შეისრუტავს. ასევე მოქმედობს დადებითი წოლა, რომელიც შესუნთქვის დროს მუცლის ღრუში ვითარდება. იგი ერეკება ლიმფას ნაწლევებიდან და ლეიძლიდან. ბოლოს, ბევრ ცხოველს (ამფიბიებს, ოვტილიებს) აქვს საკუთარი სალიმფო გულები; მათი გაზდიგაზდმო 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 თითქოს ლიმფის ფილტრს, რადგან აკავებენ ქსოვილის ნაგლეჯებს და მავნებელ სხეულებს, რომლებიც ლიმფურ სისტემაში შეიჭრება (მაგ., ბაქტერიებს).

ზემოთ იყო ნაჩვენები, რომ ლიმფის განვითარებაში მონაწილეობს როგორც კაპილარები, ისე ქსოვილის ელემენტები. მხოლოდ ძნელია იმის გამოარკვევა თუ რა წილი უძევს ამ თუ იმ ფაქტორს ლიმფის განვითარებაში, რადგან ქსოვილში არსებობს მრავალი ხელშემწყობი 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 გამოსაკვლევ ლიმფას ვეღებულაობთ 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 საქმარისი დრო გარეშემო ქსოვილებთან და სისხლთან ნივთიერებათა გაცვლისათვის. რამდენად სწრაფად სწარმოებს ეს გაცვლა შეიძლება დაეინახოთ შემდეგ ცდიდან: სტრიქინი რომ კანს ქვეშ შეუშხაპუნოთ, ე. ი. ლიმფურ უბეში, იგი არ აღმოჩნდება ქსოვილიდან გამოდენილ ლიმფაში; ეს შხამი მოქმედობს თანაბარ სწრაფად, სულ ერთია, გადის იგი გარეთ, თუ უერთდება სისხლის კალაპოტს.

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 იმანაირ 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, ღვიძლში, რომლის კაპილარები თავის აგებულობით მეტად გამავალია სითხეებისათვის, ლიმფა უფრო მდიდარია ცილით, ვიდრე სისხლი.

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

კაპილიარულ წოლას. ხოლო ვინაიდან კაპილიარული წოლა ძლიერ ნაკლებ აიწვევა არტერიული წოლის აწვევისას, ამიტომაც არტერიული წოლის აწვევისას მუდამ არ ხდება ლიმფის განვითარების მომატება. აგრეთვე არტერიული წოლის დასუსტება მუდამ არ ამცირებს ლიმფის რაოდენობას. მაგრამ არც ერთი და არც მეორე ფაქტი არ შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც საბუთი ლიმფის ფილტრაციული წარმოშობის წინააღმდეგ. მსხვილი არტერიების წოლა ერთი ზომით არ გარდაეცემა კაპილიარებს, რადგან წვრილი არტერიების სანათური კაპილიარულ ბადესა და მსხვილ არტერიებს შორის ერთი და იგივე აოაა. ასე, როდესაც აორტა ვიწროვდება და სისხლის წოლა კარის ვენაში თითქმის არცვალდებადობს, ღრუ ვენაში იგი კიდევაც მატულობს, — ყველა ეს პირობები ხელს უწყობენ ლიმფის განვითარებას ღვიძლში. ლიმფის განვითარება დამოკიდებულია სისხლის საზოგადო წოლის სიმაღლეზეც არა, არამედ წოლის ადგილობრივ მომატებაზე. ეს გამოჩნდება სხვათა შორის, თუ უკანა კიდურის ჰიპერემიას განვიწყვიტოთ საჯდომ ნერვის გადაქრით ან ცთომილი ნერვის ცენტრალური ნაჭერის გაღიზიანებით ამ შემთხვევაში კაპილიარული წოლა მატულობს და ამასთან მატულობს აგრეთვე ლიმფის რაოდენობა კიდურში. ლიმფის მომეტებულ ფილტრაცია შეიძლება გამოყვანილ იქმნას შემდეგი ცდიდან. სისხლი გადასხმისას ერთი ცხოველიდან მეორეში უკანასკნელის ძაღვები იცხება, და სისხლის წოლა ძლიერ იზრდება; სისხლის გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ რამდენიმე წამში სისხლის სითხის მეტი წილი თავს ანებებს სისხლის კალაპოტს; რადგან ამ დროს არ სწარმოებს მომეტებულ შარდის გამოყოფა, არც კიდევ ფილტრაცია არტერიებიდან (არტერიული წოლის მომატების გამო); ცხადია, ლიმფური სითხე სისხლის კალაპოტს ანებებს თავს კაპილიართა კედლებით.

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

ლიმფის განვითარების პროცესში უეჭველია მონაწილეობას იღებს დიფფუზია და ოსმოსი. ამაში ადვილად შეიძლება დავარწმუნდეთ, თუ მარილთა და სხვ. ნეიტრალური სხეულების (შაქარი, შარდმანი) ხსნი-

ლებს შეუშაპუნებთ. ეს ნივთიერებანი მოქმედობენ ლიმფის გამოყოფაზე, ამი უომ მათ უწოდებენ ლიმფოგენურს (მეორე რიგისა). საქმელი მარილის ზაგარი ხსნილი რომ შეუშაპუნოთ ვენებში, მაშინ თანახმად ოსმოსის წესებისა, მარილი სისხლის კალაპოტს თავს ანებებს და გამოდის ქოვილში; ქოვილიდან კიდე პირიქით წყალი სისხლის კალაპოტში შედის. თუ კიდე შევიყვანეთ ჰიპოტონური ხსნილი, მაშინ ქოვილიდან 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, ელატინი. 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 მომქმედ სითხეთა ფიზიკური თვისებების ცვალებადობით. მაგრამ ამასთან ცნობილია ისეთი მოვლენებიც, რომლებიც სიქირთებენ სხვანაირ ახსნას. ლიმფის გამოყოფა მნიშვნელოვნად მატულობს კიბოს კუნთების ექსტრაქტის შეშაპუნების შემდეგ, აგრეთვე ცხენისა და სადოსტაქრო წურბელის და ბაქტერიების ექსტრაქტები, აგრეთვე ალბუმინების, ჰეპტონების და სხვა ე. წ. პირველი. რიგის ლიმფოგენური ხსნილების შეშაპუნების შემდეგ (ჰეიდენჰაინი). ამ პირობებში გამოყოფილ ლიმფას ზოგიერთი მეცნიერი კაპილიარების ენდოტელის „სეკრეტს“ უწოდებ.; შეიძლება საქმე გვაქს ენდოტელზე ამ ნივთიერებათა განსაკუთრებით გავლენასთან, შეიძლება, მაგ, რომ ენდოტელის ფიზიკური თვისებები ცვალებადობს, რას გამოაფილთააციის პირობები იცვლებაო. მაგრამ შესაძლებელია, რომ აღნიშნული ნივთიერებანი ხელს უწყობდენ ლიმფის განვითარებას ორგანოთა ელემენტების მიერ, რადგან მათი ინიექციის შემდეგ უშთავრესად მატულობს საღვიძლო ლიმფა, და ამასთანსდევს ღვიძლის უჯრედების ცვალებადობა.

ახალი დროს გამოკვლევებით (Starling, Chhustein) სულაც არ მართლდება ის ჰეიდენჰაინის შეხედულობა, რომ შაქრის მიერ გამოწვეული ლიმფის გამოყოფის გაძლიერება კაპილიართა ენდო-

ტელის საქმე სტარლინგის დაკვირვებით ჯერჯერობით სისხლი გამოუშვათ ძალს დამერე სისხლში შაქარი შევიტანოთ (გინდა 18 გრამი). ლიმფის გამოყოფა-არ ძლიერდება. აქედან იმ დასკვნის გამოყენება შეიძლება, რომ შაქრის მიერ გამოწვეული ლიმფის მომატება ჰეიდენჰაინის ცუდებში კაპილარებში სისხლის წოლის მომატებას უნდა მიეწეროს, რაც იმის გამო ხდება, რომ ქსოვილებიდან წყალი კაპილარებში უნდა შედიოდეს შაქრის მიერ ოსმოსური წოლის გადიდების გავლენით. რაც შეეხება პირველი რიგის ლიმფოგენური ნივთიერების მოქმედებას, ამაზე სტარლინგი ასეთ აზრს გამოსთქვამს: აქ საქმე ეხება უმთავრესად ადვილობრივ ლიმფის გამოყოფას, სახელობრ, ლეიძლში და ეს უნდა მიეწეროს კაპილართა კედლების გამაელობის მომატებას. ამნაირად, ძირითადი პროცესი ლიმფის განვითარებისა წმინდა ფიზიკური უნდა იყოს.

ორგანოების მუშაობა აგრეთვე უგაეღწეოდ არ რჩება ლიმფის გამოყოფაზე, რადგან ლიმფა ემსახურება ნივთიერებათა შეტან-ვაშოტანას ორგანოთა უჯრედებიდან. მაგ., chorda tympani ის გალიზიანებისას ნერწყვის გამოყოფასთან და სანერწყვო ჯირკვლის ჰიპერემიასთან ერთად სწარმოებს ყელზე ლიმფის გამოყოფის გაძლიერება; ატროპინის ინიექციის შემდეგ ჰიპერემია რჩება როგორც იყო. ნერწყვის გამოყოფა კი ნელდება და ამასთან ერთად ნელდება ლიმფის გამოყოფაც. სხვანაირად რომ ვსთქვათ, ლიმფა ვითარდება მხოლოდ იმ ხანს ვიდრე ჯირკველი სპეციფიკურ მოქმედებას იჩენს და მასთან სისხლის დენაზე დამოუკიდებლად.

ამის მსგავსად ლიმფის გამოყოფა კლქში და კუქს ქვედა ჯირკველში მხოლოდ ამ ორგანოების სეკრეტული მუშაობის დროს მატულობს (საქმლის მოწელების დროს ან ხელოვნური გალიზიანებისას); ლეიძლში ლიმფის გამოყოფა შარდმანის დამუშავებისას ძლიერდება, კუნთებში კიდე მათი მუშაობისას.

ლიმფის შემადგენელი ნივთიერებანი ორგანოებში მუშავდებიან. ეს ნივთიერებანი ვითარდებიან, როგორც ორგანოების დისისმილიაციური პროცესის ნაწარმოები. ამ ნაწარმოებთა მოლეკულა უფრო მცირე და აქიტიომ მათი საერთო ოსმოსური წოლა უფრო მეტია, ვიდრე საქმელ ნივთიერებათა, რომელთგან ისინი წარმოიშვენ. მაშასადამე, ორგანოთა მუშაობის დროს ოსმოსური წოლა მატულობს, და ეს იწვევს სითხის დენას მომუშავე ორგანოსკენ. მართლაც, დიდი ხანია ცნობილია, რომ კუნთში წყლის შემადგენლობა მატულობს მის ტეტანიზაციისას; ეს გარემოება თავის მხრივ უნდა მიეწეროს ლიმფის გაძლიერებულ განვითარებას მომუშავე ორგანოებში. მომუშავე ორგანოს დისი-

გილიაციის ნაწარმოებნი სტოვებენ უჯრედებს და ლიმფურ ვზებში გადადიან; მათი არსებობა ლიმფაში ადვილად შეიძლება დავამტკიცოთ, თუ რომ მას მეორე ცხოველს სისხლში შეუშვათუნებთ და დაეკვირდებით ამ ცხოველის სისხლს მამოქცევის ცვალებადობას (მაგ., ძლის ეაზომოტორული ინერვაციის მოშლა შედეგად ლიმფის მოქცევისა მოგრძო ტვინზე).

ორგანოების მუშაობა ქსოვილის ოსმოსური წოდის ან უჯრედთა ტურგორის მომატებას იძლევა; ამას შედეგად მოჰყვება ლიმფის დენა სისხლზე დაოუკიდებლად. ამით აიხსნება გულმკერდის სადინარიდან ლიმფის გამოდენის შესაძლებლობა მკვდარ ცხოველზე, როდესაც სისხლის მიმოქცევა შეწყდა: ცოცხალი ძლიერ ცხელი ელასტიური ქსოვილის ნაპოლები, და მძლავრად გაკისრული ნაწილები მოკიდრინებისას თავის ტურგორს ჰკარგავენ და თავიანთ სითხეს უფურგებში იძლევიან

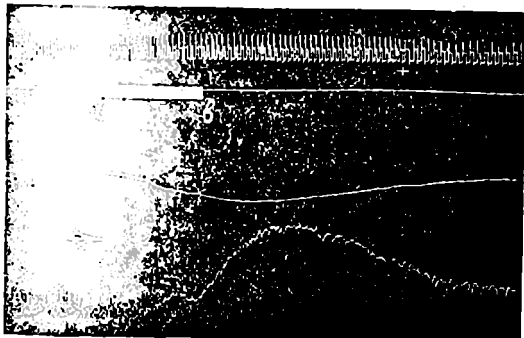
ლიმფური ჯირკვლების ფუნქცია. ამ ჯირკვლების ფუნქცია ჯერაც დანამდვილებით არაა შესწავლილი. როგორც სჩანს, მათი მთავარი დანიშნულება ლიმფოციტების განიითარებაში მდგომარეობს. გულმკერდის სადინარი რომ შევკრათ, მაშნვე ლიმფოციტების შემადგენლობა სისხლში შემცირდება, რადგან სისხლი მათ გ მუდმებივ ჰკარგავს (წილობრივ იშლება. წილობრივ კიდე გამოიყოფა). შენდევ დამტკიცებულ იყო, რომ აქ შეკავდებიან ბაქტერიები, ამიტომ შეიძლება ლიმფური ჯირკვლები მექანიკურ ფილტრს მივამსგავსოთ. აგრეთვე ცნობა არის, რომ ამ ჯირკვლებში შეკავდებიან მავნე ქიმიური ნივთიერებანი, წილობრივ კიდევაც 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 აგანიერებს ამღრუს (მარჯვენა *n. splanchnicus*) და მეორე ავიწროვებს. როდესაც გულმკერდის სიმპატიკური ნერვი ღიზიანდება, გულმკერდის ლიმფური სადინარი განიერდება, და ამიტომ მისი ლიმფის დენა ჩქარდება, თუმცა ამავე დროს არც საძილე არტერიაში და არც ლაწვექვეშა ვენაში წოლა არ ცვალებადობს. კურარე და ატროპინი აგრეთვე აგანიერებს სადინარს და ლიმფის გამოყოფას აჩქარებს.

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

ერთვეარი ჰოსაზრე ბა. კანის სწრაფი ჩაპარკება ლიმფური სითხით, მეტადრე „ნერვებიან“ სუბიექტზე კანის ადგილობრივი გალიზიანებისას (urticaria-ს მსგავსიან კიდდე რმატოგრაფიის მოღონა, ჰიპნოზური ჩაგონების ვაფლენა), უეკველია, იმაზე უჩვენებს, რომ ცენ. ნ. სისტემა ვაფლენას ახდენს კანის განსაზღვრულ ფარგალზე.

მსხვილი ლიმფური ძარღვები შეიცავს სადა მუსკულატურას და ამიტომ ცხელიანერვულ სისტემა მათზე ვაფლენას უნდა ახდენდეს. მაკათ-



სურათი 51.

სურ. 51. ძალის *Cysterna Pequeti*-ის მოცულობის ცვალებადობა *n. shlanchnicus* ის ინტუქციური გალიზიანებით (*ა* *ბ*). ცისტერნის ღრუში წოლა მკობრდება მია მოცულობის ადგილების გამო (ზემო მრუდე). აქვე აღნიშნული არტერიული წოლის მოპოვება იმავე გალიზიანების საპსუხოდ (ქვემო მრუდე). დრო წუთობით (*Camillus* და *Gley*).

ლატ. სიმპტაკურ სისტემაში არსებობს ორნაირი ძაფი *cysterna chyli* სთვის: ერთი ჯურისა აგანიერებს ამ ღრუს (მაჩვენა *n. shlanchnicus*): მეორე მას ავიწროებს. ძალის *cysterna Pequeti* (*s. receptaculum chyli* წელის მეორე ძალის ფარგალში) შეიცავს სადა კუნთს. ამის შემწეობით მისი მოცულობა ცვალებადობს, მაგ., *n. shlanchnici*-ს გალიზიანებისას (სურ. 54).

ძალის სალიმფო ძარღვებში ლიმფის მოძრაობის დაკვირვება. ძალის მსუქანი საკმლით კარგად გაძლობენ და ექესი საათის შემდეგ მოჰკლავენ. გაუხსნიან მუცელს და 12-გოჯა ნაწლევთან დაახლოებით უპოვიან სახილუსო ძარღვებს, რომლებიც რძის მსგავსი ნიეთიერებითაა სავეცეს ძარღვები იწყება წვრილი ნაწლევებიდან. ერთი ასეთი ძარღვი რომ გადაუტრათ და ქიდან ხილუსი სრულიად გამოვეშეთა იგი ხელახლად იდენს, თუ ელექტრული ან მექანიკური გალიზიანებით ნაწლევების შეკუმშვის გამოვიწვევთ.

ბაყაყის ლიმფური გულების დაკვირვება. ბაყაყის ლიმფის მოძრაობა ოთხი ლიმფის გულის საშუალებით სწარმოებს. ორი მათგანი *scapula*ს ქვემოდან იმყოფება, ორიც უკან კუდუსუნის ერთსა და მეორე მხარეზე. მათი პულსაცია გარედანაც შეიძლება შევამჩნიოთ.

სუნთქვის ფიზიოლოგია.

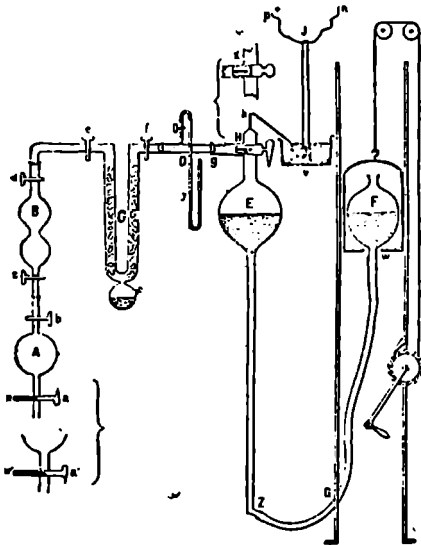
ზოგადი ცნენა. ჟანგბადის მუდმივი შემოტანა და ნახშირის სიმ-
ჟავის მუდმივი გატანა წარმოადგენს საციკოხლო პროცესის აუცილე-
ბელ პირობას. აღნიშნულ გაზთა გაცვლა ზოგჯერ პირდაპირ გარეშემო
არესთან შეხებით სწარმოებს; სხვა შემთხვევებში კი გაზთა გაცვლა სი-
სხლის საშუალებით ხდება. ერთი რიგობით ეს გაცვლა სისხლსა და ქსო-
ვილს შორის სწარმოებს შინაგანი სუნთქვა, მეორე რიგობით კიდე
სისხლსა და გარეშემო 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 ლაყუჩებში. ზოგიერთ შემ-
თხვევებში, მაგ., ტიტვილა ამფიბიებზე სასუნთქო ორგანოს როლს
კანი ასრულებს; ზოგიერთ თევზებზე, რომელნიც ლამაში სცხოვრებენ, ასეთ
სასუნთქვო როლს ნაწლევები ასრულებს.

1. სისხლის გაშვები.

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

მე-54 სურ. გამოხატულია სქემურად ის იარაღი, რომელიც იხმა-
რება გაზთა რაოდენობის განსაზღვრავად სისხლში. E—ბურთში ვერ-
ცხლის წყლით სავსე F—ქურქლის აწვე-დაწვეით შექმნიან ტორრიჩე-
ლის სიცარიელეს. განსაზღვრული რაოდენობა ახლად გამოშვებული
სისხლისა A—ქურქელშია მოქცეული და სამკარიანი H—ონკანით შეე-
რთებულია სიცარიელესთან. სისხლიდან მისი გაზები სიცარიელეში გა-
დადის. სისხლით სავსე ქურქელს არხ ვენ და ათბობენ, რომ გაზთა გა-
მოყოფა გადავილდეს, ამავე მიზნით A-სა და E-ს შორის იმართება ქურ-
ქელი ვოგირდის სიმყავეთი (G): რადვან ეს სიმყავე წყლის ორთქლებს
შთანთქავს, A-დან E-სკენ მუდმივი გაზთა დენა სწარმოებს. ქურქელი
F რომ ავწიოთ და სამკარიანი ონკანი H ისე მოტრიალდეს, რომ გა-
იღოს გზა F—ბუშტიდან საზომავე ცილინდრ J-ისკენ, რომელიც სავსეა
ვერცხლის წყლით, და მით მთელი გაზი ბუშტიდან ამ ცილინდრში გადა-

ვიდეს. გაზი ვერცხლის წყლის ზემოდან ექცევა. აქედან გაზს იღებენ სანალიზოდ. 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.

ზემი თავის თავად E-ში გადადის. შემდეგ იხურება H-ონკანის მიმართულდება სისხლისკენ და იღება მეორე გაზთა მიმღებელ ცილინდრისკენ; ასწევენ F-ბალონს ზევით და მით E-ბალონს ვერცხლის წყლითავსებენ; გაზები აქედან ევდიომეტრში გადადის. ამ გამოსრუ ზას იმეორებენ რამდენჯერმე ვიდრე სისხლიდან გაზთა გამოსვლა არ შესწყდება.

არტერიულ სისხლში სხეულის სხვადასხვა ალაგას დაახლოვებით გაზთა ერთი და იგივე რაოდენობა შედის. პირაქით, 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:	ენგბადს,	ნახშირის სიმკვევს,	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 ული უგერიხა. A სისხლის ბალონი; B-სისხლის ქაფისათვის; C- გოგირდის სიმკვლე გაზთა გასაშრობად; V-მანომეტრი; E და F-ორი ბალონი ვერცხლის წყლისა. G-კაუჩუკის შემეგრთეველი ლულა.—გააღებენ სამკარიან H-ონკანს, ისე რომ გაიხსნას გზა მარტო სისხლისკენ და ასწევენ ვერცხლის წყალს E-ს გავესებამდე; ვერცხლის წყალი განდევნის მთელ ჰაერს ამ ბალონიდან; შემდეგ დაჰხურვენ ონკანს და F-ს დაუშვებენ ძირს. F-ში მაშინ ტორრიჩელის სიყარიელე ვითარდება; შუამდებარე b, c ონკანის გახსნით ამ სიყარიელეს სისხლის ბალონს უერთებენ. აქედან გა-

აღებული ორგანოს არტერიული და ვენური სისხლის გაზთა შემადგენლობის გამოკვლევით გამოირკვევა 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 ენგბადის და ნახშირის სიმჟაის 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 ნაზის დისსოციაციური შენაერთის სახით.

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

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

ხის ზედაპირზე ეხეთქება თვითთელი გაზის მოლეკულთა ისეთი რაოდენობა, რომელიც ამ გაზის პარციულ წოლას შეუფარდდება.

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

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

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

ფიზიოლოგიაში გამოსაყენებელია შთანთქვის შემდეგი კოეფიციენტები (ბორი):

	ეანგბადი		აზოტი		ნახშირ. სიმყავე	
	15°	38°	15°	38°	15°	38°
წყალი:	0,034	0,0237	0,0179	0,0122	1,019	0,555
სისხლის პლაზმა.	0,035	0,023	0,017	0,012	0,994	0,541
სისხლი.	0,031	0,022	0,016	0,011	0,937	0,511
ფორმიანი ელემენ.	0,028	0,019	0,014	0,010	0,825	0,450

ამ კოეფიციენტთა საშუალებით შეიძლება აღირიცხოს იმ ეანგბადის, აზოტის და ნახშირის სიმყავის რაოდენობა, რომელიც სისხლის 100 კუბ. სანტიმეტრში უნდა შედიოდეს, თუ რომ უკანასკნელს შე-

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

ამ ფორმულაში x ნიშნავს შთანთქვის კოეფიციენტს; v -სითხის მოცულობას, და h — გაზის პარციულ წოლას. საერთო გაზის წოლიდან (760 mm.) პირველად ყოველისა 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 სიმეავეს.

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 $\frac{0,022 \cdot 100 \cdot 100}{760} = 0,309$ კ. სმ.;

აზოტს $\frac{0,011 \cdot 80 \cdot 2710,7}{760} = 0,825$ კ. სმ.;

ნახშირის სიმეავეს $\frac{0,511 \cdot 4 \cdot 8710,7}{760} = 2,29$ კ. სმ.

b) გაზთა ქიმიური შეერთებანი სისხლში. სისხლში გახსნილი გაზები რომ შეუფარდოთ იმ გაზთა რაოდენობას, რომელიც საერთოდ შეიძლება სისხლიდან მივიღოთ, დავრწმუნდებით, რომ ჟანგბადის და ნახშირის სიმეავის მხოლოდ მცირე ნაწილი იმყოფება სისხლში ფიზიკური შთანთქვის სახით. გადამეცებით 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 ნაზს, ძლიერ აღვილად დამრღვევ (დისოციაციურ) შენაერთს. წითელი ფორმიანი ელემენტების ჰემოგლობინია სწორეთის სხეული, რომელიც ეანგზადს აკავშირებს. ცენტროფუგის საშუალებით რომ დაველეკოთ ფორმიანი ელემენტები, აღმოჩნდება, რომ წმინდა პლაზმა ეანგზადს მისი შთანთქმის კოფეციენტის თანახმად მიმღებლობს; პირიქით, წითელ ფორმიანი ელემენტები შეიცავს სწორეთ იმ ეანგზადის რაოდენობას, რომლითაც ნორმული სისხლის გაზი ფიზიკურად შთანთქმულ გაზს აღემატება.

სისხლის ნიშანდობლივი ტევა ეანგზადის მიმართ. წინათ ეგონათ, რომ ჰემოგლობინი მუდამ იერთებს ეანგზადის განსაზღვრულ რაოდენობას, და ამიტომ იმ ეანგზადის რაოდენობას, რომელიც ერთს გრამ სისხლს უკავშირდება (ჰიუფენერის გამოკვლევით 1,34 კ. ს. მ.), უწოდებდენ ეანგზადის ნიშანდობლივ ტევას. ზოგიერთი მეცნიერი ამ ტერმინით აღნიშნავენ იმ ეანგზადის რაოდენობას, რომელსაც სისხლში ერთი გრამი რკინა აკავშირებს, თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ ატომში Fe(=56) აკავშირებს ეანგზადის ორ ატომს, მაშინ გამოვა, რომ 56 გრამი რკინა აკავებს 32 გრამ ეანგზადს ანუ 22,4 ლიტრს ე. ი. რკინის თითო გრამზე 400 კ. ს. მ. ჰანგზადი მოდის.

რადგან ჰემოგლობინი შეიცავს $0,33\%$ რკინას, ცხადია, ერთი გრამი ჰემოგლობინისა უნდა აკავშირებდეს 1.32 კ. ს. მ. ეანგზადს. ასეთი ანგარიშით 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 სჩანს.

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

ზოგი მეცნიერი ამ ნაშნდობლივი ტყვის რყევას ცდის შემთხვევით შეეკლომად სთვლის. მაგრამ თვით ბოარი ამტკიცებს მათ სინამდვილეს და გამოსტკეპამს იმ აზრს, რომ ჰემოგლობინი არ წარმოადგენს ქიმიურად სრულიად განსაზღვრულ სხეულს, აჩამედ ნარევეს სხვადასხვა ჰემოგლობინთა სხვადასხვა ნიშნდობლივი ტყვით.

ქიმიურად შეკავშირებული ჟანგბადი, როგორც ვთქვით, შემსრუტავი მანქანით გამოიღვენება. ეს ცდა ამტკიცებს, რომ ჟანგბადი უკავშირდება სისხლს მხოლოდ ჟანგბადის პარციული წოლის ცნობილ სიმალღეზე. ჰოლმგრენის (1863) და ვ. მიულერის გამოკვლევით სისხლი ან ჰემოგლობინის ხსნილი რომ ვაქანქყარ. ოთ გაზთა ნარევებში, რომელთა ჟანგბადის პარციული წოლა თანაბარი არაა, შეიძლება დვერწმუნდეთ, რომ ჟანგბადის თვითეულ პარციულ წოლისას 1 გრ. ჰემოგლობინისა აკავშირებს გაზის სრულიად განსაზღვრულ რაოდენობას. ამ დამოკიდებულების გამოსაკვლევად მიმართვენ შემდეგ წესს. სისხლს შესაფერ კურქელში შეაქანქყარებენ წინასწარ მომზადებულ გაზის ნარევეში, რომელიც განსაზღვრული რაოდენობის ჟანგბადს შეიცავს. როდესაც გაზსა და სითხეს შორის წონასწორობა დამყარდა, მაშინ ჟანგბადის პარციულ წოლას განსაზღვრენ; შემდეგ სისხლის განსაზღვრულ პორციიდან შემსრუტავ მანქანით გამოსდვენთან გაზებს და გამოიკვლევენ მასში ჟანგბადის რაოდენობას. ზემო მოყვანილ შთანთქვის კოეფიციენტთა 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 ტეხნიკა თანდათან უკეთესდებოდა. დღეს ყველაზე საყურადღებოდ ბოარის გამოკვლევა ითვლება. მისი ნამუშავრიდან ესეხულობთ 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.

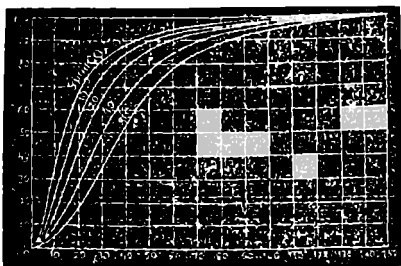
როდესაც ჟანგბადის წოლა 150 mm.-ზე ზევით აიწვეს, ქიმიურად შეკავშირებული ჟანგბადის რაოდენობა ძლიერ მცირედ მატულობს; მაშა-

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

ჟანგბადის წოლა mm.	100 კ. სმ. სისხლისა (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.

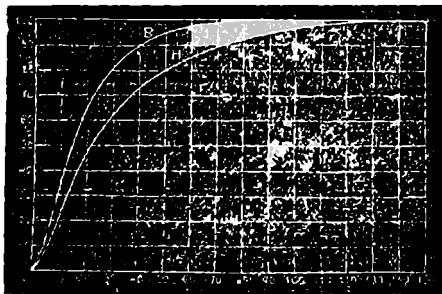
დაბალ წოლისას სისხლის მიერ შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენობა რომ გამოეხატათ მაქსიმალური ოდნობის შთანთქმის პროცენტების სახით, მაშინ მივიღებთ შთანთქმის ხარისხს სისხლის ჟანგბადის სხვადასხვა წოლისას (შეადარეთ ცხრილში 1 და 2 სვეტი). თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ სისხლი შეიცავს ჟანგბადიან შენაერთს, რომელიც დაბალ წოლისას იშლება (დისსოციაციის), შეიძლება გამოიკვეს ამ შენაერთის დისსოციაციის ხარისხი (მე-5 სვეტი). — ნორმულ ორგანიზმში იმ ჟანგბადის რაოდენობის გამოსაკრეველად, რომელიც სისხლის საშუალებით ფილტვებიდან ქსოვილებში შედის, უნდა ექონიოთ მხედველობაში ფაქტორების მთელი რიგი, რომლებიც ამ რაოდენობაზე გავლენას ახდენს. ბორმა (1904), მაგ., აღნიშნა ნახშირის სიმკვარის გავლენა. სურ. 56 უჩვენებს, რომ გაძლომის მრუდე აიწვეს ზევით მით უფრო მცირე აღმართით, ე. ი. თანაბარი ჟანგბადის წოლისას სისხლი მიღებლობს გაზს მით უფრო მცირეს, რაც უფრო ძლიერია ნახშირის სიმ-

ჯევის წოლა სისხლში. პირიქით გაძლომის საზღვარზე ნახშირის სიმეფევე
გავლენას არ ახდენს.



სურ. 16. განვადით სასხლის
გაძლომის გრულები ანგებადისა
და ნახშირის სიმეფევის სხვა და
სხვა წოლისას, ძალის სისხლი
„მ“ (ინს. (ჰისი)).

სისხლია ტევა ჟანგბადია მაჰარო ჰემოგლობინის ხსნილის ტევის
უღრის; მაგრამ, დისოციაციის მრუდე იმ ჰემოგლობინისა, რომელიც
სისხლის ფორომიან ელემენტებში შედის, გაიოჩევა კრისოალური ჰემოგ-
ლობინის დისოციაციის მოუღისგან. ამაში ვრწმუნდებით მე-57 სურ.
მოყვანილი მრუდით. ეს განხევევა წილობოვ იმით ახსნება, რომ
ოქსიჰემოგლობინის ხსნილის კონცენტრაციის გაღრდების მიხედვით
ძლიერდება მისი დისოციაცია. სისხლისწითელ ფორმიან ელემენტებ-
ში ჰემოგლობინის კონცენტრაცია 30—45% უღრის; ბელოვენურად
შეუძღვებელია ჰემოგლობინის ასეთი ხსნილების შექნა. ჰოპკე-სეი-
ლერის აზრით სისხლის საღებევი დეცილიდან შეერთების სახით არ-
სებობს; სწორეთ ამიტომ ბოლო წინადადებას იძლევა, რომ სისხლის
საღებევის საკუთარი სახელი მიეცეს (ჰემოხომი).



სურ. 17. ქ-მრუდე იღრეფევა სის-
ხლის ჟანგბადით გაძლომას, H-
მრუდე კიღე ჰემოგლობინის ხსნი-
ლის გაძლომას ვაგ. (ინს. (ჰისი)).

სისხლის ნახშირის სიმეფევე. ნახშირის სიმეფევის შეკავშირება სისხ-
ლში ბევრად უფრო რთულია, ვიდრე ჟანგბადისა. ნახშირის; სიმეფევის

აკავშირებს როგორც პლაზმა, ისე ფორმიანი ელემენტები. ეს უკანასკნელები შეიცავენ სისხლის ნახშირის სიმჟავის ერთს მეოთხედს ან მესამედს. ნახშირის შეკავშირებაში მონაწილეობას იღებს: სისხლის ტუტები, მისი ცილოვანი ნივთიერებანი და სისხლის საღებავი. ივ. სეჩენოვი აგვიჩვენა, რომ თუმცა სისხლს ტუტითანი რეაქცია აქვს, იგი მაინც იძლევა სიცარიელეში მადლ თავის ნახშირის სიმჟავის მარაგს. ფლიუგერმა ცდებით აღმოაჩინა, რომ ნახშირის სიმჟავე ამ პირობებში სრულებით გამოდის სისხლიდან, რომ ამას გარდა სისხლს შეუძლიან გამოყოფას სოლიდან ნახშირის სიმჟავის დიდი რაოდენობა. ეს დაკვირვება შეიძლება იმით იხსნება, რომ ჰემოგლობინი და შრატის ზოგი ცილოვანი ნივთიერება, მეტადრე გლობულინები, სუსტ სიმჟავეებს წარმოადგენს. ნახშირის სიმჟავეს შალალი წოლისას გლობუ ლინის ტუტასთან შენაერთი იშლება, ტუტაკიდე ნახშირის სიმჟავეს უერთდება: პირიქით, ნახშირის სიმჟავის დაბალი წოლისას გლობულინები გამოდენიან კარბონატებიდან ნახშირის სიმჟავეს. შრატის გლობულინის მსგავსად ფორმიანი ელემენტების გლობულინიც მოქედობს. ამას გარდა, პორის 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 (ჟაკე, პორი, ნაგელი). მაგრამ რადგან პლაზმასა და წთელ ფორმიან ელემენტებს შორის მოკვლობითა უოთიერთობა დიდ რყევას განიცდის, მრუდის ფორმაც ცნობილ საზღვრებში ცვალებადობს.

ხემოთ 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 გვეჩვენა ვაკილებით 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. გაძღომის საზღვარი ნახშირბადის ჟანგისათვის უფრო დაბალი წილისას მიიღწევა, ვიდრე ჟანგბადის მიჰართ. ამიტომ ნახშირბადის ჟანგი მისი მცირე კონცენტრაციის დროსაც კი ჟანგ-

ბაღს გამოსდენის სისხლის საღებავიდან და მით სისხლს უეარგისად ჰქმნის 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 მომშხამებელი მოქმედება.

ჟანგბადის ნორმულ შემადგენლობისას ფილტვების ჰერში (15%) საკმარისია შეერიოს 0,1% ნახშირჟანგი რომ სისხლში ჰემოგლობინის ნახევარი იყოს მის მიერ დაკავებული. ნახშირბადის ჟანგის 0,30/ი-ის შერევა კი უკავშირდება მთელი ჰემოგლობინის სამს მეოთხედს; დანარჩენი მეოთხედი ვერ აკმაყოფილებს ქსოვილთა სასუნთქვო მოთხოვნილებას; ამიტომ ასეთი შერევა ნახშირბადის ჟანგისა სასიკვდილოა. პირიქით, თუ ისეთი გაზთა ნარევი შეისუნთქება, რომელიც 80% ჟანგბადისას შეიცავს. ნახშირბადის ჟანგი კი 0,10/ი-ს შეადგენს, მაშინ ჟანგბადს უერთდება მეტი წილი ჰემოგლობინისა, სახელდობრ 85%; თუ კიდე ნახშირბადის ჟანგი 0,30/ი-ს უდრის, მაშინ ჟანგბადს ჰემოგლობინის 66/ი უერთდება. ცხადია ამ პირობებში ნახშირბადის ჟანგის შხამიანობა გაცილებით ნაკლებია.

მასსათა ქიმიური მოქმედების კანონი აგრეთვე შეიძლება მოვიხმაროთ სისხლის მიმართების ასახსნელად ნახშირის სიმჟავისა და ჟანგბადისადმი. (ჰიუფენერი).

ვ. ოსტვალდი (1908) მიაწერს გაზთა შეკავშირებას სისხლის მიერ ადსორპციის მოვლენებს. იგი ფიქრობს, რომ ჟანგბადი ქიმიური შეკავშირებით კი არ უერთდება ჰემოგლობინს, 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 ხსნილების მიერ ჟანგბადის დაკავებას ეს ფორმულა არ უდგება.

2. გამთა წოლა სისხლში, ქსოვილებში და ფილტვის ალვეოლებში.

ზემო მოყვანილი ცდებიდან შესაძლებელია ვამოიკვეს გაზთა რაოდენობა როგორც სისხლში გახსნილისა, ისე ქიმიურად შეკავშირებულისა სხვადასხვა პარციულ წოლისას. ექსპერიმენტატორის გამოკვლევის მომდევნო ამოცანას შეადგენს იმ საზღვრების განსაზღვრა, რომლებშიც სასუნთქვო გაზების პარციული წოლა ორგანიზმში ირხვევა; ამ მხრივ გამოსაკვლევი ქსოვილები, არტერიული და ვენური სისხლი და ფილტვის ალვეოლების ჰერი.

სისხლის დენის ტონომეტრული გამოკვლევა. ცდების მეტი წილი იმაში მდგომარეობდა, რომ სისხლის დენა გაზის ატმოსფერას შეეხებოდა და მერე მისი შემადგენლობა გამოკვეთილიყო. თუ ატმოსფერის გაზთა წოლა განიჩეოდა მათი წოლისგან სისხლში, მაშინ სისხლსა და გაზთა ნარევის შორის იწარმოებდა გაცულა-გამოცულა, 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 განესაზღვროთ, ადვილია აღირიცხვოს სისხლის თვითიველი გაზის პარციული წოლა. ამ პრინციპზე აგებული ჰელიუგერის აეროტონომეტრი (1872), რომელიც შემდეგში შეცვლილ იყო ბორის (1890) და ფრედერიკის მიერ (1893). სისხლსა და გაზთა ნარევის შორის გაზთა გაცულა-გამოცულის სისწრაფე ყველაზედ მეტად დამოკიდებულა სისხლისა და გაზური სივრცის მოცულობის შეხების ზედაპირის ოდნობაზე. პირველ აეროტონომეტრულ ცდებში სრული წონასწორობა მიღწეული ვერ იყო. ამიტომ ცდილობდნენ მიეღოთ აეროტონომეტრში ისეთი გაზთა წოლა, რომელიც შეძლებისამებრ 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.

კროგის მიკროტონომეტრში გაზთა სივრცე წარმოადგენს ჰერის პატარა ბუშტს, რომლის განი 2 mm-ს უდრიდა. ამ ბუშტისკენ მიმართვენ სისხლის დენას არტერიიდან ან ვენიდან. სისხლი შემდეგ ზიმიდინარეობს მიღებით და წვეთობით გროვდება მიქლებელში. ჰაერის ბუშტის მოცულობა დრო და დრო იზომება, წოლა მიმღებელში კიდე ისე წესრიგდება...

რომ ბუშტის მოცულობა არ შეიცვალავს. მერე წოლას გამოარკვევენ და ბუშტის შეპლდგენლობას ანალიზს უშერებთან. წონასწორობა ისე მალე მყარდება. რომ სრულიად უმნიშვნელოა ცდისათვის, ჰაერის 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 შეაუხთქებენ ჟანგბადის და ნახშირბადის ჟანგის განსაზღვრულ ნარევს. შემდეგ კოლორიმეტრული წესით გაიგებენ სისხლის გაძლომას ამ ჟანკით. ზევით იყო ახსნილი, რომ შთანქმული ნახშირბადის ჟანგის რაოდენობა დამოკიდებულია ჟანგბადის წოლისაგან სისხლში, რაც ნებას გვაძლევს გამოვიანგარიშოთ ჟანგბადის წოლა.

შემდეგ ცხრილშია მოყვანილი ამ მეთოდებით ძალღებზედ ნაწარმოები ცდების შედეგები.

ავტორი.	არტერიული ჟანგბადის წოლა mm Hg.	სისხლში ნახშირის სიმეჯის წოლა mmHg.	ვენური ჟანგბადის წოლა mm.	სისხლის ნახშირის სიმეჯის 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 შიიღეს უფრო დიდი ციფრები, ვიდრე სხვა ავტორებმა: ადამიანზე მათ აღმოაჩინეს 293 mm. Hg. შინაურ კურდღელზედ 210, ფრინველზე 339mm. Hg. ეს ცდები უნაკლო არაა მეთოდის მხრივ, მაგრამ თუ ასეთი შედეგი სწორია, შეიძლება იგი ჩაგვეთალა როგორც კარგი საბუთი გაზთა წაცვლა-გამოცვლის სეკრეციული თეორიისა (ბორი იხ. ქვემოთ). ბორი

ახსნის ასეთ მალალ წოლას მოყვანილ ცდებში საფილტვო ალვეულებ-
ბის უჯრედთა სეკრეციაული მოქმედების გაძლიერებით, რაც ნახშირ-
ბადის ეანგის გავლენით უნდა ხდებოდეს.

ჟანგბადის და ნახშირის სიმჟავის პარციული წოლა ცხოველის
სითხეებში და ქსოვილებში. აერო-ტანოპეტრის საშუალებით შეი-
ძლება გამოიკვლიოს სისხლის მსგავსად აგრეთვე სხვა ცხოველის
სითხეები. აქნობამდის ეს იყო შესრულებული შტრასსბურგის მიერ
ლიმფის, ნალველის და შარდის მიმართ. მან იპოვა, რომ ნახშირის
სიმჟავის წოლა ლიმფაში ცოტა უფრო ნაკლებია ვიდრე ვენურ სისხლში; მისი
ცდებით აქ მინიმური წოლა ჟანგბადისა 10.2--26,9 mm.-ს უდრის. ნახში-
რის სიმჟავის წოლა ძალის შარდში მეტყეობს 55-დან 80 mm.-მდე, ნალ-
ველში უდრის 47 mm.-ს, ე. ი. ორივე შემთხვევაში უფრო მეტია, ვიდრე
ვენურ სისხლში. Hydrocele-ს სითხეში და ჰლეერის პათოლოგიურ
დანიარქებაში ნახშირის სიმჟავის წოლა მუდამ უფრო მაღალია, ვიდრე
ვენურ სისხლში. ყველა ამ ცდებიდან შეიძლება დაესკნათ, რომ ნახ-
შირის სიმჟავის წოლა ქსოვილებში საზოგადოთ უფრო მაღალია, ვიდრე
ვენურ სისხლში. ეს კიდე ამტკიცებს, რომ ქსოვილები წარმოადგე-
ნენ ნახშირის სიმჟავის წარმომშობ ალაგს. ამნაირადღე უნდა იხსნას ის
ცვალებადობა, რომელსაც ჰაერი განიცდის მის კუჭ-ნაწლევში ან რო-
მელიმე სხეულის სხვა ღრუში შეტანისას. სუფთად გამორეცხილ ნაწლე-
ვებში ჟანგბადის წოლა 23 mm.-მდე ეცემა, ნახშირის სიმჟავის წოლა კი
47—67 mm.-მდე მატულობს.

ზოგიერთ სეკრეტში ჟანგბადის წოლა ძლიერ დიდია, მაგ. 3 ფლიუ-
გერიის გამოკვლევით ნერწყვი შეიცავს 0,66 % ჟანგბადს; თუ მივი-
ღებთ მხედველობაში, რომ ნერწყვი არ შეიცავს ისეთ ნივთიერებათ,
რომელნიც ჟანგბადს ქიმიურად აკავშირებენ, მისი წოლა უნდა უდ-
რიდეს 200 mm. Hg.

მეორე მხრივ, ქსოვილებში სწარმოებს ჟანგბადის ძლიერ ენერჯი-
ული მოხმარება. თუ სპექტროსკოპით გამოვიკვლევთ იმ სინათლეს, რო-
მელიც ზედიზედ მიდებულ ორ თითს შუა გაივლის, აღმოჩნდება, რომ
ოქსიჰემოგლობინის ზოლები ჰქრება ძლიერ მალე თითების ისეთი მო-
ქერისას, რომელიც სისხლის დენას ამ თითებში მოსპობს.

3. სისხლსა და ფილტვის ალვეოლთა შორის გაშუა ვაყვლა-გამოყვლა.

გაზთა პარციული წოლა ფილტვების ალვეოლებში ცვალებადობს
ნორმულ სუნთქვისას თვითეული სასუნთქვო მოძრაობის დროს; ჟანგ-

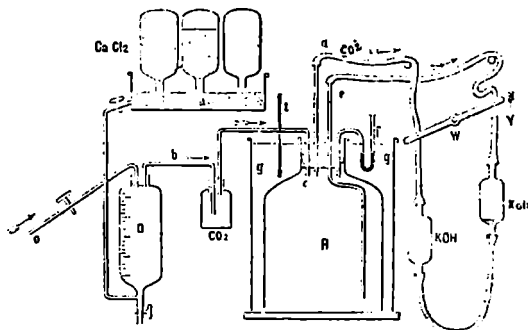
ბადის წოლა ერთი შესუნთქვის ბოლოდან მეორე შესუნთქვის დაწყებამდე დაიწვეს და პირიქით შესუნთქვის დროს იგი აიწვეს; ნახშირის სიმყავის წოლა კიდე ცვალებადობს უკუღმა მიმართულებით. გალდმანი ეცადა ალვეოლებში წოლა განეზომა. ამისათვის იგი ანალიზს უშვრებოდა ამოსუნთქული ჰაერის ბოლო პორციებს. მაგრამ ამ გზით შეიძლება განისაზღვროს ალვეოლური ჰაერის მხოლოდ უკუღმის შემადგენლობა: საშუალო შემადგენლობა ალვეოლური ჰაერისა ნორმულ სუნთქვისას შეიძლება გიმოიკვეს საერთოდ ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობის განსაზღვრით (ლევეი). ამოსუნთქული ჰაერი შესდგება: ორი ნაწილიდან: ერთი სასუნთქვო გზებიდან და მეორე ფილტვის ალვეოლიებიდან. უკანასკნელის შემადგენლობა შეცვლილია გაზთა გაცვლა-გამოცვლის გამო სისხლის კაპილარებსა და ალვეოლებს შორის. სასუნთქვო გზების წილი კი თითქმის უცვლელ ატმოსფერულ ჰაერს წარმოადგენს. აღრიცხვის საშუალებით რომ გაიყოს ამოსუნთქული ჰაერი ორ ხსენებულ ნაწილად, შესაძლებელია გამოიკვეს ამოსუნთქული ჰაერის საშუალებით ალვეოლური ჰაერის შემადგენლობა. მოზრდილ ადამიანზე სასუნთქვო გაზთა ტევა ბრონხული 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 265 კ. სმ.-ს. თუ ამოსუნთქულ ჰაერი შეიცავს 16,5% ჟანგბადს და 3,5% ნახშირის სიმყავეს, მაშინ გაზთა პროცენტული შემადგენლობა (X) გამოიანგარიშება ამ წესით.

a) ჟანგბადისთვის: $400.16,5 = 260x + 140.20,93$; $x = 14,1\%$.

b) ნახშირის სიმყავისთვის: $400.3,5 = 260x + 140.0,03$; $x = 5,37\%$.

წარმოვიდგინოთ, რომ ბარომეტრის სიმაღლე ცდის დროს 770 mm-ს უდრიდა. ამ ოდნობიდან უნდა გამოაკლდეს წყლის ორთქლის წოლა. სხეულის ტემპერატურისას (37°C), რომელიც 46,6 mm.-ს უდრის. გაზთა წოლისათვის დაგვრჩება 723,4 mm.; ამ ოდნობის 14,1% შეადგენს 101,9 mm., რაც ჟანგბადის პარციულ წოლას წარმოადგენს, მისი $5,37\% = 38,8 \text{ mm.}$ — ნახშირის სიმყავის წოლას. ზემომოყვანილიდან გამოვინარეობს, რომ გაზთა წოლა ალვეოლებში საკმარისად დამოკიდებულია სუნთქვის მექანიზმზე; რაც უფრო სუნთქვა ღრმა არის, მით უფრო სუსტია სასუნთქვო გზების ჰაერის გავლენა ამოსუნთქული ჰა-

რის შემადგენლობაზე და მით ჰაერის ამოსუნთქული გაზთა წოლა ალვეოლებისას უახლოვდება. ალვეოლურ გაზთა წოლის აბსოლუტური ოდნობა განისაზღვრება საფილტვო ვენტილიაციის ე. ი. ჟანგბადის მოხ-
შარების და ნახშირის სიმკვების განვითარების რაოდენობის ურთიერთობით.



სურათი 58.

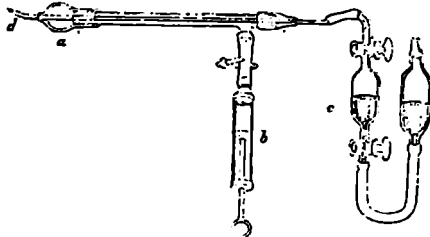
სურ. 58. სასუნთქვო აპარატი Regnault და Reiset-ის (სქემა). R—ჰერმეტი-
ულად დახუშული საფარი ცხველისთვის; O—სათადარიგო რეზერვუარი ჟან-
გბადისა; C O₂—ჭურჭელი ნახშირის სიმკვებისგან გასანთავისუფლებლად; CaCl₂
ხსნილი, რომელიც ჰმობლით O-ჭურჭელში შედის და იქიდან ჟანგბადს გამო-
დენის R-მიმართულებით; აშუალა KOH-ით W-უღელის საშუალებით ხან
ზევით აიწევა, ხან ქვემოთ; ამით R-იდან ჰაერი გამოისრუტება, და მერე
C O₂-დან გაწმენდის შემდეგ ისევ უკან შიირეკება. t—ტერმომეტრი, f—მანო-
მეტრი. (Landois).

დაბალ ალავებში ბარომეტრული წოლის შესაფერისად, რომელიც
760 mm.-ს უდრის, ჟანგბადის წოლა ალვეოლებში სხვა და სხვა პი-
რებზე სუნთქვის ტიპის სხვა და სხვაობის მიხედვით 100 და 110 mm.
Hg.-ს შორის იცვლება, ნახშირის სიმკვების წოლა კიდევ—30 და 40 mm.-ს
შორის. შესანიშნავია, რომ მუშაობა და დასვენება სრულიად არ ახდენს
გავლენას ამ ციფრებზედ. მაშასადამე, მუშაობის დროს თვითონ ვენტი-
ლიაცია ძლიერდება შესაფერისად მოხმარებული ჟანგბადის გადიდებისა.
უფრო დაბალ ატმოსფერულ წოლისას, მაგ., მთის მწვერვალებზედ
ჟანგბადის წოლა ალვეოლებში მცარება; პირიქით, ნახშირის სიმკვების
წოლა კი თითქმის უცვლელია. საფილტვო გაზთა წოლა ადგილის სი-
მადლის მიხედვით მოცემულია შემდეგ ცხრილში.

ადგილის სიმალღე ზღვის პირიდან მეტრებით.	მაღ. მ. მ. ცხ. ცხ.	ჯანგბადის წოლა (მმ. Hg) ალვეოლებში.			ნახ. სიმ. წოლა მმ. Hg ალვეოლებში.	
		ატმოსფერო.	მოსვენება.	მუშაობა.	მოსვენება.	მუშაობა.
ბერილინი 54	758	156	100-110	100-108	32-40	33-30
როტგორნი ბრიენციის ტბაზე 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	435	91	38-61	55-63	27-35	17-25

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

საფილტვო კატეტერის (ჰელიუგერი 1871) საშუალებით შეიძლება მივიღოთ ჰაერის საანალიზო ნიმუში პირდაპირ ფილტვის ალვეოლიდან (სურ. 59). კატეტერი შეაქვთ ბრონხის მსხვილ ტოტში და მის დაკობით სპობენ შეფარდებულ ფილტვის ნაწილში ვენტილიაციას. რამდენიმე წამის განმავლობაში ფილტვის დაკული ნაწილის გაზთა შევადგენლობა უთანასწორდება ვენურ სისხლს. ეს წესი შეძლებას გვაძლევს გავითვალისწინოთ გაზთა წოლა ვენურ სისხლში, რომელიც მარჯვენა გულიდან გამოდის.



სურათი 58.

სურ. 58. პფლიუგერის საფილტვო კატეტერი (ლოდვიგის მოდიფიკაცია). ალვეოლური ჰაერის მისაღებად იხმარება.

საფილტვო გაცვლა-გამოცვლის გამკვლევის წესები ცხოველებზე. საფილტვო გაცვლა-გამოცვლას გიმოკლევის საუკეთესო მეთოდი რენიოს და რენიეს ექთუნის. ცხოველს მოაქცევენ კამერაში (იხ. სურ. 59) და მის გაზთა გაცვლა-გამოცვლას შეისწავლიან ისე, როგორც მე-58 სურათის ახსნაშია აღნიშნული. ამ მეთოდით დიდი სისწორით შეიძლება გამოირკვეს, როგორც დანახარჯი ჯანგბადის, ისე გამოყოფილი ნახშირის სიმძვინის 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 იჟღერებდა წყლის ორთქლით იმდენად, როგორც ეს ამ ტემპერატურას შეეფერება. წყლის ორთქლის წოლა სხეულის ტემპერატურისას (37°C) უდრის $4\text{ხ}, 7\text{mm.}-ს$ ე. ი. ნორმალური ატმოსფერული წოლის 6% -ზე მეტია. რადგან წყლის ორთქლის წოლა დამოკიდებულია მხოლოდ ტემპერატურაზე და არა ბარომეტრულ წოლაზე, ცხადია, ატმოსფერული წოლის დაწვეისას წყლის ორთქლის მონაწილეობა ფალტვის ჰაერის საზოგადო წოლაში მატულობს; ასე ხდება, მაგ., მაშალალ მთაზე ასვლისას. მონბლანზე (სადაც ჰაერის წოლა ვერცხლის წყლის 420mm ს უდრის) წყლის ორთქლის წოლა ატმოსფერული წოლის 11% უდრის. ყველაზე დიდ სიმალღედეს, რომელსაც ჰაერში მცურავებმა მოაღწიეს (11000 მეტრი, ბერსონი და სიურინგი), როდესაც ჰაერის წოლა $180\text{მ.}-ს$ უდრიდა, წყლის ორთქლის წოლა 26% -ად აღწევდა. ამის გამო წყლის ორთქლის შეცულობა საფილტვო ჰაერში უნდა ჩათვალოს იმის მიზეზად, რომ ადამიანს არ შეუძლიან საკმარისად ისუნთქოს ისეთ მაღალ ღდგილებში, როგორც 1200 მეტრს ზემოთ.

ჰაერის სხვა ფიზიკურ ცვლილებათაგან უნდა აღვნიშნოთ ამოსუნთქულ ჰაერში ყვლიანარი მაგარი ნაწილთა უარსებობა. ისინი ეკვრებიან ბრონხების ლარიწოვანი გარსის წებოიან ზედაპირს და მერე გარეთ ირეკებიან ეპიტელიურ უჯრედთა შოციმციმე 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 ცვლებადია. მრავალი ანალიზის ნიადაგზედ უნდა მივიღოთ, რომ საშუალოდ ამოსუნთქული ჰაერი შეიცავს $1\text{ხ}, 7\%$ O_2 , $3,6\%$ CO_2 და $79,7\%$ N . მაგრამ საერთოდ ეს შემადგენლობა ძლიერ მეზყევია, რაც დამოკიდებულია სხეულში გაჟანგების პროცესებს ინტენსიობაზე და ფილტვის ვენტილიაციის ტიპზე, ნორმულ პირობებში ფილტვის ვენტილიაცია სრულიად შეუფარდება გაჟანგების პროცესები, ინტენსიობას, და შედეგად ამისა ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობა მუდმივი რჩება. ფსიქიკური გავლენები და ნებითი ან უნებლიო 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 % O₂, 3,17 CO₂ და 78,53 % N.

თუ ვენტილიაცია შემცირდა 5,8 ლიტრამდე წამში, მაშინ ამოსუნთქული ჰაერის შემადგენლობა შეუფარდდება შემდეგ ციფრებს: 15,5 % O₂, 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 შეუფარდდება 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 გამოვარკვიოთ ჟანგბადის მოხმარება მიუხედავად შესუნთქული და ამოსუნთქული ჰაერის მოცულობათა განსხვავებისა, რადგან აზისთვის საჭირო არაა ამ მოცულობათა ცოდნა. საკმარისია ვიხელმძღვანელოთ აზოტის პროცენტულ შემადგენლობით. ჩვენ ვიცით რომ ამოსუნთქულ ჰაერში აზოტის თვითნულ 79,04 მოცულობაზე მოდის 20, 93 ჟანგბადის მოცულობა. მაშასადამე, აზოტის 79,7 მოცულობის პროცენტზე, რომელსაც ამოსუნთქული ჰაევი შეიცავს, უნდა მოდიოდეს ასეთი ოდნობის ჟანგბადი $= \frac{79,7 - 20,93}{79,04} = 21,10$ %.

ამას რომ გმოვავლოთ 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 მიღებულია ჟანგბადის მოცულობისადმი (CO₂:O₂) იწოდება სასუნთქო ანუ რესპირაციულ კოეფიციენტად (ფლიუგერი). ნორმული მშვიდობიანი სუნთქვის დროს ამ კოეფიციენტის ოდნობა დამოკიდებულია იმ ნივთიერებათა ქიმიურ ბუნებაზე, რომელნიც სხეულში იწვევიან. 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 მატულბს, ამიტომ ამ პირობებში სხეულიდან გამოიყოფა მომატებული ნახშირის სიმჟავე. ეს მომატებული გამოყოფა იმით აიხსნება, 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 სამეაფის შეცულობა შეიძლება შემცარდეს 12-15 მოცულობის პაკუნტამდე. ქავეილებიც თავის მხრივ უფრო მეტს ნახშირის სიმეაფეს აძლევენ სისხლს, რადგან სისხლში გაზთა შეცულობა დაცემულია. მუშასადამე, სხეულიდან ნახშირის სამეაფის გაძლიერებული გამოყოფა სწარმოებს. ეს მტკიცება იმით, რომ ნორმულ სუნთქვაზე გადასვლისას ნახშირის სიმეაფის შეცულობა ამოსუნთქულ ჰაერში იმდენადვე ეცემა, რამდენადც იგი მატულობს გაძლიერებული სუნთქვის დროს. შესაფერისად ამისა სასუნთქო კოფეციენტი ნორმაზე ქვემოთ დაიწვეს. ეანგბადის მოხმარება ამ პირობებში არსებითად არ იცვლება. ეს იმყო ნიშნავს, რომ სხეულის გამაქანგებულ პაკუნტებზე გაძლიერებული ვენტრილაკია არავითარ გავლენას არ ახდენს.

4. გამთა დიფუქშია ფილგვების ქაოვილში.

უკანასკნელ დრომდის დარწმუნებული იყვენ, რომ ფილტვის კედლების საშუალებით ნიეთიერებათა გაცვლა გამოცვლა დიფუქიის კანონების თანახმად სწარმოებსო, ე. ი. ეანგბადი და ნახშირის სიმეაფე 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 შთანთქვავენ მათი პარკიული წოლის მიხედვით თანახმად დალტონის კანონისა. ქსოვილთა მეერ გაზთა შთანქვის კოფეციენტი განსაზღვრული იყო ლევისა და ცუნციის მიერ. იგი აღმოჩნდა უფრო მაღალი ვიდრე წაინდა წყლს შესაფერი კოფეციენტი.

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

იმ რაოდენობას, რომელიც აღებულ ტემპერატურისას ერთი წამის განმავლობაში და ერთი კვადრატი სანტიმეტრი ზედაპირით სითხეში შედის, როდესაც გაზის პარციული წოლა 760 მმ-ს უდრის. ევაზის კოეფიციენტს კიდევ 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 გაძლამილია. 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 ჰიუფერის 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 აღვნიშნეთ, 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. ჰიუფერის 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, რაჟელიც ფილტვების კედელს გაივლის თანახმად დიფუზიის კანონისა, საქირა 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 გაქიმვის გაზომით, შემდეგ ფილტვის ჰაერის საერთო მოცულობის გათვალისწინებით, რომელსაც უნდა გამოაკლდეს ბრონხული ხის გატოტვის მცირეოდენი 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 საქირა იმ გაზის რაოდენობის საპოვნელად, რომელიც ფილტვის კედლებს გაივლის, მისი გამოსაკვლევად უნდა ვიხელომძღვანელოთ 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 შთანთქავს 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 შთანთქვის მრუდისგან სჩანს (იხ. ზემოთ). ფილტვის ქსოვილის მიერ ჟანგბადის შთანქვის 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 თვითულ 1 კვადრატულ სანტ. ზედაპირით, თუ წოლათა გარჩევა 760 მმ. უდრის, ჟანგბადი გაივლის ასეთი რაოდენობით: $0,048 \cdot 1,68 = 0,0806$ კუბ. 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-

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

ნახშირის სიმჟავისთვის დიფფუზიის პირობები უფრო ხელშემწყობია, რადგან მისი შთანთქმის კოეფიციენტი უფრო მაღალია. ნახშირის სიმჟავის დიფფუზია 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 პერიოდან სისხლში წოლათა განსაზღვრულ განსხვავებისას, და აქედან, მიიღო რა მანდევლობაში დიფფუზიის კოეფიციენტი, განსაზღვრა ჟანგბადის სისხლში გადასვლის სისწრაფე. მისი გამოანგარიშებით მან იმდენად დაბალი ციფრები მიიღო რომ მარტო დიფფუზიით შეუძლებელია ჟანგბადის მოხმარების ახსნა მეტადრე კუნთების მუშაობის დროს.

წ. ფილტვის ქოვილის სეკრეციული მოქმედება.

თუნდაც რომ ფიზიკური პირობები სრულიად საკმარისი იყოს ფილტვში გაზთა გაცვლა გამოცვლის ასახსნელად, ეს მაინც არ დამტკიცებდა, 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 დიფფუზიის მამართულებას ეწინააღმდეგება, სახელდობრ, დაბალი წოლის ადგილიდან მაღალი წოლის ადგილისკენ; ეს იყო დამტკიცებული თევზის მაცურებელი ბუშტის მიმართ.

იმნაირი თევზების მაცურებელი ბუშტი, რომელნიც ზღვაში ღრმად ცხოვრებენ, 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 ღმად დაეშვა ძირს, მაშინ ჟანგბადის წოლა მატულობს (მორო 1877). ბუშტიდან რომ გაზი ტრაკარით გამოუშვათ, რაჰდენიმე ხნის შემდეგ იგი ხელახლად გაზთა ნარევით ივსება. მასში შედის უფრო მეტი ჟანგბადი,

ვიდრე წინეთ, აგრეთვე უფრო მეტის წაღოთ, ვიდრე გარშემო წყალში ან და თვითონ თევზის სისხლში. მაგრამ თუ ბუშტისკენ მიმავალი ცთაპილი ნერვების ტოტები გადაიქრა, ბუშტი გაზებით ხელახლად აღარ ივსება (ბორი, 1894). ამნაირად, შეუძლებელია მაცურებელი ბუშტის გაზთა გაცვლა-გამოცვლის პროცესები ისე აიხსნას, რომ საჭირო არ იყოს გაზთა სეკრეციული გამოყოფის არსებობა ნერვულ სისტემაზე დამოკიდებულობით.

ბორის ცდებიდან სჩანს, რომ გაზთა გაცვლა-გამოცვლა ფილტვების კედლების საშუალებით ისეთი მიმართულებით სწარმოებს, რომელიც წაღის დაცემის მიმართულებას ეწინააღმდეგება. ბორს შეჰყავდა შინაური კურდღლის ორ მთავარ ბრონხში ორი კანიულა. ამით იგი გაზთა გაცვლა-გამოცვლას თვითეულ ფილტვში ცალკე იკვლევდა. ერთ ფილტვში შეჰყავდა ატმოსფერული ჰაერი, მეორეში კიდე — გაზთა ნარევი, რომელიც 8⁰/₁₀₀ ნახშირის სიმეავეს შეიცავდა. რადგან ფილტვის ვენტურ სისხლში ნახშირის სიმეავეს წალა უფრო მცირეა, ვიდრე გაზთა ნარევი, ცხადია, სისხლს უნდა მიეღო ფილტვიდან ეს გაზი, მაგრამ დანამდვილებით გამოირკვა, რომ ამ შემთხვევაშიაც ნახშირის სიჰეავე სისხლიდან გამოიყოფა ხოლმე ფილტვის ჰაერში. ეს ცდა გვიჩვენებს, რომ ფილტვისაც უეჭველია აქვს სეკრეციის უნარი. ხოლო ცნობილი არაა, თუ ეს მოვლენა რა როლს თამაშობს სხეულის მოსვენებაში და ნორმულ პირობებში.

ბორმა აგრეთვე ისარგებლა მარჯვენა და მარცხენა ფილტვის სუნთქვის განცალკევებული შესწავლით, რომ გამოეყვლია ფილტვის ვენტრილიაციის, შესუნთქული ჰაერის შემადგენლობის და სისხლის მარაგების გავლენა გაზთა გაცვლა-გამოცვლაზე. აღმოჩნდა, რომ ის ფილტვი, რომელიც უფრო ინტენსიურად სუნთქავს, უფრო მეტ ჟანგბადს მიმღებლობს. და მეტს ნახშირის სიმეავეს გამოყოფს. სწორეთ ისევე იმ ფილტვში, რომელიც ჟანგბადით უფრო მდიდარ ჰაერს შეისუნთქავს, ჟანგბადის შთანთქვა უფრო ძლიერია, თუმცა ნახშირის სიჰეავეს გამოყოფა დაცვლელად სწარმოებს. როდესაც ფილტვში წმინდა აზოტი შეჰყავდათ. მაშინ ჟანგბადის დენის მიმართულება უკუღმავდებოდა, სახელობრ, ვენტურ სისხლიდან, რომელიც მუდამ ცოცხალდენ ჟანგბადს შეიცავს, ეს გაზი დიფუზიის საშუალებით ალვეოლურ ჰაერში გამოიყოფოდა.

სისხლის მარაგების პირობები ფილტვის გაზთა გაცვლაზე უკავლევ

ნოთ არ რჩება. ფილტვის არტერიები რომ შევავიწროვოთ ერთ მხარეზე, მაშინ ვაზთა გაცვლა-გამოცვლა შესაფერის ფილტვში მცირდება. მასთან ერთად მეორე ფილტვში ვაზთა გაცვლა-გამოცვლა ძლიერდება. სისხლის მიმოქცევის დაარღვევა უფრო ძლიერ დაეტყობა ხოლმე ყანგბადის შთანთქვაზე, ვიდრე ნახშირის სიმჟავის გამოყოფაზე.

კოთმილი ნერვის გადაჭრა, რომელშიაც ფილტვის არტერიების გამგანიერებელნი გაივლიან, ოპერაციის მხარის ფილტვში ვაზთა გაცვლა-გამოცვლას აძლიერებს. ეს აახსნება დაოპერაციებულ მხარეზე სისხლის მომარაგების მომატებით.

6. ფულტვში ყანგბადის მოხმარება და ნახშირის სიმჟავის განვითარება.

რასაკვირველია, უნდა დაუშვათ, რომ ფილტვებში, როგორც სხვა ორგანოებში, ყანგბადი იხარჯება და ნახშირის სიმჟავე აღმოცენდება. მაგრამ ღიდიხანია სადავო იყო ის საკითხი, თუ რა მნიშვნელობა აქვს ფილტვებს გაყანგების პროცესში, არის თუ არა იგი სპეციფიკური გამაყანგებელი ორგანო.

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

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

დღე ფილტვებში ბოლოჰდის ეანგდებიან. ბორის და ჰენრიკესის ცლებში ეს გაეანგება სწარმოებდა იმ დროს, როდესაც სისხლი ფილტვებში მიმდინარეობდა. მარტო ეანგბადი არ ემაროდა ამ ნაწარმოებთა საბოლოოვით დასაწვავად: როგორც ეტყობა, ეს დაწვა მხოლოდ განსაზღვრული ენზიმების საშუალებითი სწარმოებდა. მართლაც შიტტენ ჰელმა (1905) და ზიბერმა (1908) გეჩვენეს ფილტვებში სხვა დასხვა ენზიმების არსებობა.

ბორი და ჰენრიკესი აგრეთვე შეისწავლიდენ ეანგბადის მოხმარებას და ნახშირის სიმეაფის განვითარებას ფილტვებში როდენობის მხრივ. მათი მიზანი მდგომარეობდა ფილტვის არტერიული და ვენური სისხლის გაზური შემადგენლობის და ფილტვებში მიმოქცეული სისხლის როდენობის განსაზღვრაში. ქვემოთ მოყვანილია შცდევნი ამ ცლებისა:

1. სისხლის გაზები:	ეანგბადი.	ნახშ. სიმეაფე
გაზთა შეკულ. არტ. სისხ.	22,8 ⁰ / ₀ .	25,6 ⁰ / ₀ .
გაზ. შეც. 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 კოლოგრამზე მოდის: 168 კ. ს. 148 კ. ს.

3. საერთო გაზთა გაცვლა საათში კილოგ. 343 „ 252 „
 გარჩევა (ფილტვის გამაეანგებელი პროცესები) საათში სხეულის კილოგრამზე 175 „ 104

მოყვანილი მაგალითი ცხადად გეჩვენებს, რომ საერთო გაზთა გაცვლა ფილტვების საშუალებით უფრო მეტია, ვიდრე ეს მარტო ქსოვილების საშუალებით სწარმოებს. მაშასადამე, სხეულში ეანგბადი უფრო მეტი იხარჯება, ვიდრე იგი ქსოვილში შედის დანახშირის სიმეაფეც უფრო მეტი გამოდის ფილტვებიდან, ვიდრე იგი გამოაქვს სისხლს ქსოვილებიდან. ეს ნიშნავს, რომ თვით ფილტვებში სწარმოებს ეანგბადის მოხმარება და ნახშირის ზიმეაფის განვითარება. ამ ცლებიდან, აღმოჩნდა, რომ საშუალოდ ერთი მესამედი გაზთა მთელი ვაცვლისა-ფილტვების გამაეანგებელ პროცესებზე მოდის.

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

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

7. გაზთა გაყვლა-გამიყვლა სისხლსა და ქოვილთა შორის.

სხეულის კაპილიარების საშვალეებით სისხლი ჟანგბადს იძლევა და ნახშირის სიმჟავეს მიძლებლობს. ეს ორივე გაზი გაივლის კაპილიარის კედლებს წინააღმდეგი მიმართულებით. არსაიდან არ სჩანს, რომ ძარღვთა ენდოტელი რამე მონაწილეობას ლებულობდეს ამ პროცესში. პირველად ყოველისა ქსოვილები სარგებლობენ იმ ჟანგბადით, რომელიც სისხლის პლაზმაშია გახსნილი.

ჩვენ ვნახეთ, რომ პლაზმაში გახსნილი ჟანგბადის რაოდენობა ძლიერ მკირვა, 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 ადვილდება იმით, რომ ვენტურ სისხლში ნახშირის სიმჟავის მომატებული წოლის წყალობით ოქსიჰემოგლობინის დისსოციაციური წოლა მალლად სდგას. ამის გამო მიუხედავად ჟანგბადის აბსოლუტური რაოდენობის შემცირებისა სისხლში, ჟანგბადის წოლა სისხლის პლაზმაში საკმარისად მაღალია; ჟანგბადის ქსოვილებში გადასვლის სისწრაფე ხომ სწორეთ პლაზმის ამ წოლაზე და მოკიდებული. სწორეთ ამით აიხსნება ის მოვლენა, რომ ვათხელებულ ჰაერში ყოფნა უფრო ადვილად იტანს ორგანიზმი, თუ ამ ჰაერს ნახშირის სიმჟავე შეურჩეს.

თვითუფილი ორგანოს მომატებული მოქმედებისას გაზთა გაცვლა-გამოცვლა ძლიერდება. ამას ხელს უწყობს გაძლიერებული სისხლის ღენა.

აწერილ სარეგულიაციო მექანიზმთა წყალობითი, რომელნიც შინაგან და გარეგან სუნთქვას განაგებენ, გაზთა გაცულა გამოცვლა ორგანიზმის ცვალეზად მოთხოვნილებას შეუფარდდება და დაიცევა ერთს დონეზე გარეგან პირობათა ცვლილებათზე დამოუკიდებლად. მაგრამ ამ სარეგულიაციო მექანიზმის მოქმედება სრულიად საკმარისია მხოლოდ მოთხოვნილებათა ცნობილ საზღვრებში. თუ მოთხოვნილებამ ამ საზღვრებს გადააჭარბა, მაშინ სარეგულიაციო მექანიზმი აღარ მოქმედობს. შესუნთქულ ჰაერში რომ ჟანგბადის წოლამ ძლიერ დაიწიოს—სულ ერთია ჰაერის გათხელების გამო თუ ჟანგბადის პროცენტული შემადგენლობის შეცვლილებით—, მაშინვე მანებელი მოშლილობა იწყება, რომელსაც შეუძლიან სიკვდილიც გამოიწვიოს (მთის ავადმყოფობა). ამ მოვლენის გამომწვევი ჟანგბადის პარციული წოლა თვითეული ინდივიდის მიმართ სხვადასხვანაირია. ზოგს ადამიანს მთის ავადმყოფობა ემართება 3000 მეტრის სიმაღლეზე (=530 მმ. ბარომეტრული წოლისას); მე-ე წილად კი—4000-5000 მეტრის სიმაღლეზე=400 მმ. წოლისას), და მხოლოდ იშვიათ 3. რს ეს 7000 მეტრის სიმაღლეზე მასდის. საზოგადოდ ავადმყოფობის მოვლენა მაშინ იწყება, როდესაც ჟანგბადის წოლა ფილტვის ალვეოლებში 50 mm. Hg-ზე ქვემოთ ეცემა.

ჟანგბადის პარციული წოლის ზომიერი აწვევა შესუნთქულ ჰაერში გაზთა გაცულა-გამოცულაზე 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 გამოარკვეულა აჩაა, რაში მდგომარეობს ეს თავისებური მომშხამველი მოქმედება როგორც ცხოველის, ისე მცენარეთა მიმართ.

ნახშირის სიმჟავის შეცულობა შესუნთქულ ჰაერში შეიძლება 5⁰/₁₀₀-მდე აიწიოს ისე, რომ გაზთა გაცულა-გამოცულაზე სრულიად არ იმოქმედოს. როდესაც ჰაერში ნახშირის სიმჟავის შეცულობა 10⁰/₁₀₀-ს უახლოვდება, ნახშირის სიმჟავის გამოყოფა სხეულიდან ძნელდება. ძუძუმწოვარი ცხოველები იხოცებიან, როდესაც ჰაერში ნახშირის სიმჟავის შეცულობა 30⁰/₁₀₀-ზე ცოტა მეტია. (პ. ბერი, 1878).

სუნთქვა რომ დაცულ სიურცეში სწარმოებდეს, რამდენიმე ხნის შემდეგ ცხოველი კვდება ან ჟანგბადის ნაკლებევაობისა გამო, ან ნახშირის სიმჟავით მოშხამვის წყალობით. პირველ შემთხვევას მაშინ აქვს ალაგი, თუ ატმოსფერული ჰაერი თავიდანვე ჩვეულებრივ წოლას განი-

ცდიდა. თუ კიდევ ეს სივრცე წმინდა ჟანგბადით იყო სავსე ან და შესქელებული ჰაერით ორ ატმოსფერაზე მეტად, მაშინ ნაშხირის სიმჟავით მოწამელა უკვე იმდროს ხდება, როდესაც ჟანგბადი საკმარისად მოიპოვება.

იყო ასეთი აზრიც გამოთქმული, რომ ფილტვების საშვალტვით გამოიყოფა მცირეოდენი შხამიანი გაზები (ბროუნ სეკარი), მაგრამ ეს აზრი შემდეგში არ გამართლდა.

დასკენისას გაჯახსენებ, რომ სწრაფი გადასვლისას მაღალი ატმოსფერულ წოლიდან დაბლისკენ სიცოცხლეს ხიუთი მოელის. მაღალ წოლისას პლანმასა და ქსოვილები გაზები ბლომადაა გახსნილი. სწრაფად წოლის დაწვეისას გახსნილი გაზები ხელახლად გაზურ მდგომარეობას იღებს. ამის წყალობით პატარა გაზის ბუშტები აღმოცენდება, რომლებიც სისხლის დენას ძარღვებში აბრკოლებს (ჰოპკინგ—ზეილერი და ბერი) და შეიძლება კიდევ ქსოვილთა გაგლეჯა გამოიწვიოს, მეტადრე ნერვული ქსოვილისა. ეს გაზები უმთავრესად აზოტისაგან შესდგება.

1. შინგანი ანუ ქსოვილის სუნთქვის დადასტურება. ორ ზედიზედ მიღებულ თითებს შორის რომ გავხედოთ, გამოჩნდება მზიარული წითელი ზოლები მათ საზღვარზე. ეს ზოლები რომ პატარა სპექტროსკოპით გაეშინჯოთ, დაინახებთ ოქსიჰემოგლობინის ორ აბსორბციულ (შთანთქქის) ზოლს, რაც სისხლით სიმდიდრეს უჩვენებს.

ამის შემდეგ რომ თითებს ძაფი მოუქიროთ და მით თითების გალურჯება გამოვიწვიოთ, მაშინ ხელახლად სპექტროსკოპით გაშინჯვა ერთს განიერს შთანთქქის ზოლს აღმოაჩნის, რომელიც აღდგენილ ჰემოგლობინს შეუფარდდება. ეს დაკვირება გვიბტყიეებს ქსოვილის მიერ მთელი ჟანგბადის მოხმარებას.

2. კუნთების მუშაობისას ბარაქიანი ნახშირის სიმჟავის გამოყოფის დადასტურება. 2—3 ბაყაყის უჯანა თითები—ტყავ გაძრობილი და სისხლიდან განთავისუფლებული—ჰერმეტიულად დახშულ შუშის ტურქელში წყლის წნულის საშუალებით მავთულზე დაჰკიდებენ. ამ შუშის ძირი და ვარულია ვერცხლის წყლით, ისე რომ თათები მას ეხებოდენ. ტურქელს აქვს მეორე მავთულიც, რომელიც ვერცხლის წყალს უერთდება. გარდა ამისა ტურქელში შედის ორი შუშის ლულა. ერთი მიმტანია და იგი თავდება ვერცხლის წყლის ფენაში, მეორე კიდევ გამტანია და თავისუფლად საცობის ქემოდან ბოლოვდება. ამ ლულებით გაატარებენ ჰაერს საბერველისა ან ასპირატორის შემწეობით. გამტან ლულას უერთებენ ერთს ვულფის ტურქელს, რომელშიაც ბარიტის ხსნილია (BaOH) მოქცეული, და მის საშუალებით ნახშირის სიმჟავეს აკავებენ. მიმტანი ლულა კიდევ შეერთებულია რამდენიმე ვულფის ტურქელთან, რომელთა დანიშნულებაა ჰაერიდან ნახშირის სიმჟავის შთანთქვა, რომ თათებიან ტურქელში სუფთა ჰაერი შევიდეს. ამ ტურქელთან მახლობელი ვულფის ტურქელი B_2O_3 OH-ს შეიცავს იმ მიზნით, რომ მუდამ შემოწმებული იყოს შენადენი ჰაერის ნახშირის სიმჟავიდან გაწმენდა.

ასპირატორიდან ჰაერს გააზარებენ მთელი სისტემით 3-10 წამის განმავლობაში: ბარიტის ხსნილი გაჰჩან ლულასთან შეერთებულ ვულფის ქურქელში იმღერევა ბარის ნახშირის სიმჟავესთან შეერთების გამო. ეს ნახშირის სამჟავე, ცხადია, თათების მიერ იყო გამოყოფილი, რადგან მიმჩან ლულასთან შეერთებული ვულფის შუშაში ბარიტის ხსნილი საესებით გამჟირავალია. მაშასადამე, თათების ქსოვილი მოსვენების დროსაც ნახშირის სიმჟავეს გამოყოფს.

ზემო აღნიშნული მათელებით რომ თათები ტექანური ნაკადით გავალიზიანოთ და მით თათების კუნთები ენერგიულად შევკუმშოთ, მაშინ ასპირატორიდან ჰაერის გატარებისას ბარიტის ხსნილი გაჰყვან ლულასთან შეერთებულ ქურქელში გაცილებით უფრო ჩქარა აიძღვრევა და უფრო მეტ ნაღების მოიკვება. ცხადია, ქსოვილებიდან ნახშირის სიმჟავის გამოყოფა შეუზაბინისას უფრო მეტია, ვიდრე მოსვენებისას.

ჩ. ორგანიზმის შეგუება სახუნთვლო ჰაერის ნაკლებეცანებასთან. შუბის ქურქელში, რომელიც ორი მოშლიფელი შუშის ფარფიტით ჰერმეტიკულადაა დახურული, ჩასვამენ ორ ბელურას საერთოდ პატარა ჩიტს. *) 1 — 1^{1/2} საათის განმავლობაში ჩიტების ქცევა ფრიად საყურადღებოთ იცვლება: ჯერ მოუწყენარი ხტომა და საქმლის ძებნა დრო და დრო მოუსვენრობაზე იცვლება: განხირებული და გარკვევებულა სუნთქვა — ჰოშინი, ფრთების აბუხა. მეორე საათის ბოლოში მდგომარეობა უფრო ცუდდება: ქურქლის კედლები წყლის ორთქლით იფარება; ჩიტები ნელად და ლასლასით მოძრაობენ, უფრო ძლიერ შოიბუზებიან, ხშირად სუნთქავენ და მასთან უსწორ-მასწოროთ.

ამ დროს იმავე კამერაში ახალი ჩიტი რომ შეუსვათ **) და მაშინვე დიხუროთ აღმოჩნდება: რომ ორივე კამერაში ნაყოფი ჩიტი ცოცხა გამოკეთდა სუფთა ჰაერის შესვლის გამო. ახალი ჩიტი კი პირიქით მაშინვე დიდს მოუსვენრობას იჩენს, ალტყინებულად ქოშინებს და სულ რამდენივე წამში კვდება.

შემდეგ ამ ცდისა რომ ცოცხელი ორი ჩიტი გამოიყიანოთ სუფთა ჰაერში, ისინი კიდევ კარგა ხანს ცუდ მდგომარეობას განიცდიან: თვალების დახუკვა, ლასლასით სიარული და აბუხვა. ისინი საესებით გამაზრუნდებიან მხოლოდ ორი საათის განმავლობაში.

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

*) თუმცა ქურქლის ნაპირები და სახურავი ფირფიტები მოშლიფულია, მაგრამ ზიანი სვექპრობითაა მონის წასაბ, რომ ჰაერმა ქურქელში არ იდინოს.

**) ორივე სახურავ ფირფიტას ნაჩრეტი აქვს. რომლებიც სხვადასხვა ალაგას მდებარეობს. ზემოთა ფირფიტაზე პატარა საფარის ქვეშ მოაქცევენ ჩიტს და შემოე ზემო ფირფიტას ისე დააყენებენ, რომ ჩურჩუტები ერთი მეორეზე და მოაყვენ და ამის საშუალებით ახალ ჩიტს კამერაში ჩაადგენენ. მაშინვე სწრაფად ჩურჩუტანების სხვადასხვა ალაგზე დაყენებით კამერას სულ ახლოდ ჰერმეტიკულად დახურავენ.

8. სასუნთქო მოძრაობის მექანიკური ელემენტი.

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 გამოიღვენება. ამ პროცესს ვენტილიაციას უწოდებენ ე. ი. ფილტვების განიავებას. თვითონ ფილტვების როლი ამ პროცესში სრულებით 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 სახსებით მექანიკურ პროცესს წარმოადგენს. ამიტომ შეიძლება შევეცვალოთ იგი გარეგანი მექანიკური ზედმოქმედებით, როგორც ეს ხელოვნური სუნთქვისას ხდება. ამ ხერხს მიმართვენ ხოლმე ცხოველების თუ ადამიანის გადასარჩენად, როდესაც მათ ბუნებრივი სუნთქვა უდგებათ. საეროდ ხელოვნური სუნთქვა ორი წესით სწარმოებს: ან საბერავის საშუალებით ჰაერს პირდაპირ ტრახეაში მიერეკებიან, ან და შესაფერი ხერხით გულმკერდის ღრუს პერიოდულად ხან ავიწროვებენ, ხან კი აგანიერებენ.

ფილტვების ვენტილიაციის პირობები. ფილტვი წარმოადგენს სხეულის შიგნით მოქცეულ ცარიელ სივრცეს, რომელშიაც ჰაერი შედის. ეს სივრცე რომ ერთ ფარტივ განიერ პირიან 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 ტოტებით სასუნთქო სასათან 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 მოსწყდეს მთავარ ბრონხებს. ამოკრილ ფილტვებში, მაგ. ხშირად, როდესაც ერთი ნაწილი იბერება, მისი დაწოლის გავლენით მეორე იხურება.

ამ პირობებში საჭიროა განსაკუთრებითი მიმართულება, რომ ფილტვები გულმკერდის ღრუს გაგანიერებას და შევიწროვებას მისდევდეს, რომ ყველა ალვეოლები თვითეულ სუნთქვისას ერთს დროს ივსებოდეს და ცარიელდებოდეს.

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



სურ. 59. ფილტვის ალვეოლის აგებულება (A, B, C...); თვითნულ ალვეოლაზე შემდგენელი ნაწილები გმობიბულო კლკე: ს—წვილი სისხლის კაპილარები; ფ—უფრო მომხმარებელი ძარღვები, მ—მოყვანილია ებიკული უჯრედები ბროთებით (1) და უმათოდ (2, 3); ე—ალვეოლა კაპილარებით რომელიც გადაკრულია ეპიტელიის ფენით; D—ეპიტელია; ე—ელასტური ძაფები. (Lau-
-hols).

ფილტვების ქსოვილი შესდგებაუ მთავრესად ელასტურ ძაფებისგან (სურ. 59.), რომლებიც ფილტვებს ისეთი გაჭიმვის უნარს ანიჭებს, რომ შიდა იგი გაებერთ კაუჩუკის ბუშტის მსგავსად ცხოველის სიკოცხლის დროს ეს ელასტური ძაფები გაჭიმულია. ამიტომ, როდესაც გულმკერდის ღრუ ვიწროვდება, ფილტი იკუმშება—ეს ფილტვების ელასტური შევიწროება წარმოადგენს ამოსუნთქვის დროს ფილტვების პირველ დამცარიელებელ მიზეზს. რადგან შეკრევა დამოკიდებულია ფილტვის ქსოვილის ელასტობაზე, ე. ი. ფილტვის რკითეულ ალვეოლაზე, ამიტომ ყველა ალვეოლები ცარიელებდა დაახლოვებით თანასწორად.

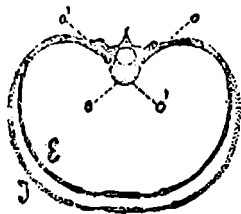
რადგან ფილტვების მოცულობა მნიშვნელოვნად ცვალებადობს სასუნთქო მოძრაობისას, და მით ფილტვების ზედაპირი და მათი ნაწილები მოძრაობს როგორც გულმკერდის მიმართ, ისე ერთიერთმანეთის მიმართ, ამიტომ ფილტვმა რომ საუკეთესოდ შეასრულოს თავისი დანიშნულება, იგი არ უნდა იყოს შეხორცებული გულმკერდის კედელთან; ამას გარდა გულმკერდის გავანიერებისას ფილტი უნდა ეისდევდეს გულმკერდის კედელს, თუმცა ელასტობისა გამო ფილტი მუდმივ შეკრევის განიცდის. ეს პირობები განხორციელებულია იმის წყალობით, რომ ფილტვსა და გულმკერდის კედლებს შუა, აგრეთვე ფილტვების ნაწილთა შუა ალაგები დაფენილია პლევრით და ავსებულია სით-

ხით: ამის გამო პლევრული სივრცე, რომელიც მხოლოდ ძლიერ ვიწრო მცირე ტევის სივრცეს წარმოადგენს, ამ მოცულობას უცვლელად ინახავს: ამი ზომი რადგან პლევრული ტოპაკა ყველა მხრიდან სრულიად დახურულია, ფილტვი იძულებულია სავსებით მისდამს გულმკერდის ღრუს მოძრაობას. სითხის არსებობა პლევრულ ტოპაკაში ფილტვის ზედაპირის მოძრაობას აადვილებს.

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

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

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

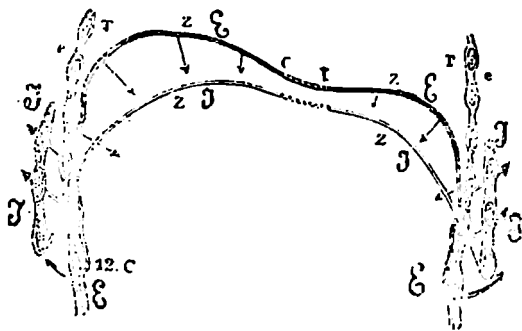


სურათი 60.

სურ. 60. გორიზონტალური პოიქცია გულმკერდის ღრუსი შემსუნთქვისას (J) და ამოსუნთქვისას (E). 00 და 010 ნეკნთა ტოლის ლეზი (Frey).

როდესაც ყაფაზის ტევა მატულობს დიაფრაგმის გაკიმვის გამო,

მომძრავი მუცლის შიგნეულობა ქვემოთ დაიწვეს და თავის წხრივ მუცლის კედელს აწვება. ამიტომ თვითეულ შესუნთქვას მუცლის წინა კედლის გამოწევა უკავშირდება.



სურათი 61.

გადანაცლებას. 12. C—მე-12 ნეკნის წვერი (Hassel).

სურ 61 დიაფრაგმის (Z, Z) და ნეკნთა განწყობილების სქემა შესუნთქვისას (J, J.) და ამოსუნთქვისას (E, E.). (ფრანგული სიპრატე). (t-centrum tendinum; ერთ კონტრული ისრები უჩვენებს დიაფრაგმის მიერ ალვის გადანაცლებას შესუნთქვის მდებარეობიდან ამოსუნთქვისკენ; ორ კონტრული ისრები კიდე-ნიკთა ალვის

დიაფრაგმის მოღუნება. მუცლის კუნთები ტონური გაქიმვის გამო განუწყვეტოვ შიგნეულობას აწვება; ეს წოლა მაშინვე, რა წამს დიაფრაგმა ღუნდება, ასწევს მას ზევით და მოსვენების მკვებარეობაში მოჰყავს. მუცლის კუნთები აქტიურად მუშაობენ დიაფრაგმის ასაწევად ნხოლოდ გაძლიერებული ამოსუნთქვის დროს.

მუცლის მუხრუჭი. ამნაირად 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 შემთხვევები, როდესაც ისინი, როგორც სინერგისტები, მუშაობენ. ასე ხდება ყველა იმ შემთხვევებში, 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 შუასაბედი თითქმის უმძაოა რჩება, ე. ი. გულმეკრდის ღრუს ოღნო-

მა არ მატულობს, მხოლოდ აწევბა მუცლის ღრუს შეცულობას. ამიტომ მუცლის პრესის მუშაობას არავითარი დამოკიდებულება სუნთქვასთან არა აქვს. მას აქვს ალაგი დეფეკაციის, მშობიარობის და პირის საქმეზის ღროს.

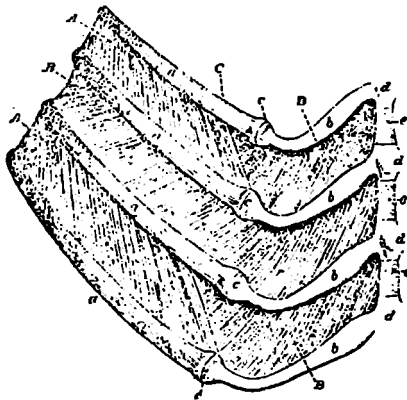
გულმკერდის ღრუს მოძრაობა. სასუნთქვო მოძრაობის ღროს პირველად ყოვლისა ნეკნების აწევა სწარმოებს. ამასთან ერთად გულმკერდის ღრუ განიერდება საგიტალურ და ფრონტალურ მიმართულებით. (სურ. 60).. გულმკერდის ძვლიანი კოლოფის მოძრაობა და მისი წარმოშობა საფიზიოლოგია მექანიკის საკმარისად არეულ პრობლემას წარმოადგენს.

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

ღრტილის სხვადასხვა მოძრაობა. რასაკვირველია, ნეკნები რომ მაგრად იყოს შეკავშირებული აგრეთვე გულმკერდის ძვალთან ისე, როგორც მალთან, მაშინ შეუძლებელი იქნებოდა მათი მოძრაობა. ნეკნების მოძრაობისადმი უნარი იმაზეა დამოკიდებული, რომ წინა ბოლოთი ისინი უერთებიან ადვილად მღრეკ 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 ყათაზის მოცულობა. ცხადია,

რომ ნეკნის ღრტილსა და გულმკერდის ძვალს შუა კუთხე ნეკნის მო-
ძრაობისას უნდა იზრდებოდეს იმავე ზომით, როგორც ნეკნის ძვალსა
და ნეკნის ღრტილს შორის მდებარე კუთხე. ამიტომ ნეკნების აწე-
ვისას გულმკერდის ძვალი თითქმის უმოძრაო ან და ყოველ შემთხვე-
ვაში ვადამეტებით მკირედ აიწევს, ვიდრე ნეკნთა ძვლების ბოლოები
(სურ. 62)

ნეკნთა შუა კუნთების მოქმედება. ნეკნები და ნეკნის ღრტილე-
ბი მოძრაობენ უმთავრესად ნეკნთა შუა კუნთების საშუალებით. ანა-
ტომები ამ კუნთებს ჰყოფენ შიგნითა და გარეთა ნეკ-
ნთაშუა კუნთებზედ. ხოლო ფიზიოლოგიური თვალთაზრისით მათი
გაყოფა სხვანაირად სწარმოებს. ზემოთ იყო ნახვენი, რომ შესუნთქვის
დროს ნეკნები აიწევიან ზემოთ და ნეკნთა და ღრტილებს შუა კუთხეე-
ბი ისპობა. ამ მოქმედებას გამოიწვევს გარეთა ნეკნთაშუა კუნთები
და შიგნითა ნეკნთაშუა კუნთების ის წილი, რომელიც ღრტილთა
შუა მდებარეობს და უნდა იწოდებოდეს როგორც ღრტილთაშუა კუნ-
თები. ამნაირად, შემსუნთქველ კუნთებს ეკუთვნის: *intercostales ex-*
terni და *intercartilaginei* (პირველი ჯგუფი); ამოსუნთქველ კუნთებს
კიდევ ეკუთვნის ის კუნთები, რომელნიც ნეკნებს ძირს დასწევენ, — სა-
ხელღობრ *intercostales interni* (მეორე ჯგუფი). (სურ. 62).

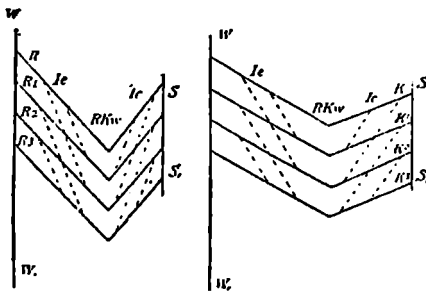


სურათი 62.

სურ. 62 ძვლის ოთხ ნეკნი და
ნეკნთა შუა კუნთები. II—ქლის ნეკნი,
ხ—ნეკნის ღრტილოვანი ნაწილი; ც—
შემართებული ნაწილი; დ—ღრტილ-
ვანზეაწილი გულმკერდის ძვლისა; ე—
მისი ძვალოვანი ნაწილი; A—გარეგანი
ნეკნთა შუა კუნთები; გ—გარე-
განი ნეკნთა შუა კუნთები; B—
კუნთები, რომ გამოჩნდნენ მის ქვე მდ-
ებარე შიგნითა კუნთები (Th. Huxley.)

ნეკნებს შუა კუნთების მოქმედების წესს ჩვეულებრივ განმარტავენ ხოლმე
ჰამბერგერის მიერ მოცემული ხეობური მოდელით. იგი გაუქეთესებელი ფორ

მით გამოხატულია მე-63 სურათზედ. ვერტიკალურ სექტზედ (ხერხემალი (WW) გამაგრებულია ორი მმოდრავი ჩხირი (RR): ისინი დახრილი არიან ქვემოთ და პარალელულ მდებარეობაში მათ იქეოს მაგარი შემაერთებელი თვალი, რომელიც მათ თავისუფალ ბოლოებს შუა მდებარეობს (ss); ამ ჩხირებს შუა ცერად გაკიმულია ძაფები, რომელთა მიმართულება *intercostales interni*-ს მიმართულებას შეუფარდდება (პუნქტირიანი ხაზები Ic). ქაფის შეკიპვისას ორავე ჩხირები ერთ ღროს აიწევა ზევით. როდესაც ძაფი გამჭულია *intercostales interni*-ს მიმართულებით. მაშინ ძაფის შეკიპვა ორავე ჩხირებს ძირს დასწევს. გეომეტრია გვიჩვენებს, რომ პარალელელოგრამის დეფორმაციის დროს, როდესაც ერთი დიაგონალი მოკლდება, მაშინ მეორე გრძელდება; ან უკუღმა, ერთი დიაგონალი რომ შევამოკლოთ, პარალელელოგრამი დეფორმაციის გ ნიციხის. შეიძლება სრული ანგარიში ვაუწყოთ იმას, თუ რატომ წარმოიშობა ის ძალა, რომელიც გარეთა კუნთების შეკუმშვისას დახრით დაკიდებულ პარალელელოგრამს ასწევს ზემოთ. სახელდობრ, ნათლად სჩანს, რომ თუკა კუნთის მოკვდების გამომხატველი ძაფა შემო ნეკს ქვემოთ დასწევს მაგრამ ეს მოძრაობა ძლიერ მცირეა, რადგან მამოდრავეული ძალის დაყრდნობის წერტილი ხერხემალთან ახლოს მდებარეობს. პირობით, ძაფი ქვემო ნეკზე ხე-ხემლიდან ვაკლებით უფრო მოშორებითაა მიმაგრებული, მაშ., იგი მოკვედება ბერკეტის უფრო გრძელ მხარეზე, ამიტომ მისი ამწევი მოკვედება დაწვევისას აკარბებს. მაგრამ, ორივე წვერების აწევა მხოლოდ იმ პირობებში შეიძლება, თუ ქვემო ნეკის აწევა შემაერთებელი თვალის საშუალებით ზემო ნეკზედაც ვადიტანება და ორივე ნეკნი ერთი ერთმანეთის პარალელურ მდებარეობიდან არ გამოდის.



სურათი 63.
 სურ. 63. გასტეგებული კამბენ-
 მერის სქემა. A-ამოსუნთქვის მდებარეობა, B-შესუნთქვის მდებარეობა, WW-ხერხემალი, Ic-intercostales externi, Ic-intercartilaginei, როდესაც intercostales externi შეიკუმშება ნეკები-R-R, ხეშობთ იწევა; თუ კიდევ იმეფროს intercartilaginei შეიკუმშება, როტოლები K-K-ის ქვემოთ დაიწევა; ამას შესალოებით ქუთხე RkW იბრძობა და გულმკერდი და მხოლოდ წინ გამოიწევა, ხეშობთ კი არ აიწევა.

ამ ჰამბერგერის თვალთახოისის წინააღმდეგ წამოყენებული იყო, ერთგვარი საბუთი ჯერ ჰმალერის და ბურვევის და შექდებ სხეების მიერ. უჩვენებდნ, რომ ნეკნები ერთი ერთმანეთში პარალელელოური არ რჩება, რომ ნეკნთა შუა კუნთებს შეუძლიანთ ნეკნების დაახლოვება, ხოლო ეს

შეკლება მართალი არაა, რადგან ყველა ნეკნთა შეერთება ერთი ერთმანეთთან, ღრტილებთან და გულმკერდთან ისეთნაირად არის, რომ ნეკნთა პარალელობა მართლაც მუდამ დაცული უნდა იყოს. ამაში შეიქმნება დავოწმუნდეთ ჰამბერგერის გაუკეთესებულ სქემაზე, როგორც ზე-დასურ. მოკეპული. ამ რამდენიმე ხნის წინ ცხოველებზედაც იყო გამოკვლეული ნეკნთა შუა კუთხების მოქმედება და ჰამბერგერის აზრი მთლიანად გამართლდა.

გულმკერდის ღრუს დანარჩენი სასუნთქვო კუნთები. ნეკნთა შუა 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 დიუ აწევენ, 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 გადდიან. ასეთია: rhomboides, trapezius, levator ang. uli scapulae, pectoralis minor და serratus anterior. მათგან ყველაზედ ძლიერ serratus ant. მოქმედობს, რომელიც ბექის უმოდრაობისას გულმკერდის ღრუს ენერგიულად აგანიერებს.

ბექის ფიქსაცია შეიძლება სწარმოებდეს ჯერ ერთი იმ კუნთების მიერ, რომლებიც მხრის სარტყელს ზემოდან ერთიან. მაგრამ მისი ფიქსაცია შეიძლება მოხდეს ხელების ზგარად დაყრდნობით. ამიტომ სუნთქვის ძლიერი გაძნელებისას ავადმყოფი სარტყელზედ ჯდება და ხელეებით მას ეყრდნობა: ეს მდებარეობა დამახასიათებელია გაძნელებულ სუნთქვისათვის და იწოდება orthopnoe-თ.

პრეინსპირაციული (სუნთქვის წინასწარი) მოძრაობა. ფილტვებში ჰაერის შეყვანის და გამოყვანის მიზნით სწარმოებს სხვანაირი სასუნთქვო მოძრაობაც, სახელდობრ, ცხვირის ფრთებში და სასაში. ადამიანს ცხვირის ნესტოების სასუნთქვო მოძრაობა მხოლოდ ძლიერისუნთქვისას მოსდის. ეს მოძრაობა იმაში მდგომარეობს, რომ შესუნთქვისას ნესტოებია ფართოვდება, ამოსუნთქვისას კილდე ნორმას უბრუნდება. სასაც შესუნთქვისას ფართოვდება, ამოსუნთქვისას კილდე ვიწროვდება ნორმულ. მდგომარეობამდე. ეს მოძრაობა ეტყობა ადამიანს მშვიდობიანი მდგომარეობის დროს. არის აგრეთვე ნიშნები იმისა, რომ თვით ტრახეა და ბრონხები, რომელთაც სადა მუსკულატურა აქვს, თვითვე ულ შესუნთქვისას განიერდება და მოკლდება.

სასუნთქვო მოძრაობათა განხილვა. ყველა აწერილი მოძრაობანი ფიზიოლოგიური თვალთაზრისით შეიძლება გაეყოთ 4 ჯგუფად:

A. 1 შესუნთქვა და 2 ამოსუნთქვა.

B. 3 მშვიდობიანი და 4 გაძლიერებული სუნთქვა.

1. მშვიდობიანი შესუნთქვის დროს მუშაობენ: დიაფრაგმა, *intercostales externi* და *intercostalagine*; სახის პრინსპირაციულ მოძრაობაში მონაწილეობს საბგერო ნაპრალის გამგანიერებლები, უმაჯრესად, *eri-coarytaenoides posticus*.

2. მიღებულია, რომ ამოსუნთქვა მშვიდობიანი სუნთქვის დროს სრულიად პასიურად 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 მირჯო ამოსუნთქვაში მონაწილე კუნთებს, არამედ საერთოდ ყველა ელასტურ ქსოვილებს. ყოველ შემთხვევაში ფილტვების ელასტური გაქიმულობა ამოსუნთქვას შეეღის. პირიქით, სადავოა ის საკითხი, თუ რამდენად მონაწილეობს ამოსუნთქვისას ნეკნების ელასტური უკანსელა თავის წინანდელ მდებარეობისაკენ. ამიტომ შეუძლებელია შევადაროთ შესუნთქვის და ამოსუნთქვის მდებარეობა ცოცხალი უხოველის გულმკერდის ღრუსი იმ მდებარეობასთან, რომელსაც იგი მაშინ იღებს, როდესაც ყოველნაირი კუნთების მოქმედება მოსპობილია. მართალია, ძლიერ ღრმა შესუნთქვისას გულმკერდის ღრუ ნორმულ მოცულობას ბევრად აქარბებს, ამიტომ კდილობს 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 ნეკნთაშუა კუნთების გაქიმულობას ელასტურ გაქიმულობად მივიღებთ.

3. გაძლიერებულ შესუნთქვისას ყველა ზემო ჩამოთვლილი დამხმარებელი კუნთები შეეღის გულმკერდის ღრუსი და სასუნთქვო გზების გაგანიერებას.

4. გაძლიერებული ამოსუნთქვისას მუცლის კუნთების (*rectus abdominis*, *obliquus ext.*, *intern.* და *transversus*) ენერგიული შეკუმშვის წყალობით დიაფრაგმა ზემოთ აიწევის; ამავე დროს გულმკერდის ღრუ ვიწროვდება ყველა იმ კუნთების საშუალებით, რომელთაც შეუძლიან

ამაში მიეშველონ. ამ კუნთებს ეკუთვნის უპირველესად *intercostales interni*, მერე *triangularis sterni*, *serratus inf.*, *quadratus lumborum*, *muscoscostalis* და *latissimus dorsi*.

9. სუნთქვის მოძრაობის დროს წოლის განაწილება.

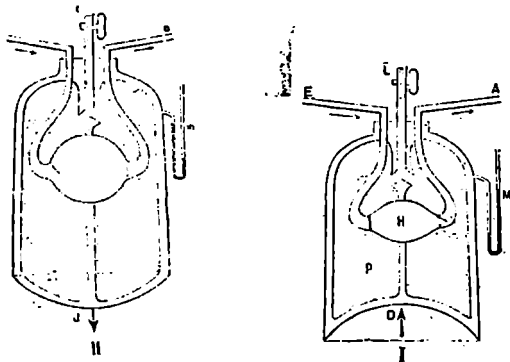
უარყოფითი წოლა პლევრულ სივრცეში. დაუზიანებელ სხეულში ფილტვი განიციდის მნიშვნელოვან შექიშვას. ფილტვი ამოღებული მისი ბუნებრივი ბუდედან იკუმშება და გაცილებით ნაკლებ მოცულობას იღებს, ვიდრე გულმკერდის ღრუში. ეს იმას ნიშნავს, რომ ბუნებრივ მდგომარეობაში ფილტვი იტაცებს პლევრის შიგნითა ფურცელს, და რადგან პლევრული ტოპრაკი ყოველ მხრიდან დახუშულია და თავისი გარეთა ფურცლით გულმკერდის კედელს შეუხორცდება, ამიტომ ეს შიტაცება გულმკერდის ღრუს კედლებზედაც მოქმედობს. ეს კედლები, ე. ი. დიაფრაგმის და გულმკერდის კოლოფი, განიციდის მუდმივ ლტოლვილებას შიგნით, ვიდრე კედლების ელასტური გაჭიმულობა არ გაუთანასწორდება ფილტვების შიტაცებას. ამნაირად პლევრის შიგნითა ფურცელზე მოქმედობს ფილტვების ელასტური შექიშვა, გარეთა ფურცელზე კიდე—გულმკერდის კედლების ელასტური გაჭიმვა, და ეს ორი საწინააღმდეგო ძალა ცდილობს პლევრული ნაპრალი გააგანიეროს. ეს ძალები რომ ატმოსფერულ წოლას აღემატებოდეს, ისინი გასჭიმავდნ პლევრის ფურცლებს, როგორც მაგდებურგის ნახევარ-სფეროები და პლევრაში უჭაერო სივრცე აღმოცენდებოდა. დანამდვილებით კი ამისათვის ეს ძალები სულაც საკმარისი არაა. ისინი მხოლოდ წილობრივ მინც აბათილებენ ჰაერის წოლის პლევრაზე მოქმედებას, სახელდობრ იმდენად, რამდენადაც ეს ძალები საერთოდ პლევრის ღრუს კედლებზე მიშტაცებელ მოქმედებას აწარმოებენ. 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 წარპოიშობა: როდესაც სასუნთქვო ორგანოები სრულ მოსვენებაში არიან, როგორც მაგალითად ეს გვიჩვენა, მაშინ სხეულის გარეშე არსებული წოლა ღია სასუნთქვო გზების საშუალებით უთანასწორდება ფილტვის შიგნითა წოლას. ფილტვი საზღვრავს პლევრის შიგნითა ფურცელს და თავისი ელასტური შექიშვით მას იტაცებს. მაშასადამე, პლევრის შიგნი-

თა ნაწილზე მოქმედობს ერთი ატმოსფერული წოლა მინუს ფილტვის ქსოვილის ელასტური შექიმვა. გარეთა პლევრის ფურცელი გამაგრებულია გულმკერდის კალოფის კედლებზედ, რომელზედაც გარედან ერთი ატმოსფერული წოლა მოქმედობს. ამიტომ გარეგანი გულმკერდის კედელი შიგნით შეიწვევა ფილტვის ელასტური შემქიმველი ძალის რაოდენობით და მასთან ვიდრე თვითონ გულმკერდის ელასტური გაქიმვა არ შეუთანასწორდება ფილტვის შექიმვას. როდესაც ეს მოხდება, მაშინ ორივე პლევრულ ზედაპირზე ერთნაირი წოლა მყარდება. რომელიც უდრის ატმოსფერულ წოლას მინუს ფილტვების ელასტური შექიმვა. ამის შესაფერად პლევრაში მუდამ ატმოსფერაზე ნაკლები წოლა არსებობს, ეგ. წოდ. უარყოფითი წოლა.

რომ მართლაც საქმე ასე სწარმოებს, ადვილად შეიძლება გავხედ დანდსტურდეს, თუ რომ მას პლევრა გაუხსნეს. ამასთან პლევრულ სპოპრაში წოლა ატმოსფერულს უთანასწორდება და ფილტვები თავისი მდრეკავი ქსოვილის ელასტური შექიმვლობის გამო შესწევს შიგნით პლევრის შიგნითა ფურცელს. პლევრულ ღრუს ნახევრეტიში რომ ჰერმეტიულად მანომეტრი შევიყვანოთ, შეიძლება პირდაპირ გაიზომოს იმ წოლათა განსხვავება, რომელიც ფილტვის ელასტური შექიმვლობის მიერ იწვევა.

ცხადია, რომ ფილტვის გაგანიერებისას მისი ელასტური შექიმვლობა მატულობს, ე. ი. გულის ყაფაზის გაგანიერებისას პლევრული წოლა უფრო დაბალია, ვიდრე გულის ყაფაზის შევიწროვებისას. მართლაც, გულმკერდის გაგანიერებისას პლევრული წოლა ერთს ატმოსფერაზე ფეოცხლის წყლის 30 მმ. მითმცირება, მის შევიწროვებისას კიდე მხოლოდ 6 მმ. ით (სურ. 64).



სურათი 64.

სურ. 64. სქემა გულმკერდის შიგნითა წოლის და მის გულზე გავლენის სა-

ჩვენებლად შესუნთქვის (II) და ამოსუნთქვის (I) დროს. H, h — გული სარქველებით (კაუჩუკის ბუშტო); E, e — ენური სისხლის გზა; A, a — არტერიული სისხლის გზა; M, m — გულმკერდის შიგნითა წოლის მჩვენებელი წოლა; P, p — ფილტვი; D, d — დიაფრაგმა (კაუჩუკის სიფრიფანა). II — შესუნთქვა; ფილტვი გაგანიერებულია, ამიტომ გარედან ჰაერი L — ტრახეით შედის; მანომეტრი უჩვენებს უარყოფით წოლას; გულიც განიერდება და შეისრუტავს სისხლს E — დან. I — ამოსუნთქვა; ყველა ოდნობა წინაუქულმა იცლება.

პლევრული წოლა და სასუნთქვო მოძრაობანი. ყველა ზეო აღნიშნული ეხება წოლის განაწილებას სუნთქვის შეყენებისას ღია სასუნთქვო გზების დროს. თვითონ სუნთქვის დროს სულ სხვა პირობები არსებობს, რადგან ჰაერის წოლის გათანაწორება გულმკერდის ღრუს გარედან და შიგნიდან ისე სწრაფად არ სწარმოებს, როგორც გულმკერდის ღრუს ტუვის ცვლილება მიდის. მაშ., როდესაც გულის ყფაზი მაქსიმუმამდის განიერდება, მაშინ სასუნთქვო გზების ღიად ყოფნისასაც ფილტვებში გათხელებული ჰაერი მყარდება; ამიტომ დროებით პლევრის შიგნითა ფუტელებზე არ მოქმედობს მთელი ატმოსფერული წოლა მიწის ფილტვების ელასტიკა შეკუმშვა; მაშინ მოქმედობს მხოლოდ გათხელებული ჰაერის წოლა მიწის ფილტვების ქსოვილის ელასტიკი შეკუმშვა. ეს უფრო მეტის ხარისხით ხდება როდესაც გულმკერდის ღრუს გაგანიერება დახუშულისას სუნთქვო 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 უფროდება პლევრული ტოპრაციის და გარეთა ატმოსფერის წოლათა განსხვავებას.

პირიქით, გულმკერდის უცაბედი შევიწროებისას ფილტვების ჰაერი ვერ ასწრობს სასუნთქვო გზების საშუალებით გამოსვლას და რამდენიმე ხანს ფილტვების ღრუში გასქელებული ჰაერი იმყოფება. ეს შესქელებული ჰაერის წოლა შეიძლება არამც თუ გაუთანასწორდეს ფილტვის ქსოვილის შეკუმშვას, ზოგჯერ კიდევაც რამდენჯერმე აღემატება ამ უკანასკნელს. ამ შემთხვევაში პლევრული სივრცის წოლა ატმოსფერულ წოლას მნიშვნელოვნად აქარბებს.

იგივე ნაკლები ზომით ეხება გულის ყფაზის ზომიერ და თანდათანობით გაგანიერებას და შევიწროებას. ჩვეულებრივი მშვიდობიანი სუნთქვის დროს პლევრული წოლა ისე მკვეთრად არა ცვალებადობს, როგორც ამასწინ მოყვანილ შემთხვევაში. მაგრამ აქაც წოლის რბევა

ისეთნაირად სწარმოებს, რომ შესუნთქვისას პლევრული წოლა მკობრდება, ამოსუნთქვისას იზრდება.

პლევრულ ღრუში წოლის განაწილების მნიშვნელობა. პლევრაში დაბალი წოლის არსებობას ორნაირი მნიშვნელობა აქვს. ჯერ ერთი, პლევრის ღრუ რომ გაიხსნას, მაგ., ჩხელეტისას ან და დაჩირქებისას, სულ ერთია საით ექნება პირი გარეთ თუ ბრონხის საშუალებით ფილტვის ღრუსკენ, პლევრულ სივრცეში ჰაერი შედის და ფილტვები ჩაიფუშება. ამ მდგომარეობას pneumothorax-ს უწოდებენ. შემდეგ, ყველა ზემო აღნიშნული ეხება არამც თუ პლევრას, აგრეთვე გულმკერდის ღრუს ყველა ორგანოებს: გულს, მსხვილი სისხლის ძარღვებს; ფილტვების ელასტიური შექიმულობის გამო ამ ორგანოებზე აგრეთვე მოქმედებს ატმოსფერაზე 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 ახელდება, რის გამო გარეთი ჰაერი ატმოსფერული წოლის ზეგავლენით, ფილტვებში მიისწრაფვის. პირიქითი ჰაერის გამოდენა გულმკერდის შევიწროვებისას 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.

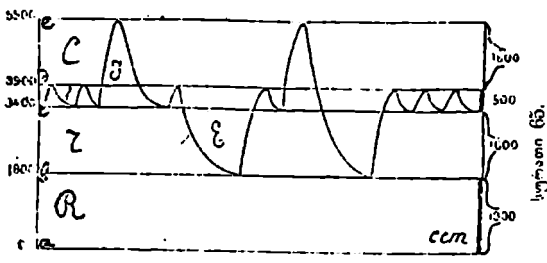
ჩვეულებრივ პირობებში სასუნთქვო გზების ყველაზე უფრო შევიწროვებულ ალავს მბგერავი ნაპრალი წარმოადგენს, ამიტომაც ამ გზებში იგი იძლევა ყველაზე მეტს დაბრკოლებას ჰაერის დენისათვის. ცხოველის ტრახეა რომ შეუერთოთ მანომეტრს მბგერავი ნაპრალის ქვემოთ, მაშინ ნორმულ სუნთქვისას წოლათა განსხვავება ვერცხლის წყლის 6 mm-ს უდრის. ეს ნიშნავს, რომ ამოსუნთქვისას ფილტვის ჰაერი გარეთ გამოირეკება 3 mm. წოლით, შესუნთქვისას კიდევ იგი შეისუნთქება აგრეთვე 3 mm. წოლით. სასუნთქვო სასაში ფისტულიან ადამიანზე ორჯერ მეტი ციფრები იყო მიღებული.

10. ფილტვების ვენტილიაციაში მონაწილე ჰაერის რაოდენობა.

სუნთქვის მოცულობა. შესუნთქული ჰაერის რაოდენობა გამოიხატება კუბიკური მეტრებით ან სანტიმეტრებით თითო წაშვ. ეს სუნთქვის მოცულობა საუკეთესოდ შეიძლება განისაზღვროს, თუ გამოსაცდელი სუბიექტი საგაზო საათით ისუნთქავს. ამისთვის ხმარობენ გატრტილ ლულას, რომლის ერთი ტოტი შესაფერისი მუშტუკით თავდება, პეორეში გაკეთებულია შესუნთქვის სარქველი, მესამეში კიდე—ამოსუნთქვის სარქველი და საგაზო საათი. მთელი ამოსუნთქული ჰაერი სარქველის საშუალებით საგაზო საათით გაივლის, რომელიც მის მოცულობას აღნიშნავს (ზოგჯერ საჭიროა 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 ზოზრდილ ადამიანს თითო სუნთქვის მოცულობა მოსვენებისას 500 კურ. სანტ. უდრის. იგი ირხევა 280-ს და 800 კურ. სანტ. შუა, ხოლო მუშაობისას იგი შეიძლება ექვსჯერაც გადიდდეს. (სურ. 63).

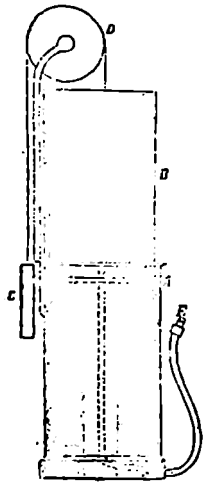
სათადარიგო ჰაერი. როდესაც სუნთქვა მშვილობიანია და მისი მოცულობა ნახევარ ლიტრს უდრის, მაშინ სასუნთქო მოძრაობა ფილტვის ჰაერს სავსებით არ მოიხმარს. ამიტომ ჩვეულებრივი ამოსუნთქვისას ფილტვებში კიდე რჩება რამოდენიმე ჰაერი, რომელიც შეიძლება გაიდევნოს მხოლოდ ამომსუნთქველი კუნთების გაძლიერებული შეკუმშვით. ამ 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 ამოვისუნთქავთ ჩვეულებრივ და მერე საგაზო საათის საშუალებით ან გრადუსიან გაზომეტრში (სპირომეტრში სურ. 66) ფილტვებიდან ჰაერს გამოვდევნით ამომსუნთქველი კუნთების უძლიერესი შეკუმშვით. ასეთი ცდები უჩვენებენ, რომ სათადარიგო ჰაერი 1500 კ. ს. უდრის.



სურ. 65. ყველანაირი ხაფილტვო ჰაერის მოცულობის დიაგრამა. იკითხება მარცხნიდან მარჯვნივ. ხაზი z (ი) უჩვენებს ფილტვების სრულ ატელექტაზს (უჰაეოზას); ჰაერით გაყვების სრულდებამდე თუე პიდის; ციფრები აღნიშნავენ კვბ. სანტი; R — „ნაოჩენი“ ჰაერი

P.—სათადარიგო; i=cl—მშვიდობიანი სუნთქვის მოცულობა (500); C—de—დამატებითი ჰაერი, ორი მშვიდობიანი სუნთქვის (i) შემდეგ სუბიექტი ღრმად შეისუნთქავს (I); მერე ერთხელ მშვიდობიანად ისუნთქავს და შემდეგ ღრმად ამოისუნთქავს (E); კიდევ ისუნთქავს მშვიდობიანად და ხელახლა მძლავრად შეისუნთქავს და მას მიყოლებით ღრმადვე ამოისუნთქავს (e და h-ს შორის ექსკურსია სასიცოცხლო ტევას უღრის). (Arthur-ის მიხედვით).

დამატებითი ჰაერი. ჩვეულებრივი შესუნთქვის შემდეგ შეიძლება



სურათი 66.

სურ. 66. სპირომეტრი ჰუჩინსონისა (Hutchins. H.)-ს უფრო მსუბილი ჰაერი ხ-სა ფარს ზემოთ ასწევს. ციფრით ამ საფარის შემთავსწორებისათვის ჰკიდია.

შესუნთქვის შემდეგ შეიძლება შევისუნთქოთ ჰაერის კიდევ მნიშვნელოვანი რაოდენობა იმ საშუალო მოცულობის ზევით, რომელსაც ფილტვები შიდავს. ეს ჰაერი, იწოდება დამატებითად. იგი ყველაზე ადვილად შეიძლება გაიზომოს, თუ ჩვეულებრივი შესუნთქვის შემდეგ შევისრუტებთ საგაზო საათით ან გრადუსიანი მიმღებლიდან იმდენი ჰაერი, რამდენიც საზოგადოთ შეიძლება. დამატებითი ჰაერიც დახლოვებით 1500 კ. ს. უღრის.

სასიცოცხლო ტევა. ის

მოცულობა, რომელიც ენერგული ამოსუნთქვით ფილტვიდან გამოდის და შეეცავს სათადარიგო ჰაერს, ჩვეულებრივს და დამატებითს, იწოდება ფილტვების საციცოცხლო ტევად. ეს წოდება აღნიშნავს, რომ საციცოცხლო ტევა შეიძლება

ჩიბუვალოს სასუნთქეო აპარატის სამუშაო უნარის ზომად.

საციკოცხლო ტყვის განსაზღვრა გულშეკრდის ღრუს გაზომასთან ერთად შეძლებას იძლევა მსჯელობა ვიჭონიით იმაზე, აღებული ფილტვები მთელი თავის შემადგენლობით მოქმედობს, თუ მხოლოდ წილობრივ ფილტვის ნაწილთა დაავადებულობის გამო.

სენომო-ყვანილ ციფრებიდან სჩანს, რომ საციკოცხლო ტყვა ნორმულად აღამიანებზე 3500 კ. ს. უღრის. თუ აღამიანი დიდი ტანადობისაა ან განვითარებული გულშეკრდი და სალი ფილტვები აქვს, საციკოცხლო ტყვა, რასაკვირველია; მეტი უნდა იყოს.

ამიტომ ერთჯერადი დასკვნის გამოსაყენად საციკოცხლო ტყვიდან ფილტვის სისადის შესახებ უნდა ვისარკებოდომ ცხრილებით, რომელიც ფილტვის საციკოცხლო ტყვის შესახებ იფრებს შეიცავს სხვადასხვა ტანადობის, სხეულის წონის და გულშეკრდის მოცულობის მიხედვით. იყო ნაპოვნი, რომ პროდესია ამაზე გავლენას ახდენს; ზოგიერთი ხელობის პატრონთ საციკოცხლო ტყვა ნორმალზე მეტი აქვს, ზოგს ნაკლები. ფიზიკური მუშაობა აღიდებს საციკოცხლო ტყვას, მეჯღომიარე ცხოვება ოთახში კი მას ამცირებს.

ნარჩენი ჰაერის და საფილტვო ჰაერის სერთო მოცულობა. უძლიერესი ამოსუნთქვის შემდეგაც ფილტვში ჰაერი მაინც ოჩება. ამ ჰაერა 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 უღრის 500—1500 კ. ს.; უფრო მისაღებია მაღალი ციფრები (იხ. სურ. 65).

აქნაირაღ, ფილტვის მთელი ჰაერი ძლიერი შესუნთქვის შემდეგ გაიყოფა შემდეგ ნაწილებად:

1. ნარჩენი ჰაერი	1500	
2. სათადაზიგო ჰაერი	1500	საციკოცხლო ტყვა 3500 კ. ს.
3. სასუნთქეო ჰაერი	500	
4. დამატებითი ჰაერი	1500	

ნარჩენი ჰაერი კიდევ შეიძლება ორად გაიყოს: ერთი წილა გამოიყოფა ფილტვებიდან პლეურის გუნისას (ჩაფრუვის ჰაერი, Collaps-luft); მეორე ნაწილი რჩება ჩაფრულ ფილტვებში (მინიმური ჰაერი, ჰერმანი). თუ ფილტვი ჰაერს სრულიად არ შეიცავს, მაშინ იგი ატელექტაზურად იწოდება.

ნარჩენი ჰაერის მოცულობა შეიძლება გაიზომოს, თუ მხედველობაში მიიღებთ საციკოცხლო ტყვას. როდესაც უკანასკნელი ცნობილია, მაშინ საკ-

მარისია განისაზღვროს ფილტვის საერთო მოცულობა უძლიერესი შესუნთქვისა და მერე აქედან გამოეკლოს საციცხლო ტევა. ფილტვში არსებული ჰაერის მთელი მოცულობა ასე შეიძლება გამოანგარიშდეს. საკდელი პირი ლულის საშუალებით შეისუნთქვას და ამოისუნთქვას ცნობილი ტევის ქურქელში, რომელიც ინდიფერენტულ გაზს შეიცავს, მაგ., წყალბადს (დე ე ი). ამ გაზის ჰაერის ნარევის, რომელსაც ქურქელში მივიღებთ, ანალიზს უშკრებიან და მით გამოარკვევენ ქურქელის და ფილტვების მოცულობის ურთიერთობას. მხოლოდ ეს წესი არ არის უსაცილო, ვინაიდან წყალბადი ფილტვებში ინთქება და ავრთვე სხვა ტენიკური მოსაზრებითაც.

ამგვარივე მეთოდი წამოყენებული იყო უახლეს დროში დ უ რ ი ვ ა ს მიერ. იგი შეასუნთქებდა გამოსაცდელ პირს განსაზღვრული მოცულობის წმინდა ეანგბადს. ნარჩენი ჰაერის აზოტი ერეოდა ეანგბადს. რადგან აზოტის პროცენტული რაოდენობა ნარჩენ ჰაერში ისეთივე უნდა იყოს, როგორც ამოსუნთქულ ჰაერში, ცხადია, საქმარისია ცდის ბოლოში ანალიზი უყონ ამოსუნთქულ ჰაერს, რომ გამოარკვევს თუ რამდენი ნარჩენი ჰაერი შეერია ეანგბადის განსაზღვრულ მოცულობას, სხვანაირად, თუ რამდენია ნარჩენი ჰაერის მოცულობა.

11. სასუნთქო მოძრაობის ინტენსივობა.

პნევმომეტრია. ის ძალა, რომლითაც სასუნთქო კუნთები გულმკერდის ღრუს შეავიწროებენ და აგანიერებენ, გამოიხატება იმ წოლით, რომელსაც გულმკერდის კედლები გარეთევენ და შიგნითევენ მიმართულებით აწარმოებენ. ღია სასუნთქო გზებისას ეს წოლა მაშინვე უთანასწორდება ატმოსფერულს, რადგან ჰაერი თავისუფლად შედის და გადის ფილტვიდან. თუ კიდევ სასუნთქო გზები დაკულია ვერცხლის წყლით სავსე U-სხავისი ლულით, მაშინ ფილტვის წოლის ვაზომვა გამოიხატება ლულის ღია მუხლში ვერცხლის წყლის დონის აწევდაწვეით. ამ დონის რხევის ოდნობა გვიჩვენებს სასუნთქო მოძრაობის ინტენსივობის ცვლილებას. აღწერილი ხელსაწყო წარმოადგენს უბრალო ნანომეტრს 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 პერის შესრუტვით ეწარმოვა. ეს მოძრაობა შეიძლება უფრო ძლიერი აღმოჩენილიყო, ვიდრე სასუნთქო მოძრაობანი. თუ ცდა დიდის სიფრთხი-

ლით. სწარმოებდა, მაშინ ძლიერი შესუნთქვის დროს ჰნევომეტრის მა-
ნომეტრში ვერცხლის წყლის სვეტი 100 mm. დაიწევს; თუ კიდე სუ-
ბიექტი მძლავრად ამოისუნთქავს, ეს სვეტი აიწევს 150 mm.-მდე.

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ აღნიშნულ წოლათა განსხვა-
ვება ამძიძებს მთელ იმ ზედაპირს, რომელიც მოძრაობაში მოდის სუნ-
თქვის დროს და რომლის ზედაპირი ყოველ შემთხვევაში 700 კვ. სტ.
ნაკლები არაა, შეიძლება გამოვიანგარიშოთ შემსუნთქველი კუნთების
ძალა; იგი უნდა იქოს $700 \times 10 \times 14$ გრ. = 98 კილოგრ.; ამომსუნთ-
ქველი კუნთებისა კიდე $700 \times 15 \times 14$ გრ. = 847 კილოგრამი.

ამის მიხედვით სასუნთქო კუნთების ჩვეულებრივი მუშაობა არ შეი-
ძლება მცირედ ჩაითვალოს, თუმცა აქ წოლათა განსხვავება მნიშვნელო-
ვნად ნაკლებია. ამასთან მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ წოლის
გარდა სხვა დაბრკოლებაც უნდა გადილახოს, მაგ., გულმკერდის ღრუს
ელასტური ძალები.

დღიური ჟანგბადის მოხმარების მიხედვით როგორც მშვიდობიანი,
ისე გაძლიერებული სუნთქვისას ცუნცმა გამოიანგარიშა სუნთქვის
კუნთებისთვის ჩვეულებრივ პირობებში ყოველდღიური მუშაობა; იგი
უდრიდა 25000 კილოგრამმეტრს.

12. სასუნთქაი მოძრაობის სხვა და სხვა ფორმები,

სუნთქვის ტიპის ნებითი ცვლილება. სუნთქვის მოძრაობათა ფო-
რმა დამოკიდებულია ინერვაციაზე, რომელიც საზოგადოთ უცნობიე-
რებოთ სწარმოებს. ხოლო ცნობილია, რომ სუნთქვა შეიძლება ჩვენი
ნებით შევაცუნოთ, აგრეთვე ჩვენის ნებით მისი ტიპი შევცვალოთ. შეი-
ძლება, მაგ. გავაფუქსაციოთ გულმკერდის კოლოფი და ვისუნთქოთ
მხოლოდ დიაფრაგმის საშუალებით, აგრეთვე წინაუკულმა. სასუნთქაი
მოძრაობის ასეთ ნებით ცვლილებას უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს ინ-
ერვაციისთვის, ვიდრე სუნთქვის მექანიკისათვის.

სქესური განსხვავება. სუნთქვის მექანიკა დედაკაცებისა და მამა-
კაცებისა ერთნაირი არაა. დედაკაცების სუნთქვაში ნეკნური სუნთქვა
უფრო დიდს როლს სთამაშობს, ვიდრე მამაკაცებისაში. გულმკერდის
ძვალი დედაკაცებს შედარებით დაბალი ზე მოკლე აქვთ, ვიდრე მამა-
კაცებს; ამით აიხსნება გულმკერდის აგებულებაში განსხვავება და ამას-
ვე უნდა უკავშირდებოდეს ორივე სქესის განსხვავება სასუნთქაი მოძ-
რაობის მიმართ. ყოველ შემთხვევაში დედაკაცებზე მშვიდობიანი სუნ-

თქვისას გულმკერდის ზემო ნაწილი შესამჩნევად აიწვავდა და იწვავს. მანაკაცებს კი გულმკერდის მოძრაობა მხოლოდ გაძლიერებული სუნთქვისას ეტყობა. ამის შესაფერად მამაკაცებს დიაფრაგმა უფრო ძლიერი აქვს, ვიდრე დედაკაცებს, (სურ. 67)



სურათი 67.

სურ. 67. A — წინა და დიაფრაგმა სუნთქვა. B — წინა და გულმკერდული სუნთქვა. C — ტანის კოფილი მკვლევარის დროს. D, E — ტანის კოფილი ამოსუნთქვის დროს. (Hassal).

სუნთქვა და ფონაცია. როდესაც ამოსუნთქული ჰაერის დენით საოკებლობენ იმისათვის, რომ მიიღონ მაღალი ტონი, მაშინ სუნთქვა დიაფრაგმულია, დაბალი ტონის მღერისას კიდე იგი პირობით გულმკერდულია.

სუნთქვის მოძრაობათა განსაკუთრებული ფორმები. ასეთ განსაკუთრებულ ფორმას წარმოადგენს ხმის ამოღება, ხველება, ცემინება, მთქნარება, ტირილი, ოხერა.

ხველება წარმოადგენს რეულექსურ მოძრაობას, რომლის მიზანია სასუნთქავი გზების გაწმენდა გამაღიზიანებელ ნივთიერებათაგან; ხველება შემდეგში მდგომარეობს: მბგერავი ნაპრალი იკუჭება და მაშინვე ამას მიჰყვება ძლიერი ამომსუნთქველი მოძრაობა, რომლის წყალობით ფილტვებში საერი შეიკუმშება. შერე, მბგერავი ნაპრალი იღება და შექუქული ჰაერი ძლიერი ძვერით ვარეთ გამოირეკება. ცხვირის ცემინება ამ გვარზე პროცესს წარმოადგენს. ამ შემთხვევაში ჰაერის მეტი წილი პირით გამოდის, როგორც დახველების დროს (ნაგელ ი). მთქნარებისას სასუნთქავი ორგანოები ღრმა შესუნთქვას განიცდის; ხოლო ამისთან მეტად რთულ შინაგან პროცესებს აქვს ალაგი, რადგან შეიძლება მთქნარება ჩვენი ნებას უფრო შევაცუნოთ; თვითონ მთქნარების მიზეზი კი უცვლელად რჩება. ოხერა წარმოადგენს ღრმა შესუნთქვას შევიწროებული მბგერავი ნაპრალით; ტირილის დროს ღრმა შესუნთქველი მოძრაობა ჯერ დახურული

შეგერაჲი ნაპრაღის საშუალებით სწარმოებს, მერე გაგანიერებული ნაპრაღით. ზოგიერთჯერ კუნთების გაძლიერებული მოქმედებისას გულმკერდის სოლოფი სასუნთქაჲი კუნთების მიერ მაგრდება უმოძრაო მდგომარეობისას. სასუნთქაჲი გზები იხუდება, ამომსუნთქველი მუსკულატურა აწვეფილტვებში მოქცეულ ჰაერს. დეფეკაციის დროს და მშობიარობისამომსუნთქველი კუნთები აგრეთვე მოქმედობს ფილტვების ჰაერზე, დიაფრაგმის წოლა მუცლის ორგანოებზე მატულობს.

13. სასუნთქაჲი ინნერვაციის დახასიათება.

სუნთქვის მრუდე. სასუნთქაჲი მოძრაობის ინერვაცია ჩვეულებსრულიად თანასწორი რითმით მიმდინარეობს: შესუნთქვას მუდამაგრესუნთქვა მისდევს და წინაუკლმად.

ამაში შეიძლება დავრწმუნდეთ როგორც უბრალო დაკვირვებით, ისე მოძრაობათა მიოგრაფიული დაწერით. უკანასკნელი ბევრნაირი წესით სწარმოებს. შეიძლება, მაგ., დიაფრაგმის მოძრაობა მუცელში ბერკეტის შერკობის საშუალებით შეწერავ იარაღზე გადვიტანოთ (როზენტალის ფრენოგრაფი); შეიძლება აგრეთვე მგრძობიარე ბერკეტების გარედან მიდებით დავწეროთ 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 აიწვევს (მარეის სტერეოგრაფი). შეიძლება აგრეთვე ვისარგებლოთ ამოსუნთქული და შესუნთქული ჰაერის დენით. ცხოველზე ან ადამიანზე რომ ტრახეული კანიულა შეუერთოდ ლულას, რომლის გვერდითი ტოტი მარეის კაპსულისკენ მიდის, მაშინ სასუნთქაჲი წოლას რხევა გარდაეკება მარეის კაპსულას. სწორი რეგისტრაცია მიიღება მაშინ, თუ მთელი ამოსუნთქული და შესუნთქული ჰაერის მოცულობის ოდნობა მრუდის სახით იწერება. აეთი აპარატი მიემსგავსება გაზომეტრს, იგი წარმოადგენს წყლის ზედაპირზე მოტივტივე სუბმუქ ყუთს. ყუთის შიგნით წყლის საშუალებით შედის ლულა, რომლითაც ჰაერი შესუნთქება და ამოსუნთქება. ყუთის აწვე-დაწვევა მასზე განაგრებული წვეტიანი კალმით იწერება კიმოგრაფზე.

ამნაირად მიიღება სუნთქვის მრუდე, რომელიც სასუნთქავ მოძრაობას დროს განმავლობაში აღნიშნავს. ეს მრუდე შესდგება ტალღების თანასწორი რიგიდან. იმის და მიხედვით თუ რახასიათისაა ბერკეტის გარდაცემა, შესუნთქვას შეუფარდდება მრუდის აწვევა ან დაწვევა. ჩვეულებრივ მრუდის აწვევა და დაწვევა ერთი ერთმანეთს 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 სასუნთქავე მოძრაობის სიღრმევე უცვლელი რჩება.

სასუნთქავ მოძრაობათა კოორდინაცია. თვითეულ სუნთქვისას სასუნთქავე კუნთები სრულიად განსაზღვრულ რიგზედ უნდა მუშაობდნენ, ე. 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	<table border="0"> <tr> <td> Pl. cervicalis</td> <td>I—IV კისრის სეგმ.</td> </tr> <tr> <td> Pl. brachialis</td> <td>V კისრის სეგმენტიდან I გულმკერდის სეგმენტამდე</td> </tr> </table>	Pl. cervicalis	I—IV კისრის სეგმ.	Pl. brachialis	V კისრის სეგმენტიდან I გულმკერდის სეგმენტამდე	
Pl. cervicalis	I—IV კისრის სეგმ.					
Pl. brachialis	V კისრის სეგმენტიდან I გულმკერდის სეგმენტამდე					
მუცლის მუსკულატურა	Pl. lumbalis.	V II გულმკ. სეგ-დან მე—II წელის სეგ მდე				
სასა .	Reccurens	მოგრძო ტვინი .				
ცხვირი .	Facialis					

მოყვანილი ცხრილი გვაჩვენებს, რომ სასუნთქავე ნერვული გზების ნერვულ ღეროებში განაწილებას არავითარი კავშირი არა აქვს შეფარდებული ნერვული გზების ფიზიოლოგიურ ფუნქციასთან. თვითონ სასუნთქავე ნერვების წარმოშობი ადგილებიც ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში შეტად დიდ მანძილზეა გაფანტული.

14. სასუნთქავე ცენტრი.

ცნება სასუნთქავე ცენტრისა. სასუნთქავე მოძრაობის კოორდინაცია ნებას გვაძლევს დავსკვნათ, რომ თვითეული სასუნთქავე ნერვის

დასაწყისი ერთი ერთმანეთს უკავშირდება, რომ ყველა მიიღებს სამუ-
შაო იმპულსს ერთი და იმავე წერტილიდან. ამ წერტილს უწოდებენ
სასუნთქვე ცენტრს. მთავარი სუნთქვის საკოორდინაციო ცენტრი მოგ-
რძო ტვინში უნდა არსებობდეს. მაგრამ ამის გარდა სასუნთქვეი კოორ-
დინაციის უნარი ზურგის ტვინსაც უნდა ჰქონდეს.

მოგრძო ტვინში მთავარი სასუნთქვეი საკოორდინაციო ცენტრის
არსებობის დამტკიცება. ზურგის ტვინი რომ გადაიქრას კისრის მე-
წვიდე სეგმენტის ღონეზე, მაშინ ნეკნური სუნთქვა ისპობა. ხოლო ღია-
ფრაგმის სასუნთქვეი მოძრაობა ძველებურად იწარმოვებს. ეს ამტკიცებს,
რომ ნეკნური სუნთქვის კოორდინაციული ინტერვაცია მოგრძო ტვინი-
დან სწარმოვებს.

ზურგის ტვინი შესამე კისრის სეგმენტის ზემო საზღვარზე რომ გა-
დიქრას, ღიაფრაგმის მოძრაობა შეეყენდება. ეს ამტკიცებს, რომ ღიაფ-
რაგმა კისრის ზემო სეგმენტებიდან იღებს საჭირო იმპულსებს.

თუ გადიქრა თავის ტვინი მოგრძო ტვინის ზემოდან, მაშინ ღიაფ-
რაგმული და ნეკნური მოძრაობა ორივე რჩება, ისპობა მხოლოდ ცხვი-
რის მოძრაობა.

მეოთხე პარკუტის ძირზე რომ ერთი განსაზღვრული ალაგი დაინ-
გრას, სახელდობრ *calamus scriptorius*-ის ცოტა ზემოთ, ყველა სასუნ-
თქვეი მოძრაობა ისპობა. ამ ცლიდან ფლურანმა (Flourans) გამოიყ-
ვანა ის დასკვნა. რომ ალბად აქ უნდა იმყოფებოდეს საციკოცხლო
კვანძი „noeud vital“.

ზურგის ტვინში ღამატებიითი სასუნთქვეი ცენტრის არსებობის
დამტკიცება. მოგრძო ტვინის დანგრევის შემდეგ, როდესაც ნორმული
სუნთქვა მოისპო, ცხოველი იხრჩობა; მაგრამ სიკვდილის წინ იგი მაინც
იძლევა ერთ-ორ ღრმა სასუნთქვე მოძრაობას.

ბრაუნ სეკარმა და შემდეგ ლანგენდორფმა გვაჩვენეს,
რომ ზოგიერთ ახალგაზდა ცხოველებზე მოგრძო ტვინის დანგრევისას
რითმული კოორდინაციული სუნთქვა არ ისპობა. ამის მიზეზი უეჭველია
ზურგის ტვინში სასუნთქვეი ცენტრის არსებობა უნდა იყეს.

ამასთან მოგრძო ტვინის ანატომო-პისტოლოგიური გამოკლე-
ვაც არ იძლევა საჭირო ფაქტებს იმის დასამტკიცებლად, რომ იქსადაც
მოგრძო ტვინში სასუნთქვეი ცენტრის არსებობაა მიჩნეული, მართლაც
უჯრედთა სპეციალური ჯგუფი იმყოფებოდეს. მაშ., სასუნთქვეი ცენტრის
ფიზიოლოგიურ ცნებას არ შეუფარდდება ანატომიური ფაქტები.

უნდა მივიღოთ, რომ სასუნთქავი საკოორდინაციო ცენტრი არ არსებობს ნ. ს.-ის ერთ რომელიმე მკირე ნაწილში, რომ იგი პირიქით ვრცელდება ც. ნ.-ის ყველა იმ განყოფილებებზედ. სადაც ამ სასუნთქავ მოძრაობაში მონაწილე მგრძობიარე ნერვები შედიან, როგორც ეს დაგსკენით ყველა სხვა რეფლექსების მიმართ (იხ. 1 ტომი გვ. 233). მართალია, სუნთქვა არაა მხოლოდ რეფლექსური მოვლენა, იგი განაგრძობს წარმოებას იმ შემთხვევაშიაც, თუ, მაგ., მოგრძო ტვინის მგრძობიარე ნერვები ყველა გადაჭრილია. ხოლო ეს გადაჭრა როგორც ქვემოთ დავინახავთ სუნთქვის ტიპზე დიდ გავლენას ახდენს. აქედან ცხადად შეიძლება გამოვიყვანოთ ის დასკვნა, რომ სასუნთქავი საკოორდინაციო აპარატის მოქმედება უნდა სწარმოებდეს როგორც რეფლექსური გზით, ისე შინაგან ქიმიურ გალიზიანებათა გავლენით. (იხ. ქვემოთ).

სუნთქვის ცენტრის ავტომატიზმი. ნერვული სისტემა იძლევა სასუნთქავი მუსკულატურის მიმართ კოორდინაციულ იმპულსებს. ეს იმპულსები არაა ნებითი. ისინი იბადებიან ცნობიერების უმონაწილოთ, მაგ., ძილში, გულის წასვლისას. სასუნთქავი იმპულსები არაა სავსებით დამოკიდებული რეფლექსურ მოქმედებაზე. ამიტომ სასუნთქავი ცენტრის მოქმედება უმთავრესად ავტომატიური უნდა იყვეს, მაშ., იგი გამოიწვევა შინაგანი გალიზიანებით.

სასუნთქავი ცენტრის გამაღიზიანებელი ძალები. შინაგან გამაღიზიანებელს ეკუთვნის ნახშირის სიმჟავის მოქმედება. თუ სუნთქვა მოკლე ხნით შეეწყდება, მაგ., სასუნთქავი მილის დახურვით, ამას ქოშინი მოსდევს, ძვესიძე, რომელიც სასუნთქავ მოძრაობათა გაძლიერებაში გამოიხატება. იგივე სწარმოებს იმ შემთხვევაშიაც, თუ აზოტის ნაწილს შესუნთქულ ჰაერში ნახშირის სიმჟავით შეეცვლით. ამ შემთხვევაში სასუნთქავ მოძრაობათა გაძლიერება დამოკიდებულია სისხლში შეკრეფილ ნახშირის სიმჟავეზე, რადგან ჟანგბადი იმავე რაოდენობით და შეიძლება მეტის რაოდენობითაც შედიოდეს ორგანიზმში, ვიდრე ნორმულ პარობებში. ნახშირის სიმჟავის დაგროვება შეიძლება აღმოჩნდეს სისხლის გაზთა ანალიზით: ჟანგბადის შეცულობა ნორმას უდრის (ან კოტა მეტია), ნახშირის სიმჟავის რაოდენობა კი მის შესუნთქვის გამო მუდამ გაცილებით მეტია (ფლიუგერი).

რადგან სუნთქვა, საზოგადოდ რომ ითქვას, სხეულში გამაღიზიანებელი პროცესების წარმოებას ემსახურება. ამიტომ მიზანშეწონილად უნდა ჩაითვალოს, რომ სასუნთქავი ცენტრი აგრეთვე ჟანგბადის ნაკლებ-

ვანობაზე გაძლიერებული მოქმედებით უნდა უპასუხებდეს. შეიძლება გქსპერკიმენტით დაედასტუროთ, რომ მართლაც ასე ხდება. სახელდობო, შესასუნთქველ ჰაერს რომ ბლომად მიუმატოთ ინდიფერენციული გაზები, მაგ., წყალბადი ან აზოტი, ასე რომ ენგბადის შეცულობა მცირე პროცენტადე დაეცეს, მაშინ აღმოჩნდება სისხლის გაზთა ანალიზის საშეალებითი რომ სისხლშიაც ენგბადის შეცულობამ იკლო; ხწორეთ ამ შემთხვევებში სუნთქვა მნიშვნელოვნად ძლიერდება. ააშ., ცხადია რომ ენგბადის ნაკლულევანობა სასუნთქვე ცენტრზე როგორც გამალიზიანებელი ძალა მოქმედობს.

ტემპერატურის აწვეა-დაწვევაც მნიშვნელოვნად მოქმედობს სასუნთქვე ცენტრზე, როგორც გამალიზიანებელი ძალა. მაგ., ტემპერატურის აწვევა უმთავრესად სუნთქვის სიხშირეზე ახდენს გავლენას; იგი უფრო ახშირებს სუნთქვას. ასეთ მდგომარეობას უწოდებენ სითბოს polypnoe-ს კიმიური გამალიზიანებელნი პირიქით, როგორც ზევით აღენიშნეთ, სუნთქვას აღრმავენენ. სუნთქვის გახშირება სითბოს გამო ზოგიერთ ცხოველებზე, მაგ., ძაღლზედ, მკვეთრად გამოჩნდება, ამიტომ ეს მოვლენა საერთოდ ცნობილია.

კუნთების მუშაობაც თიჯმის სულ მცირეც ცხადლივ მოქმედებს სუნთქვაზე; იგი უფრო ცხოველდება. სუნთქვა ძლიერდება, თუმცა არტერიული სისხლის გაზთა შეცულობა უცვლელი რჩება. აქეთ გავლენას ალაგი აქვს მაშინაც, თუ ყოველივე ნერვული კავშარი მოკუშავე კუნთსა და სასუნთქვე ცენტრს შორის გაწვევტილია. აქედან ის დასკვნა უნდა გამოვიყვანოთ, რომ კუნთის მუშაობისას სისხლი ჯერ უცნობ ცვლილებას განიცდის, რომელიც სასუნთქვეი ცენტრის ძლიერ აკზნებას იწვევს. შეიძლება, აქ საქმე გაქვს ზოგიერთ სიმჟავეთა განვითარებასთან და მათ მიერ გამოწვეულ ნახშირის სიმჟავეის მსგავს მოქმედებასთან.

რეფლექსური გალიზიანებანი. შინაგან გალიზიანებათა გარდა სასუნთქვეი ცენტრალური მექანიზმის მოქმედება დამოკიდებულია გარეგან გალიზიანებათა მთელ რიგზე, რომელთა მიერ გამოწვეული პერიფერიული აგზნება დასახელებულ მექანიზმს ნერვებისაშუალებით მიადწევს. ეს რეფლექსური გალიზიანებანი მოქმედობენ სასუნთქვეი მოქრობის სიხშირეზე და სიღრმეზე.

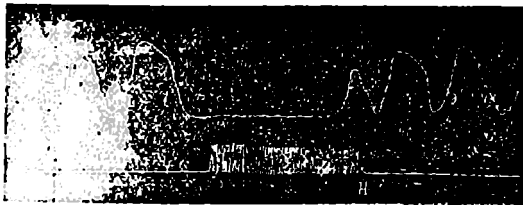
ა. სუნთქვის თვითმოწესრიგება. მთავარი რეფლექსური გალიზიანება გამოიხატება შემდეგში: მუდამ, როდესაც კი პლევრაში ჰაერი შედის და ფილტვი იფუშება, ცხოველი ღრმად ამოისუნთქავს. ამ

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 ავთორები ამტკიცებენ, რომ ფილტვის მოულოდნელი გაბერება ამოსუნთქვის მოძრაობას იწვევს. ორივე მოვლენა ისპობა. თუ ცთომილი ნერვი გადაჭრილია. ლევანდოვსკიმ დაამტკიცა, რომ ფილტვის გაბერისას ცთომილი ნერვი მართლა ღიზიანდება; სახელდობრ, მან ინახულა გაღვიანომეტრის საშუალებით მოქმედების ნაკადი ამ ნერვის პერიფერიულ ნაქერზე, როდესაც ფილტვი ჰაერით იბერებოდა.

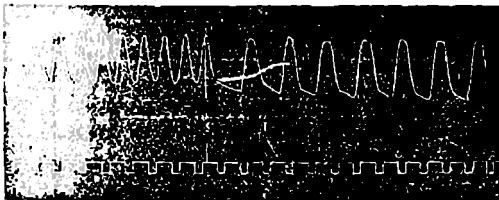
ეს ცდები იმ დასკვნას იძლევა, რომ სუნთქვის მოწესრიგება ხასუნთქავი მექანიზმის რეფლექსურ აგზნებაზე დამოკიდებული, რომელიც ცთომილი ნერვის საშუალებით სწარმოებს. ამ თვალთაზრისით, თვითეული ამოსუნთქვა ფილტვის ჩაფუშვის გამო შემსუნთქველ გაღიზიანებას აწარმოებს, თვითეული შესუნთქვა კიდე ფილტვის გაბერისა გამო ამოსუნთქველ გაღიზიანებას იწვევს. ასე აიხსნება შესუნთქვის და ამოსუნთქვის წესიერი მიმდინარეობა.

ცთომილი ნერვის ცენტრალური ნაჭეოსის გაღიზიანებით ეცადნენ მიელოთ ხან შესუნთქვა და ხან ამოსუნთქვა. ასეთ ცდებით მიღებული იყო სხვა და სხვა შედეგები გაღიზიანების ინტენსივობის და თვისების მიხედვით. ძლიერი გაღიზიანება ინდუქციური კვთებებით იწვევს შემსუნთქველი კუნთების ტეტანურ შეკუმშვას; პირიქით სუსტი გაღიზიანება გაღვიანური ნაკადით (ამავალი მიმართულებიხა) შესუნთქვის ან ამოსუნთქვის შეწყვეტას იძლევა. (სურ. 68). ამნაირ ცდების ნიადაგზედ ჰერინგის და ბრეიერის პირვანდელი მოძღვრება სხვა მეცნიერთა მიერ შეცვლილი იყო. მაგრამ ყველა ეს თეორიები ცთომილი ნერვის მოქმედების შესახებ დღესაც ისეე სადავოა.

ბევრნაირი ცდებიდან ჩანს, რომ ცთომილ ნერვთა მოქმედება სუნთქვაზე გამოიხატება მისი გახშირებაში და სიღრმის დაკლებაში. ცთომილი ნერვები უმეკველია ამცირებს სუნთქვის ღროს 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. 69).



სურ. 68. მუხლი (ი) ალნიზნავს შესუნთქვას; ამაველი (ე)—ამოსუნთქვას; HCDIII). სურ. 69. ხუნთქვის



მის ხაზი აჩვენებს იმ მომენტს, როდესაც ცთომილი ნერვი დადამბლებული იყო (გაცივების საშუალებით (ტი გერ შ ქედტი დან)).

ხ. სასუნთქაჲ აპარატში ამა თუ იმ მოქმედების გამოწვევად გვხვდება. როგორც ფილტვიდან ცთომილი ნერვის საშუალებით ნაწარმოები აგზნებანი სასუნთქაჲ აპარატზე მოქმედობენ. აგრეთვე მამოძრავებელი ორგანოებიდან, რომელნიც სუნთქვაში მონაწილეობენ. ე. ი. გულმკერდიდან, ღიაფრაგმიდან, აგზნებანი იგზავნებიან სასუნთქაჲ მექანიზმისკენ. ეს აგზნებანი გავლენას ახდენენ სასუნთქაჲ აპარატის განწყობაზე. ამის ფუნქციურ მდგომარეობაზე.

სრულიად დამტკიცებულია, რომ გულმკერდში დაწყებული აგზნება სისაზე რეფლექსურ გავლენას ახდენს. შეიძლება ვთქვათ, რომ გულმკერდის ხელოვნური შეიწროვებისას მასზე დაწოლის მბგერავი ნაპრალი ვიწროვდება, ამ დაწოლის მოსპობისას კიდე ეს ნაპრალი განიერდება. ცხადია, სასის შიშ რაობა მუდამ შეუფარდება გულმკერდის მოძრაობას, როგორც ეს ნორმულ შესუნთქვის დროს სწარმოებს.

თვითიული სუნთქვის დროს ენის ფუძეც მოძრაობს. ამიტომ შესაძლებელია, რომ ენის პასივური მოძრაობა სასუნთქაჲ მექანიზმის მოქმედებას იწვევდეს. შეყენებული სასუნთქაჲ მოძრაობის ხელახლად აღძვრა ენის რითმული გამოწვევით ხალხში ძლიერ გავრცელებულია. თუცა ექსპერიმენტულად ეს მოქმედება ჯერ არის გაუზიარებული.

სურ. 68 ხუნთქვის შეყენება ამოსუნთქვის ფაზაში ცთომილი ნერვის გალიზიანების საპასუხოდ შემოდან ალნიზნულია გალიზიანება (R). ქვემოთ სუნთქვის მრუდე. სურ. 69. ხუნთქვის მრუდე შინაურ კუროდღელზედ. ჩამავალი მუხლი შეუფარდება შესუნთქვას, ამაველი კიდე—ამოსუნთქვას. ქვემოთ ხაზი დროს ალნიზნავს წუთობით. ვერტიკალურ

სურ. 68
სურ. 69

ე. სხვა რეფლექსური გავლენები. აღწერილი რეფლექსებიზ გარდა ზორომულ სუნთქვაში აგრეთვე სხვა რეფლექსური გავლენაც მო-
-ნაწილეობს.

1. ცნობილია, რომ სამწვერა ნერვის ძაფთა გაღიზიანება ცხვირის ლორწოვანი გარსის ფარგალში იწვევს ძლიერ ღრმა ამოსუნთქვას და სუნთქვის ხანგრძლივ შეყენებას. ეს რეფლექსი უნდა წარმოადგენდეს მიზანშეწონილ დამცველ მოძრაობას, რადგან იგი დაიცავს ძაფე გაზების შესუნთქვისაგან. ასეთ გაზებს ეკუთვნის სხვათა შორის ქლორი, ამმონი, გოგირდოვანი სიმჟავე, როდესაც ეს გაზებო ცხვირის ღრუს მოხვდება. ცოტა მეტი კონცენტრაციით, მაშინვე სწვას ლორწოვან გარსს, ამავე დროს აღიზიანებს სამწვერა ნერვის დაბოლოებულთ ცხვირში და მით ამოსუნთქვის მოძრაობას იწვევს, ასე რომ ამ გაზის შესუნთქვა შეუძლებელი ხდება. ეს რეფლექსი ზოგჯერ იმდენად ენერგიულია, რომ სუნთქვის შეყენებისთვის საკმარისია ნესტოებზე წესება ან შებერვა. სამწვერა ნერვის გაღიზიანება სხვათა შორის იწვევს ბრონხების რეფლექსურ შევიწროვებას იმ სადა კუნთის ძაფების წყალობით. რომლებიც ბრონხის კედლებშია. ბრონხის კუნთების მეტად მაღავრ შეკუმშვას ქოშინი მოყვება (asthma bronchiale).

2. ულაპვის დროს სუნთქვა ხდება u-glussopharyngeus-ის გაღიზიანების წყალობით. ამ ნერვის ცენტრალური ნაქერის გაღიზიანებასაც სუნთქვის დროებით შეყენება მოსდევს.

3. N. laryngeus sup.-ის ცენტრალური ნაქერის გაღიზიანება სუნთქვის შეღვამას იწვევს და ბოლოს კრუნჩხვიან ამოსუნთქვას იძლევა. ეს ნერვი ცნობილია, როგორც ხველების რეფლექსის მთავარი მგრძნობიარე გზა.

4. თვითეული მგრძნობიარე ნერვის სუსტი გაღიზიანება სასუნთქავი მოძრაობის ვაზშირებასა და გაღრმავებას იწვევს. პირიქით, მუცლის შიგნეულობათა გაღიზიანება ამოსუნთქვას და სუნთქვის შეყენებას იძლევა.

5. წყალში საკმლის მაძებარი ფრინველი რომ წყალში ჩავაყურაყურ მელავოთ, ნისკარტის დასველება მაშინვე სუნთქვის რეფლექსურ შეყენებას იწვევს (ოოზენტალის რეფლექსი).

6. ცივი წყლის გადასხმა ჩვეულებრივ სუნთქვის შეყენებას იძლევა.

d). ცენტრალური გავლენები სასუნთქვო ცენტრზე სასუნთქვო ცენტრის მოქმედება მოგრძო ტვინში ვეკემდებარება აგრეთვე

ზემო მდებარე ცენტრალური ნერვული სისტემის გავლენას. ეს იქიდან
 სჩანს, რომ თავის ტვინის გადაჭრა მოგრძო ტვინის ზემოდ ოთხგორა
 კისფარგალში ისევე მოქმედებს სუნთქვაზე, როგორც ცთომილი ნერვის
 გადაჭრა: სუნთქვის განვლება და გაღრმავება. თუ ამავე დროს ცთომილი
 ნერვებიც გადაჭრეს, მაშინ სუნთქვა მეტის მეტად ნელდება და კრუნ-
 ჩხვის სასიათს იღებს: ასეთს ცხოველზე მაინც კიდევ მოქმედობს სხვა
 და სხვა ნორმული გაღიზიანებანი. თუმცა ბოლოს და ბოლოს იგი
 იბრძობა უკმარისი სუნთქვის გამო.

ე) ზოგიერთ რაფლექსურ გავლენათა გამოისობით ნორმული
 სასუნთქავი მოძრაობა ისპობა. ასეთია სუნთქვა ზეელების, ტირილის,
 ცემინების დროს, რომელიც ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ. ამას გარდა სა-
 კიროა დავასახელოთ ერთი პათოლოგიური მოვლენა: ნორმულ სასუნ-
 თქავი მოძრაობათა და გრძელ პაუზების შორიგეობა. ამნაირ სუნთ-
 ქვას ჩეინ-სტოქსის სახელს უწოდებენ. იგი ნორმულ აღამიანსაც
 მოსდის ღრმა ძილის დროს. (სურ. 70).



სურ. 70. ჩეინ-სტოქსის სასუნთქავ მოძრაობათა შრულდე (ცუნ ცლევიდან)

1. სასუნთქავ მოძრაობათა უარსებობა, apnoe. სუნთქვის ძირითა-
 დი მოძღვრებიდან უნდა დაუსვენათ, რომ სუნთქვა სრულიად უნდა
 შესწყდეს, თუ რომ სასუნთქავი ცენტრის ამგზნებელი ვარემოზნანი
 არ მოქმედობენ. სასუნთქავი ცენტრის ყველაზედ ძლიერ ამგზნებელს
 ნახშირის სიმეავის დაგროვება წარმოადგენს თუ რომ ხელოვნური სუნ-
 თქვა ისეთი დიდი ენერგიით ვაწარმოვეთ. რომ სისხლში ნახშირის სი-
 ეავის რაოდენობამ შედარებით ძირს დაიწია, მაშინ რამდენიმე ხნით
 სასუნთქავი ცენტრი გაუღიზიანებელი რჩება და ამიტომ სუნთქვა ამ
 ხნით შესდგება. ამ მოვლენას აპნოეს უწოდებენ.

მაგრამ ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვან როლს აგრეთვე ცთომილი ნერვის გალიზიანება სთამაშობს ინტენსიური სუნთქვა მძლავრად აღიზიანებს ამ ნერვებს და მით სუნთქვას შეაჩერებს. ცთომილი ნერვები რომ წინასწარ გადაიქრას, მაშინ აპნოეს მისაღებად საჭიროა უფრო ანტიერსიური განიავება. ამიტომ განიჩქევა ქიმიური ნამდვილი აპნოე (კრუ) აპნოისაგან ანუ ცთომილი ნერვის მიერ გამოწვეულ აპნოისაგან.

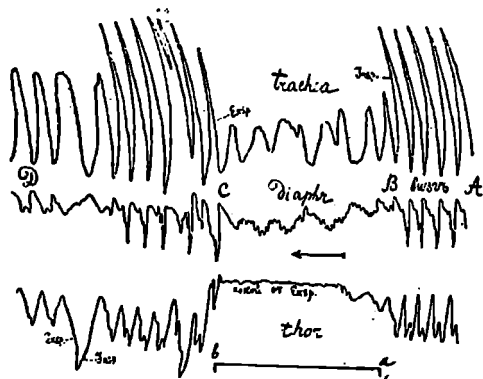
14. დიდი ტვინის ქერქის გავლენა სასუნთქვე მოძრაობაზე.

ნებისა და მრავალნაირი ემოციის გავლენით სასუნთქაე მოძრაობა მრავალნაირად ცვალებადობს: რითმის, ტიპის და სიღრმის მხრივ. ხანგრძლივი კრუნჩხვიან შესუნთქვიდან დაწყებით ძლიერ გახშირებულ ზედაპირულ სუნთქვამდე და ან სუნთქვის სრული გაჩერებამდის რამდენიმე წუთის განმავლობაში. ანალოგიური მრავალნაირი ცვალებადობა სუნთქვისა გამოიწვევა ხოლმე ქერქის პირდაპირი ელექტრული გალიზიანებით. (ლა ვ რ ი ნ ო ვ ი ჩ ი, და ნ ი ლ ე ვ ს კ ი). ამ უკანასკნელ დროს ძალზედ შუბლის წილში იყო აღმოჩენილი განსაზღვრული ადგილი, რომლის გალიზიანება მუდამ ერთნაირ ეფექტს იძლევა, სახელდობრ, სასუნთქაე მოძრაობის გახშირებას. აქედან ნერვული ძაფები შიგნითა კასულის გზით და შემდეგ ტვინის ფეხებით გადუჯვარედინებლივ შედის მოგრძო ტვინში (Mavrakis და Dontas).

მაგრამ ქერქის ფრთხილი გალიზიანება, აგრეთვე შიგნითა კასულისა და ზოლიანი სხეულისა მეტ წილად დეპრესულ გავლენას ახდენს: ერთხელობრივი შეკუმშვის შემდეგ ან უიმიოსოდ სასუნთქაე მოძრაობა ნელდება და ხან კიდევ შესუნთქვის ფაზაში შეყენდება. ეს ეფექტი გალიზიანების შემდეგაც დიდხანს გრძელდება, ხანდისხან რამდენიმე წუთი. ლ ა ვ რ ი ნ ო ვ ი ჩ ი ს გამოკვლევით ეს დეპრესია უმთავრესად გულმკერდის სასუნთქაე კუნთების მიმართ სწარმოებს; გულმკერდის კუნთები შეიძლება სრულ მოსვენებასაც განიცდიდეს და ამავე დროს დიადრამული სუნთქვა უცვლელად მიმდინარეობდეს.

საზოგადოდ შეიძლება ითქვას, რომ დიდი ტვინის ქერქში არ არსებობს განსაკუთრებული მამოძრავებელი ადგილი სასუნთქაე მოძრაობისათვის. თითქმის ერთი და იგივე ალაგი, 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 ბირთვებზე უმთავრესად მოგროვო ტვინში. ძლიერ შესაძლებელია, რომ ერთი წილი ამ გზებისა ზოლიანი სხეულის და სამხედველო ბორცვის საშუალებით გაივლინ. ამაზე უჩვენებს სხვათაშორის ის ფაქტი, რომ ამ ქერქის ქვეშა კვანძების გალიზიანებისას არსებითად ისეთივე ცვლილება ხდება გულის ცემისა, სისხლის წოლისა, სუნთქვის და სხვათა შიშართ, როგორც ზემო აღნიშნული ქერქული წილის გალიზიანებისას (სურ. 71.).



სურათი. 71.

სურ. 71. დიდი ტვინის გავლენა ხუნთქვაზე (ძალი. thor - მრუდე გულმკერდის წოლისა, diaphr. - დიაფრაგმის წოლისა, trachia ტრახეას წოლისა; მრუდის დაწვეა აღნიშნავს შესუნთქვას. აწევა - ამოსუნთქვას. ab - ელექტრული გალიზიანება n. facialis-ისფარგალში (gyr. coronalis) ნ წუთის განმავლობაში. გალიზიანებამდის ძალი მოუსვენრად იყო, წმუქუნებდა. გალიზიანების დროს იგი დამშვიდდა; გულმკერდული სუნთქვა შეეცნა, დია-

ფრგმული კი არ შემდგარა, მხოლოდ დიაფრაგმას ერთგვარი თრთოლა დაემართა; გალიზიანების შემდეგ ძალი ისევ მოუსვენრად შეიქმნა (ლავრინოვიჩი და დანილევსკი).

ინდივიდუურად მოპოვებული სასუნთქავე მოძრაობა. ლაქუსი, დაყვირება, ჯოხის მოქნევა, ჯამის ჩენება 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 საშუალებით სწარმოებენ, რომ იგინი გკუთვნიან ინდივიდუურად მოპოვებულ რეფლექსთა ჯგუფს.

ბევ ტერევისა და მის მოწაფეთა (პროტოპოპოვი) გამოკვლევით სრულიად ინდიფერენციული აგენტი შეიძლება გახდეს სუნთქვის

მძლავრ შემცვლელად, თუ იგი შეუერთთ ისეთ გალიზიანებას, რომელიც რამენაირად სუნთქვის ცვლილებას იწვევს. მაგ., ერთი რომელიმე სუბსტანციის ჩეხება, რომელიც თავის თავად არაფერს არ რეფლექსურ გავლენას არ ახდენდა ცხოველზე და კერძოდ მის სუნთქვაზე, ასეთ გავლენას იჩენს მაშინვე სასუნთქავე მოძრაობის შექცვლელ გალიზიანებასთან შეერთების შემდეგ, მაგ., ფეხის ელექტრულ გალიზიანებასთან შეერთების შემდეგ. უკანასკნელი გალიზიანება მსგავსად ყველა მანერე აგენტისა სუნთქვის უსწორ მასწორებას და გაღრმავებას იწვევს. სწორეთ ასეთი სუნთქვა გამოიწვევა ხოლმე ყველა იმ გალიზიანებათაგან. რომელიც თავის თავად სუნთქვაზე არ მოქმედებენ, მაგრამ რამდენჯერმე ზიდიზიდ ელექტრულ გალიზიანებას უერთდებოდენ. ამ რეფლექსთა წარმოშობა და თვისებები სწორეთ ისეთივეა, როგორც ინდივიდუალად მოპოვებულ მამოძრავებელ რეფლექსთა. (იხ. პირველი ტომი გვ. 359). ამიტომ ამ საკითხების განხილვას აქ აღარ გამოუდგებით.

1. კანის სუნთქვა.

სუნთქვა აგრეთვე კანის საშუალებით სწარმოებს. დედამიწაზე მცხოვრებ ცხოველებს იგი მით უფრო ენერგიული აქვს, რაც უფრო თხელია ეპიდერმიული ზედაპირი, რაც უფრო უკეთესია ამ კანში სისხლის მიმოქცევის პირობები და რაც უფრო მეტადაა იგი გაჟღერთილი სისხლით და ლიმფათ. პირიქით, თუ ცხოველი დაფარულია ხშირი ბალნით და სქელი გამხმარი ეპიდერმისით და მეტადრე მსხვილი რქოვანი გარეფენით, მით უფრო ნაკლებია კანური სუნთქვა.

კანური სუნთქვა მხოლოდ სასუნთქავე ვაზთა ჭანგბადის და ნახშირის სიმეავის დიფუზიის საშუალებით სწარმოებს. რაც შეეხება ადამიანს, მისი კანური სუნთქვის შესასწავლად მას ჰერმეტიულად დახუშულ კამერაში მოაქცევენ. ფილტვით სუნთქვას იგი აწარმოებდა ცალკე ლულით რომელიც გარეთ არავსთან იყო შეერთებული. ადამიანს ამყოფებდენ კარგა დიდხანს ამ კამერაში და მერე ჰაერის ანალიზს აწარმოებდენ. აღმოჩნდა, რომ ჭანგბადის შერადგენლობა ამ კამერაში კლებულობს, ნახშირის სიმეავესი კიდე და მეტადრე წყლის ორთქლისა მატულობს.

ჭანგბადის შთანთქვა ადამიანის მთელი კანის მიერ საერთოდ ძლიერ მცირეა. იგი 24 საათის განმავლობაში 3—4 გრ. არ უნდა აღემატებოდეს, ე. ი. ფილტვური სუნთქვის მე-200 ნაწილს უდრის. მაგ-

რამ ადამიანის კანური ზედაპირი სასუნთქეო ფალტეის ზედაპირზე 1-ჯერ ნაკლებია. (ზოგიერთა აზრით იგი უფრო მცირეა — 10-ჯერ ნაკლებია).

ნახშირის სიმჟავის კანიდან გამოყოფა 24 საათის განმავლობაში 9 გრამს შეადგენს. დაახლოვებით ფილტვური გამოყოფის მესამედ წილს.

ცხენზე კანიდან ნახშირის სიმჟავის გამოყოფა შედარებით მძლავრად სწარმოებს, სხელოდობრ ფილტვური გამოყოფის მეორემოცე ნაწილს შეადგენს. ნაწლევებიდან გამოყოფილიან ერთად საზოგადო გამოყოფის $4\frac{1}{6}$ -ს მიაღწევს.

ბაყაყზედ ქანგბადის კანური შთანთქვა თითო საათში და თითო კილო წონაზე 100 კ. ს.-მდე მიაღწევს, მხოლოდ ზამთრობით 70 კ. ს. არ აღემატება და ხან ნაკლებიცაა—40 კ. ს. ან საერთოდ შიმშილობისას კვების შემცირებისას. გაზთა გაცვლა-გამოცვლასრულიადაც არ მცირდება, თუ ფილტვებს ამოვაცლით. მხოლოდ გაზაფხულობით როდესაც ნიეთი-ეოებათა გაცვლა-გამოცვლა მეტად გაცხოველებულია, ფილტვების ამო-ცლა ცოტა თუ ბევრად მნიშვნელოვნად დასცემს გაზთა გაცვლას. ნახშირის სიმჟავეს ბაყაყის კანი უფრო მეტს იძლევა (თითო საათში თითო კილო წონაზე (90-180 კ. ს.), ვიდრე ფილტვები (maximum 90 კ. ს.); ამის გამო ფილტვების მოშორება სასუნთქავე კოეფიციენტს ასწევს ($CO_2:O_2$).

კროგის (Krogh) ცდებიდან სჩანს, რომ ბაყაყის საფილტვო სუნთქვა ნერვულ სისტემაზეა დამოკიდებული. ცხოველი რომ შევიტანო იმისთანა ჰაერში, რომელშიაც ნახშირის სიმჟავე ბლომდაა გარეეული, ფილტვების საშუალებით ქანგბადის შთანთქვა მატულობს. მაგრამ თუ ცთომილი ნერვები გადაქრილია, ფილტვური სუნთქვა არ მატულობს. აქედან ცხადია, რომ აღნიშნული მატება ქანგბადის შთანთქვისა ფილტვების მიერ ნერვულ სისტემაზეა დამოკიდებული, რომ იგი წმინდა რეფლექსური ბუნებისაა. რაც შეეხება კანურ სუნთქვას რგი 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 კოეფიციენტი კუბ. სანტ. აღნიშნავენ.

ქანგბადი	შთანთქმება:	ნახშ. სიმჟავე გამოყოფა:
ადამიანი	0,5	0,9 — 1,2
მტრელი	0,5	0,6
ბაყაყი	1,6	3,1

ამნიარად, ბაყაყის კანური სუნთქვა სამჯერ უფრო მეტია, ვიდრე აბილ სისხლიან ცხოველებზე. ბაყაყზე თითქმის $\frac{2}{3}$ და ხან $\frac{3}{4}$ მთელი ნახშირის სიმკვებისა კანიდან გამოიყოფა. მხოლოდ $\frac{1}{3}$ დაქან $\frac{1}{4}$ — ფილტვების საშუალებით.

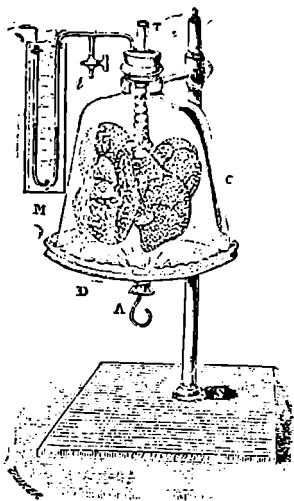
საქმლის მონელებისას და განსაკუთრებით კუნთების მუშაობისას კანური სუნთქვა მნიშვნელოვნად მატულობს. თუ გარეგანი ტემპერატურა დილია, ადამიანის კანი გამოყოფს 30 გრამამდე ნახშირის სიმკვავეს (Schierbeck, 1893).

ნაწლევების სუნთქვა, კუჭის კედელი ნახშირის სიმკვავეს განაყოფს (Schierbeck, 1895). ორგანიზმში პილოკარპონის შეტანისას კუჭის მუშაობა მატულობს, მეტადრე ჰეპსინური ჯირკვლებისა. ამასთან ერთად მატულობს სისხლით გავსება ლორწოვანი გარსისა და აგრეთვე ნახშირის სიმკვავის კუჭის ღრუში გამოყოფა. ამ ნახშირის სიმკვავის წონა შეიძლება კიდევაც სისხლისას აღმატებოდეს.

რაც შეეხება ძუძუმწოვარ ცხოველთა საქმლის მომწელებელ მილს აქაც უეჭველია ნახშირის სიმკვავე გამოიყოფა მისი კედლების მიერ. ჟანგბადი იმყოფება მხოლოდ კუჭში, სადაც იგი შედის გადაყლაპული ჰაერის სახით. ეს ჟანგბადი აქვე უნდა შთაინთქას. ნაწლევების გაზთა შორის ჟანგბადი არ მოიპოვება.

ერთნაირ თევზს-*osbitus fossilis*-ნამდვილი სასუნთქავი აპარატი აქვს ნაწლევებში. ნაწლევების კედლები შთანთქავენ გადაყლაპულ ჰაერიდან $\frac{8}{10}$ —ს ჟანგბადს, მათ ღრუში კიდე გამოიყოფა ნახშირის სიმკვავე, რომელიც სხვა გაზთან ერთად უკანა გასაფარის საშუალებით გარეთ გამოდის. (Baumeret, 1853). ამის შესაფერად ამ თევზის ნაწლევებს თავისებური აგებულება აქვს. ეპიტელიური ზედაპირი გათხლებულია და მასში სისხლის კაპილიართა ბადე მძლავრად არის განვითარებული.

1. ჟარყოფითი წოლის დადასტურება გულმკერდის ღრუში. რომელიმე ცხოველს (კატა, შინაური კურდღელი, ძაღლი) დააძინებენ ეთერით ან ქლოროფორმით. წინასწარ დაამზადებენ შპრიცს, რომელიც კაუჩუკის ლულოდ წყლის მანომეტრთან არის შეერთებული; მანომეტრის რივე მუხლში შეფერილი წყალი ერთს დონეზედ სდგას, რასაკვირველია, წოლის დონეზე. ცხოველის დაძინების შემდეგ შპრიცის ნემსს გულმკერდის ღრუში ურჭობენ. მანომეტრის თავისუფალ მუხლში სითხე რამდენიმე მილიმეტრით დაიწვეს. ეს არის გულმკერდის ღრუს შემსრუტავი მოქმედების შედეგი. თვითუფლ შესუნთქვისას ეს ჟარყოფითი წოლა მატულობს, თვითუფლ ამოსუნთქვისას კიდე იკლებულობს.

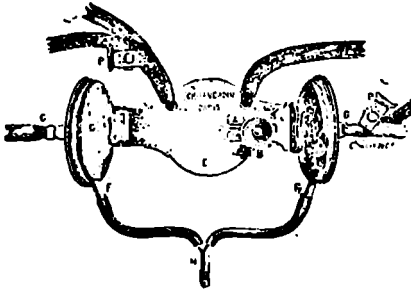


სურათი 72.

სურ. 72. ფილტვების მოძრაობის სქემა დონდერის და ფრედერიკისა. (C- შუშის საფარი; A - კაგი ელასტური დიაფრაგმის (D) გამოსაწევად; T-ჰაერის შესავალი ელასტურ ფილტვში (P); M მანომეტრი, რომელიც ჰერმეტიკულად დახშულ საფარს უერთდება; და მასში არსებულ წოლას აღნიშნავს.

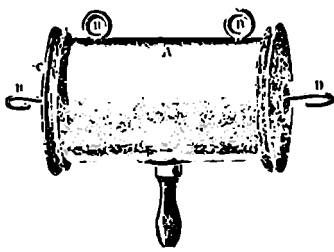
როგორც მე-72 სურათზეა ნაჩვენები. იგი წარმოადგენს მკიდროდ დატულ ზარის ფორმის კურკელს, რომლის ძირს ელასტური „დიაფრაგმა“ აქვს გაკეთებული. კურკელში შეტანილია ლულა ელასტური ფილტვებით. ამავე კურკელს ვერცხლის წყლის მანომეტრის ერთი მუხლი უერთდება. დიაფრაგმაზე გაკეთებული კაუჩი რომ ძირს ჩამოვსწიოთ, მაშინვე კურკელში უარყოფითი წოლა მატულობს, ამის გამო მანომეტრის მეორე მუხლში ვერცხლის წყლის დონე დაიწევს, საფილტვო ტობრაკი კიდე გაგანიერდება, რაც შესუნთქვის მოძრაობას მოასწავებს.

3. სასუნთქავი მოძრაობის დაწერა პნევმოგრაფით. (სურ. 73 და 74). პნევმოგრაფის ზორტს ვულმკერდის გარშემო შემოარტყემენ. თვითონ პნევმოგრაფი მარუ ის კაპსულს უერთდება, რომელიც კიმოგრაფზედ სწერავს. შესუნთქვისას ზორტი იჭიმება და მით პნევმოგრაფის ღრუს აგანიერებს; ეს თავის მხრივ დასწევს მარეის კაპსულის მწერავ კალამს. ამოსუნთქვა კილო ამ კალამს ზევით ასწევს. როდესაც დაიწერება ოცამდე რხევა ნორმული სუნთქვისა, მაშინ სუბიექტს ღრმა, შესუნთქვა-ამოსუნთქვას აქნევიებენ. პნევმოგრაფი მძლავრად ინძრევა და მასთან ერთად მარეის მწერავი კაპსულაც კალამის დიდს ეკსკურსიას იძლევა.



სურათი 73.

სურ. 73. პნევმოკარდიოგრაფი შინაურ კურდღლისა. D, 1) პნევმოგრაფის მიმღებელი კაპსულები, 1'—ამ კაპსულებიდან მწერავ კაპსულისკენ მიმავალი ლულა; B—კარდიოგრაფის მიმღებელი პელოტი და კაპსულა; C. (ჩ იარაღის გულმკერდზედ გასამაგრებელი ხორარები.



სურათი 74.

სურ. 74. პნევმოგრაფი ადამიანისა. C—კაუჩუკის აკი, რომელზეა ცხორარების დასაქერი კაუჩუბია (1), D) მიბმული.

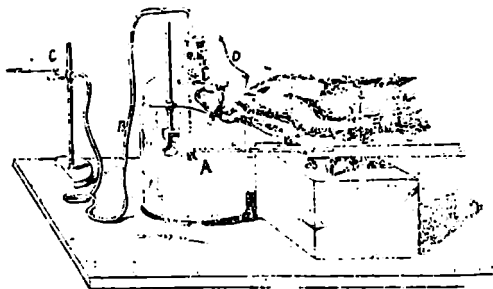
1. მუტინისონის სპირომეტრის ხაზვალეებით შესუნთქვა-ამოსუნთქვის მოცულობის გამოკვლევა. სპირომეტრის მუნდშტუკს პირზე მიიდებენ მკიდროდ და რამდენჯერმე მჭიდობიანად შეისუნთქავენ და ამოისუნთქავენ. (ცხვირის ნესტოები დაკული უნდა იყოს. ამოსუნთქვის მოცულობა 500 კ. ს. უდრის. (სურ 66).

მჭიდობიანი ამოსუნთქვის შემდეგ რომ ძალდატანებით ამოვისუნთქოთ, რამდენადაც ეს შესაძლებელი იქნება, აღმოჩნდება, რომ სათადარიგო საფილტვო ჰაერი კიდეც 1500 კ. ს. მდე მიაღწევს. თუ კიდეც ჯერ შეისუნთქავთ რამდენიც შესაძლებელი იქნება და მერე სპირომეტრში ამოვისუნთქავთ, სპირომეტრში აღმოჩნდება 3500 კ. ს. მდე ჰაერი. აქედან 1500 დამატებით ჰერზე მოდის.

მოგრძო ტინის ქვემო საზღვარზე სკალპელით გადაკრის შემდეგ გულმკერდული სუნთქვა შეეწყდება, მაგრამ დამხმარი სასუნთქვო კუნთები პირისახეზედ (ცხვირის ფრთებისა, პირისახისა და სხვ.) მუშაობას კიდე რამდენიმე ხანს განაგრძობენ.

სასუნთქავი მოძრაობის ინერვაციის ჩვენება. შინაური კურდღელი; ტრახეოტომია; ყელზე გამოჩენილია n. laryngeus super. და n. vagus. ტრახეის კანიულა უერთდება ოკლიტრიან ბოთლს, რომლის

მეორე ნახვრეტი მარჯის კაპსულას უერთდება (სურ. 75), რომელიც კიმოგრაფზედ სწერავს. ამოსუნთქვა და შესუნთქვა ამ ბოთლის საშეაღებიო სწარმოებს, ამიტომ მასში წოლა შესაფერისად იცვლება, და მით მარჯის კაპსულის მწერავი კალამი რითმულ მოძრაობაში მოდის და კიმოგრაფზე ნორმულ სასუნთქვე მრუდეს სწერავს.



სურ. 75. სუნთქვის რეგისტრაციის სქემა შინაურ კურდღელზე. აღწერა იხ. რექსტში (Schieucck)

a. თითები რომ მოუჭიროთ D-მილის ერთი წამით, ჰაერი ფილტვში ველარ შევა; ამიტომ სისხლი ძლიერად ვენური ხდება და ამას ასფიქსიამოსდევს. თითებს რომ ავაცლით, სუნთქვის მოძრაობა ხელახლად იწყება: უსწორ-მასწორო ძლიერი სუნთქვა, რაც დისპნოეს ახასიათებს (ასფიქსიური ანუ მოშლილი სუნთქვა).

b. E—მილის საშეაღებიო ფილტვებს ენერგიულ ვენტრალიაციას უშვრებიან; ამისათვის აწარმოებენ ჰაერის ხშირ ხელოვნურ შესუნთქვას (საბერველით) ერთი წამის განმავლობაში მაინც. ასეთი ხელოვნური შესუნთქვის შეწყვეტის შემდეგ ბუნებრივი სუნთქვა ჯერ დიდს ხნით არ სწარმოებს და მერე როდესაც იგი დაიწყება, პირველად ძლიერ მცირე ინტენსივობით იწარმოებს, მხოლოდ თანდათანობით მოიმატებს ნორმამდე. ეს არის აპნოე.

c. იღებენ n. vagus და მას გადასჭრიან. ორივე ნაჭერს ძაფი აჭებს მიბმული. პერიფერიული ბოლოს გაღიზიანება ინლუქციური ნაკალით არავითარ ეფექტს არ მოიცემა სუნთქვის მიმართ. ხოლო ცენტრალური ნაჭერის გაღიზიანება უსუსტესიც კი სუნთქვაზე იმოქმედებს: სუნთქვის გახშირება, ამასთან ტალღის ინტენსივობა, კლებულობს. თუ გაღიზიანება ინტენსიურია, მაშინ სუნთქვა შეყენდება.

d. x. 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 სასუნთქაეი აპარატის მიმართ მხოლოდ მგრძნობიარე ძაფებს შეიცავს.

ე. მეორე ცთომილი ნერვიც (მარჯვენა) რომ გადაეკრათ, მაშინ სუნთქვა ერთი ოთხად, ერთი ხუთად განელდება. ამავე დროს ზოგიერთ ცხოველზე სუნთქვა კრუნჩხოვანი ხდება.

ი. ცთომილი ნერვის ცენტრალური ბოლოს გალიზიანება ხელახლად სუნთქვის გახშირებას გამოიწვევს.

ვ. თავის ტვინი რომ ზურგის ტვინს მოვაშოროთ სკალპელით ტვინის გადაქრით მოგვძო ტვინის ქვემოთ სასუნთქაეი მოძრაობა მაშინვე დგება. მაგრამ ამავე დროს დამხმარებელ კუნთთა მოძრაობა პირისახეზე გრძელდება: ცხვირის ფრთები და პირი რითმულ შეკუმშვას კიდევ განაგრძობს.