

16

**Ə.H.ƏLİYEV, F.Ə.ƏLİYEVA.  
V.M.MƏDƏTOVA**

**İNSAN VƏ HEYVAN  
FİZİOLOGİYASINDAN  
PRAKTİKUM**

**(Dərs vəsaiti)**

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin 24.07.2008-ci il tarixli 952 sayılı əmrinə əsasən dərs vəsaiti kimi təsdiq edilmişdir.

**BAKI – 2010**

*Müəllif kollektivi bu dərsliyi «İnsan və heyvan fiziologiyası» elminin banisi görkəmli alim akad. A.İ.Qarayevin 100 illik yubileyinə həsr edirlər.*

Elmi redaktorlar:

Əməkdar elm xadimi, ABŞ-ın İllinoys EA-nın həqiqi üzvü, biologiya elmləri doktoru, professor **Neymət Qasimov**, Gəncə Dövlət Universitetinin biologiya fakültəsinin dekanı, anatomiya-fiziologiya kafedrasının dosenti b.e.n., əməkdar müəllim **Adil Rüstəmov**

Rəyçilər:

AMEA-nın A.İ.Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun analizatorların müqayisəli və yaş fiziologiyası laboratoriyasının rəhbəri, b.e.n. **Aflıq Qaziyev**, dos. **Sevinc İbrahimova**, dos. **Ruhəngiz Babayeva**

**Ə.H.Əliyev, F.Ə.Əliyeva, V.M.Mədətova.** İnsan və heyvan fiziologiyasından magistr hazırlığı üçün «Böyük ixtisas» praktikum. Bakı: «Bakı Universiteti» nəşriyyatı, 2010, 420 səh.

Oxucuların ixtiyarına verilən praktikum 10 fəsildən ibarət olub «İnsan və heyvan fiziologiyası» kursu üzrə elmi araşdırmaların obyektivi olan insan və heyvanda baş verən fizioloji proseslərin geniş və hərtərəfli öyrənilməsi üçün metodoloji yanaşmanı özündə əks etdirən 121 laboratoriya işindən ibarətdir. Praktikumda bu işlərin yerinə yetirilməsi üçün verilən metodlar tələbələrin sərbəst işləməsinə və insan və heyvan fiziologiyasından bakalavr və magistr müəhazirə dərslərində verilən materialı necə mənimsəməsinə yoxlamaq üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Ə  $\frac{1903010000}{M - 658(07)} - 2010$

© «Bakı Universiteti» nəşriyyatı, 2010

## MÜQƏDDİMƏ

Bakı Dövlət Universitetinin bakalavr və magistr pilləsində təhsil alan tələbələrinin müasir «İnsan və heyvan fiziologiyası» dərsliyinə olan ehtiyaclarını ödəmək üçün yazdığımız «Böyük təcrübə-məşğələ» kitabı insan və heyvan fiziologiyası proqramına (2007) uyğun yazılmışdır.

Girişdə fizioloji təcrübələrin aparılmasına dair göstərişlər, istifadə olunan cihazlar, məhlullar, narkoz, tədqiqat üsulları haqqında məlumat verilib. Sonrakı fəsilləri sinir-özələ fiziologiyası, mərkəzi sinir sistemi, qan, ürək-damar, tənəffüs, həzm, maddələr və enerji mübadiləsi, qidalanma, ifrazat, daxili sekresiya vəzləri, analizatorlar və ali sinir fəaliyyəti funksiyalarının təcrübə işlərini əhatə edir. Magistr tələbələrin tədris fənnini necə mənimsəməsini və laboratoriya işlərini sərbəst işləməsini yoxlamaq üçün bəzi işlərin sonunda suallar verilmişdir.

«İnsan və heyvan fiziologiyası» magistr hazırlığı üzrə «Böyük təcrübə - məşğələ» kitabında verilən işlərin yerinə yetirilməsi üçün verilən üsullar universitetlərin biologiya fakültəsinin magistr tələbələrinin sərbəst işləməsini və «İnsan və heyvan fiziologiyası»ndan mühazirə dərslərində verilən materialı necə mənimsəməsini yoxlamaq üçün nəzərdə tutulub.

Universitetlərin magistr proqramına uyğun olaraq hazırlanan bu kitab laboratoriya işlərinə aid 152 şəkil və 13 cədvəllə zənginləşdirilib. «Böyük təcrübə - məşğələ» kitabı dövlət, özəl və pedaqoji universitetlərin biologiya ixtisası üzrə magistr pilləsində təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulub, həmçinin ondan aspirantlar, dissertantlar və müəllimlər də bəhrələnmə bilər.

Kitab haqqında qeydlərini bildiren oxucularımıza minnətdarlığımızı bildiririk.

## **1 sayılı iş. «İnsan və heyvan fiziologiyası»ndan aparılan təcrübələrin təşkili, fizioloji təcrübələrdə istifadə edilən üsullar**

Fiziologiya elmi qədim zamanlardan eksperimentə əsaslanır. Fizioloji təcrübələr aparılan zaman fizioloji fəaliyyətlə əlaqədar olan funksiyalar xüsusi cihazlar vasitəsilə dəqiq qeydə alınmalı, təhlil edilməlidir. Öyrənilən fəaliyyət göstəricilərinin nəticəsi protokol, fotosəkil, kinofilm və s. kimi sənədləşdirməlidir.

Hər hansı canlı orqanizm və ya onun üzvü, toxuma və hüceyrələri üzərində əməliyyat aparılarkən, müxtəlif cərrahi alətlərdən, məhlullardan, kimyəvi maddələrdən, cihazlardan və s. istifadə edilir.

Fizioloji tədqiqatlar, əsasən *in vivo* (latınca *vivus* - canlı), yəni canlılar üzərində aparılır. Bəzi tədqiqatlar isə *in vitro* (latınca *vitrum* - şüşə, sınaq şüşəsi), yəni orqanizmdən kənarında aparıla bilər. Fizioloji təcrübələrdə daha çox qurbağa, dəniz donuzu, it, pişik və başqa heyvanların üzərində eksperiment aparılır.

Heyvan üzərində aparılan ekperimentin nəticəsi insan orqanizmi fəaliyyətinin bir çox qanunauyğunluqlarını başa düşməyə kömək edir.

### **Fizioloji təcrübələrdə istifadə olunan üsullar**

İnsan və heyvan orqanizmində embrional və post-embriyal yaş dövrlərində cərəyan edən fizioloji və biokimyəvi prosesləri öyrənmək üçün müşahidə və təcrübə üsullarından istifadə edilir. Lakin müşahidə üsulu hər hansı üzvün fəaliyyəti haqqında dəqiq məlumat almağa

kifayət etmədiyindən fizioloji göstəricilər barədə düzgün məlumatlar almaq üçün kəskin və xroniki təcrübənin aşağıda adları verilən müxtəlif üsullarından istifadə edilir:

**Viviseksiya** - Klavdi Qalen tərəfindən tətbiq edilib; hər hansı orqanın üzvləri cərrahi yolla açılır və müşahidə edilir; təcrübənin sonunda heyvan tələf olur

**Ekstripasiya** – hər hansı üzvün və ya onun bir hissəsinin kəsilib bədənə xaric edilməsidir.

**Transplantasiya** - bədənə hər hansı üzvün və ya toxumanın cərrahiyyə yolu ilə köçürülməsi, bitişdirilməsidir. Bu üsul bir neçə istiqamətdə ayto (özündən-özünə) – homo (eyni cinsdən cinsə) – hetro (müxtəlif cinslər arasında) – allo (yad cismin bədənə köçürülməsi) transplantasiya istiqamətində aparılır.

**Denervasiya üsulu** – üzvü innervasiya edən siniri kəsmək və üzvü sinir təsirindən azad etməkdir.

**Liqatura üsulu** – sinir və ya damarı bağlamaq yolu ilə üzvü sinir təsirindən və ya qan təchizindən azad etməkdir.

**Fistula üsulu** – həzm kanalının müxtəlif şöbələrinə bədən səthindən dəliklər açılır. İlk dəfə Rus alimi Basov (1842), sonra isə Fransız alimi Blandula (1843) mədəyə fistula qoymuşlar. Bu üsulu İ.P.Pavlov təkmilləşdirmişdir. Fistuladan xaricə axan həzm şirələrini alıb, miqdarını və tərkibini tədqiq etmək və həzm kanalının fistula qoyulmuş şöbələrinə müxtəlif qıcıq vasitəsilə təsir etmək yolu ilə İ.P.Pavlov elmi məlumatlar toplamış, həzm sisteminin fiziologiyasına dair nəzəriyyələr vermişdir.

**Radiotelemetriya üsulu** – müasir elektron cihazları vasitəsilə bioloji obyektin fizioloji fəaliyyət göstəriciləri qeydə alınır.

**Şerti refleks üsulu** – İ.P.Pavlov beyin fəaliyyətinin bir sıra qanunauyğunluqlarını kəşf etmiş, ali sinir fəaliyyəti haqqında təlim yaratmışdır.

**Elektrofizioloji üsul** – üzvi, toxuma və hüceylərdə əmələ gələn biocərəyanları qeyd etmək, ölçmək və müşahidə etməklə, onların fəaliyyəti haqqında məlumat toplanır. Fizioloji tədqiqatlarda və klinikada elektrokardiografiya, elektromiografiya, elektroensefaloqrafiya, elektoretinoqrafiya, ossiloqrafiya tətbiq edilir.

**Denervasiya üsulu** – üzvə gələn siniri kəsib, üzvü həmin sinirlə ona daxil olan sinir impulslarından məhrum etməkdən ibarətdir. Məsələn, mədəni innervasiya edən azan siniri kəsdikdə mədənin şirə ifrazı ləngiyir.

**Qıcıqlandırma üsulu** – fizioloji tədqiqatlarda müxtəlif təbiətli qıcıq növləri tətbiq edilir.

**Kimyəvi yolla** – qıcıqlandırmada kimyəvi maddələr bir neçə yolla tətbiq edilir (inyeksiya, elektroforez, mikroinyeksiya, parenteral).

**Termiki yolla** – qıcıqlandırma orqanizmin hər hansı nahiyəsini isitmək və ya soyutmaq yolu ilə həyata keçirilir.

**Elektrik cərəyanı yolu ilə** – elektrik qıcığın qüvvəsi, tezliyi, təsir müddəti istənilən qaydada tənzim olunur. Bunun üçün elektrostimulyator və elektrodlardan istifadə edilir.

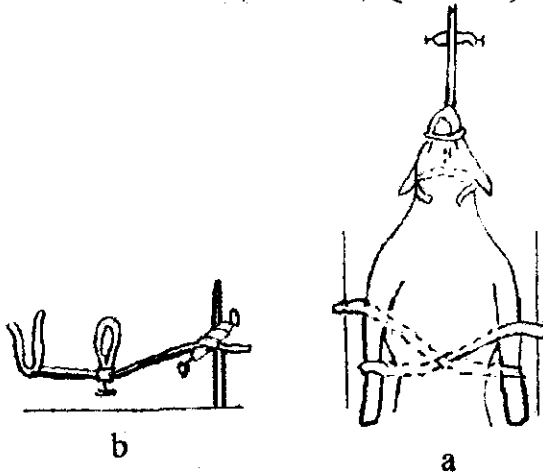
**Səs və işıq** – siqnalları qıcıqlandırmada istifadə edilir.

**Anastomoz üsulu** – ürək-damar və mədə-bağırsaq sisteminin müxtəlif şöbələri anastomoz vasitəsilə birləşdirilir. Məsələn, mədə xəstə olduqda qida borusu birbaşa onikibarmaq bağırsaqla birləşdirilir. Bu zaman udulan qida mədəyə yox, bağırsağa daxil olur.

**İri heyvanların** ətraflarını cərrahi masaya bağlamaqla

hərəkətsizləşdirirlər. Cərrahi əməliyyatı düzgün aparmaq üçün fiksə etməyin rolu böyükdür. Arxası üstə bağladığıda ön ətraflar gövdəyə möhkəm sıxılmalı, arxa ətraflar dar-tılmalı, boyun və döş qəfəsi yuxarıya çəkilməlidir.

Heyvanın başını fiksə etmək üçün müxtəlif növ baş tutanlardan istifadə edilir (məsələn, Qalen baş tutanı).



Şəkil 1. İtin viviseksiya masasına bərkidilməsi (a),  
Qalen baş tutanı (b).

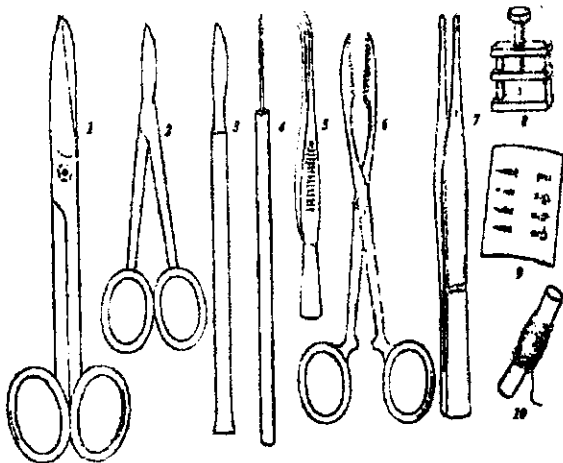
Cərrahi əməliyyatı aparmaq üçün 3 növ masa möv-cuddur: 1) kiçik heyvanlar (siçan, siçovul, dəniz donuzu) üçün kitazato masası; 2) orta ölçülü heyvanlar (dovşan, pişik) üçün taxtadan hazırlanmış masa; ki-moqrafin müxtəlif hündürlüyünə çatması üçün qaldırıcı masa; 3) böyük heyvanlarda (it) taxtadan və ya metal-dan hazırlanır.

**Perfuziya üsulu** – hər hansı üzvün ümumi qan döv-ranı ilə əlaqəsini kəsib, onun damarlarından qan əvə-zinə tərkibi məlum olan məhlullar axıtıb, üzvün damar-larından keçən məhlulu (perfuzatı) toplayıb analiz et-məkdən ibarətdir.

**Radiotelemetrik üsul** - müasir texniki cihazların köməkliliylə uzaq məsafədə, məsələn, idman meydançalarında, təyyarələrdə, kosmosda, ayda olan insanların və başqa bioloji obyektlərin (qurbağa, it, siçovul, pişik) fizioloji fəaliyyət göstəriciləri qeydə alınır.

## **2 saylı iş. Fizioloji təcrübədə istifadə olunan alətlər, cihazlar və məhlullar ilə tanışlıq**

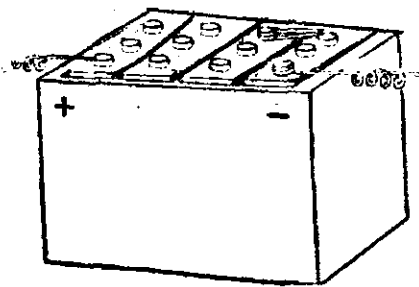
**Alətlər.** Fizioloji təcrübələri aparmaq üçün aseptika və antiseptika qaydalarını gözləmək şərtilə cərrahi alətlərdən istifadə olunur: böyük və kiçik qayçılar, anatomik, cərrahi və göz pinsetləri, cərrahi iynə, skalpel, sıxıcılar, preparaedici iynə, iynətutan, qarmaqlar, zondlar, sancaqlar, ipək sap, kanyulya.



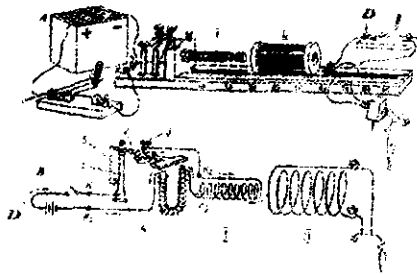
**Şəkil 2. Preparaedici alətlər.** 1-böyük qayçı; 2-kiçik göz qayçısı; 3-skalpel; 4-preparaedici iynə; 5-göz pinseti; 6,8-sıxıcı; 7-anatomik pinset; 9-sancaqlar; 10-ipək sap.



**Cihazlar.** Fizioloji eksperimentlərdə qıcıqlandırıcı, gücləndirici, çevirici, qeydedici cihazlardan istifadə olunur və obyektə qıcıqlandırmaq üçün müxtəlif mənbələrdən alınan sabit və dəyişən cərəyandan istifadə edilir.



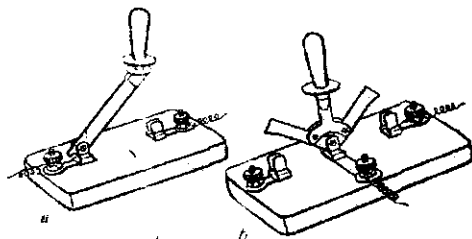
Şəkil 3. Qələvi akkumulyator.



Şəkil 4. İnduksion cihaz (a); onun dövrədə açılmış vəziyyətdə sxemi (b).

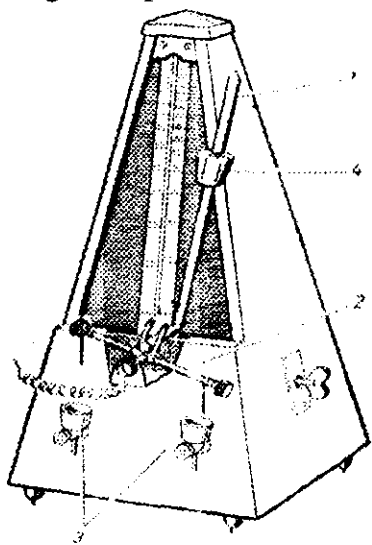
Sabit cərəyan mənbəyi kimi XVIII-XIX əsrdə akkumulyator, dəyişən cərəyana çevirmək üçün Dybua-Reymonun sürüşkən induksion cihazından istifadə olunurdu.

Açarlar (d) akkumulyatoru dövredə açıb bağlamaq üçün istifadə olunur.



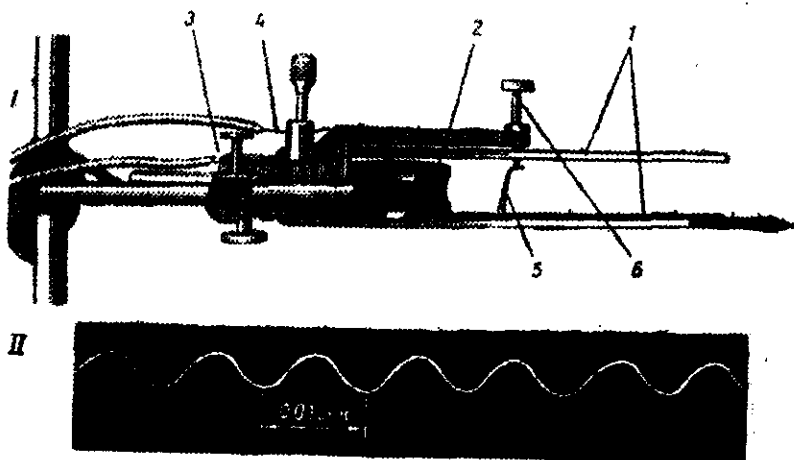
Şəkil 5. Sabit və dəyişkən cərəyan ilə iş sxeminin tərtibi üçün istifadə edilən açarlar: *a* - açar - rubilnik; *b* - üçkontaklı açar.

Metronom sabit cərəyandan istifadə edəndə dövrəni ritmik açıb bağlamaq üçün istifadə edilir.



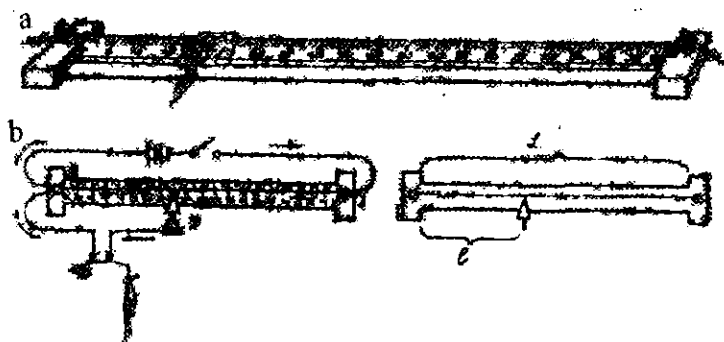
Şəkil 6. Metronom:  
1-rəqqas; 2-manivella; 3-civə fincanı; 4-sürüngəc.

Fasiləli cərəyan almaq üçün elektromaqnit kamer-  
tondan istifadə olunur.

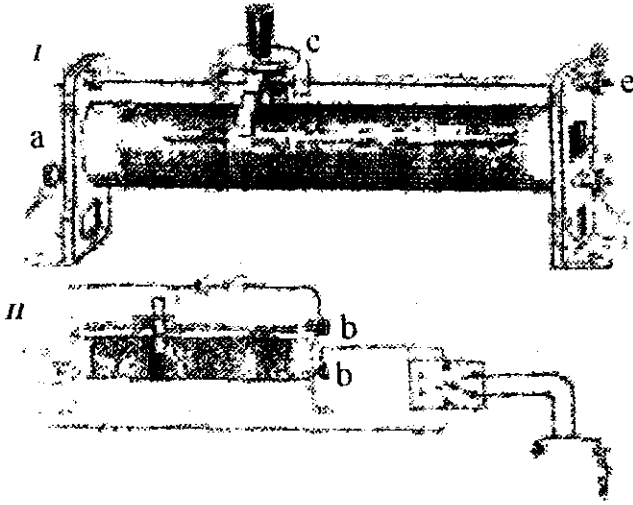


Şəkil 7. Kamerton. I-xarici görünüşü, II-kamerton dalğalarının  
əyrisi: 1-ayaqcıqlar; 2-elektromaqnit; 3,4-cərəyan mənbəyilə  
birləşdirən kontaktlar; 5-planindən nəql; 6-vint.

Reoxord və reostat sabit cərəyan ilə qıcıqlandır-  
maq üçün istifadə olunur.



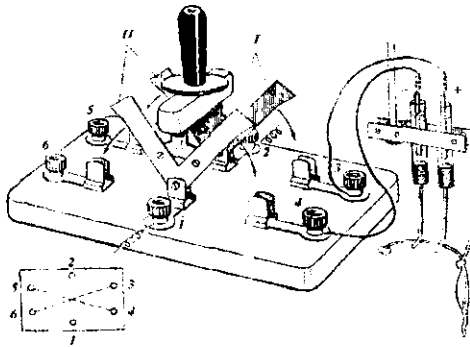
Şəkil 8. Reoxord: a - onun dövrəyə birləşmə sxemi;



*b* – 1, 2-kontaktlar, 3- sürüngəc.

**Şəkil 9.** Reoxord (*I*), dövrəyə birləşmə sxemi (*II*):  
*a, b, e* – klemmalar, *c*- sürüngəc.

Sabit cərəyanın istiqamətini dəyişmək üçün kommutatordan istifadə edilir.

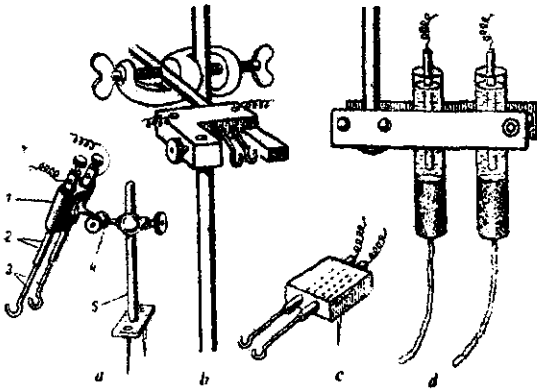


**Şəkil 10.** Kommutator: 1, 2, 3, 4, 5, 6 – kontaktlar.



Fizioloji elektron stimulyatoru fasiləsiz və proqramlaşdırılmış qıcıqlar verməkdən əlavə, bəzi elektron cihazları isə sistemin sinxron işlənməsi üçün müvafiq impulsar göndərmək məqsədilə istifadə edilir.

Elektrodlar vasitəsilə elektrik impulsar stimulya-



tordan obyektə çatdırılır.

**Şəkil 13. Elektrodlar:** *a*-iyne elektrodu; *b*-muftaya birləşən elektrodlar; *c*-mantar lövhəyə birləşən elektrodlar; *d*-qütbləşməyən elektrodlar. 1-ebonit lövhəcikli iyne elektrodu; 2-nəql; 3-gümüş və ya platindən uclar; 4-sarpiron cihaz; 5-mufta (halqa).

Bəzi təcrübələrdə metal elektrodlar qütbləşərək təcrübənin nəticəsini təhrif edir. Odur ki, sabit cərəyan tətbiq edilən təcrübələrdə qütbləşməyən elektrodlar işlənilir. Beynin dərin şöbələrindəki hüceyrələrin fəaliyyətini öyrənmək üçün şüşə borudan və ya metaldan hazırlanan mikroelektrodlar tətbiq edilir. Eyni elektrodla həm hüceyrəni qıcıqlandırmaq, həm də onun elektrik potensiallarını almaq üçün 2 kanallı elektrod istifadə olunur.

Bir qütblü (mupolyar) aparma zamanı elektrodlar-

dan biri tədqiq edilən toxumaya, hüceyrəyə, digeri isə uzaq məsafədə qoyulur ki, bunların da birincisinə fəal, ikincisinə indifferent elektrod deyilir. Bipolyar (2 qütblü) aparmada elektrodlar bir-birinə yaxın olur.

Asma elektrodlar beyin qabıęı səthinə təzyiq edib onu z d l mir, yalnız təmasda olur. Beyin daxilinə v  bədənin digər nahiy l rin  daxil edilən elektrodların uc-ları a ıq olmalı, səthləri elektrik keçirməyən lak ilə örtülməlidir.

Siniri qıcıqlandırmaq  c n mantar və ya   s  lövhə üzərinə yapışdırılmış elektrodlar istifadə olunur.

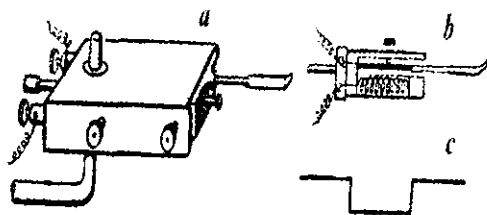
Xroniki təcrübələrdə elektrodları toxumaya h mi- alik b rkidirl r.

Müxtəlif qabıqaltı və beyin sütunu törəmələrinin bioelektrik f allıęı qeydə almaq, həmin törəmələri qı-cıqlandırmaq və ya daęıtmaq  c n **stereotaksis cihazın-dan** istifadə edirlər.

** evrici** cihazlar vasitəsilə əzələ t q ll s n , nəbzi, qan təzyiqini, ürək tonlarını, tənəffüs hərəkətlərini elek-trik dalęalarına çevirib, müvafiq qrafik g stricil r alınır.

**Gücləndirici** cihazlar qüvvəsi mikroamper, gərginliyi mikrovoltlarla  l l n cərəyanları milyon dəfə artırır.

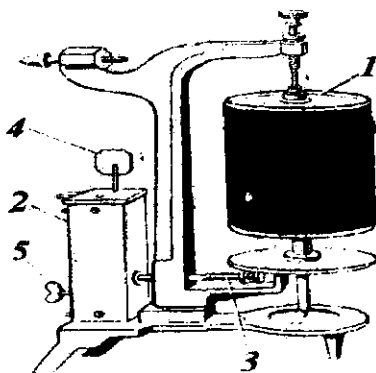
**Qeydedici** cihazlar mürəkkəb olub mexaniki, pnev-matik, elektrik, universal cihazlara bölünür.



**Şəkil 14. Qıcıq qeydedici:**  
a-xarici görünüşü; b-sxem; c-qıcıęın qeydi.

**Mexaniki cihazlar** – kimoqraf, mioqraf, kordioqraf təcürbə məşğələlərində geniş istifadə edilir.

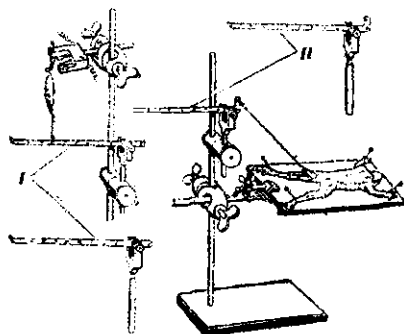
Kimoqrafın üzərində yazı almaq üçün onun silindrinin üzəri hislənmiş kağızla örtülür və qeydedici lingin lələk qələmi ona toxundurulur.



**Şəkil 15. Kimoqraf:**

1-silindr; 2-saat mexanizmi; 3-ox; 4-flüqer; 5-açar.

Mioqraf vasitəsilə izolə (təcrid) edilmiş əzələ təqəllüsləri qeydə alınır.



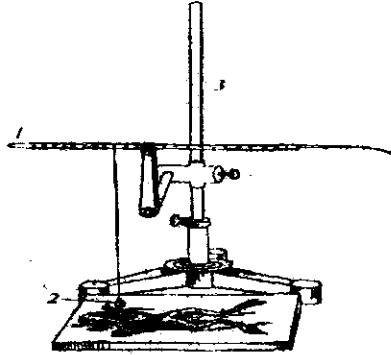
**Şəkil 16. Mioqraflar:**

I-düz mioqraf sinir əzələ preparatının əzələ təqəllüsünü qeyd edir;  
II-künclü mioqraf bütöv qurbağının əzələ təqəllüsünü qeyd edir.



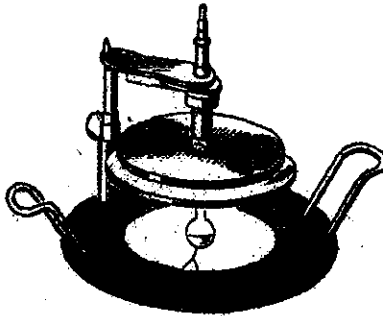
Təcrid edilmiş əzələnin bir ucunu ştativdəki sıxıcıya, digər ucunu qarmağa bənd etdikdə təqəllüs zamanı ling hərəkətə gəlir və kimoqrafın üzərində qeydə alınır.

**Kardioqraf** cihazı vasitəsilə ürək təqəllüsləri qeydə alınır. Təcrübə zamanı serfinlə ürəyin zirvəsini tutub qaldırıqda, ürək döyüntülərinə müvafiq olaraq, lingin ucu yuxarı və aşağı hərəkət edir və kimoqraf üzərində qeyd olunur.



Şəkil 17. Kardioqraf: 1-qeydedici ling; 2-serfin; 3-ştativ.

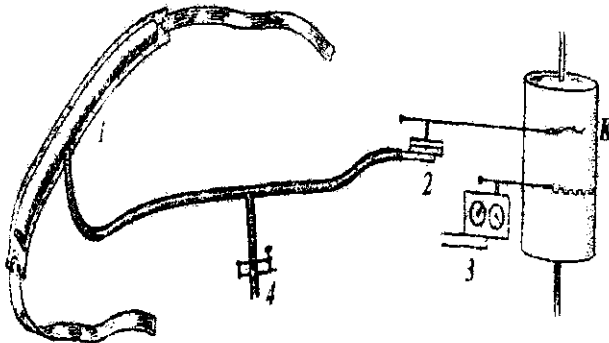
**Pelotlu kardioqraf** insanda ürək döyüntülərinin yazısını almaq üçün istifadə olunur.



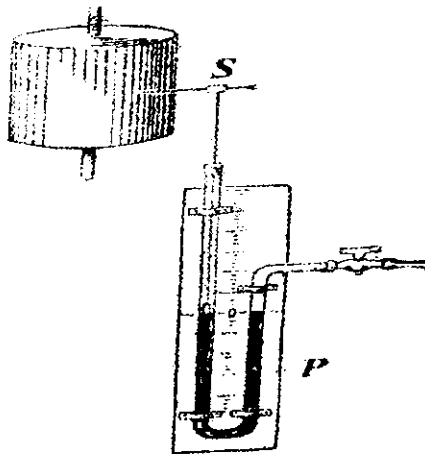
Şəkil 18. Pelotlu kardioqraf.

Bu cihaz qayıqlar vasitəsilə insanın döş qəfəsinə elə yerləşdirilir ki, onun pelotu sol tərəfdə qabırğaarası sahədə ürəyin zirvə vurğusu hiss edilən nöqtəyə düşsün.

**Pnevmoqraf** döş qəfəsində tənəffüs hərəkətlərini qeyd etmək üçün istifadə edilir.

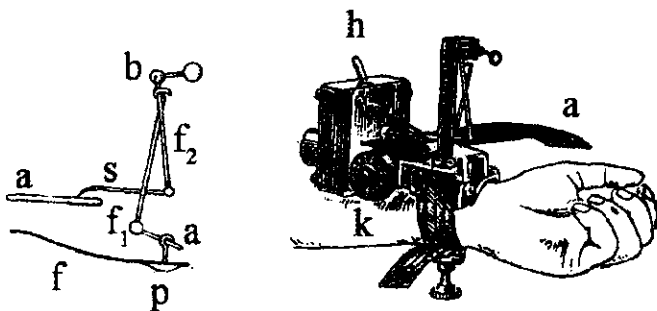


Şəkil 19. Pnevmoqraf: 1-rezin kamera; 2-marey kapsulası; 3-vaxt qeyd edicisi; 4-sıxıcı; K-kimoqraf.



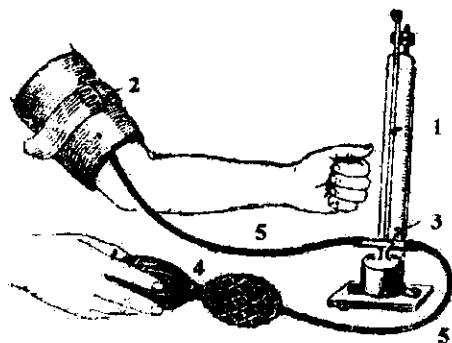
Şəkil 20. Qan təzyiqi qeyd etmək üçün manometr.

İnsanda nəbzi qeyd etmək üçün istifadə edilən cihaz sfiqmoqraf adlanır.



Şəkil 21. Sfiqmoqraf:  $p$ -pelott;  $F_1, F_2$ -ling;  $a$ -hislənmə kağız;  $s$ -ling;  $f$ -prujin;  $k$ -çarx;  $h$ -ling.

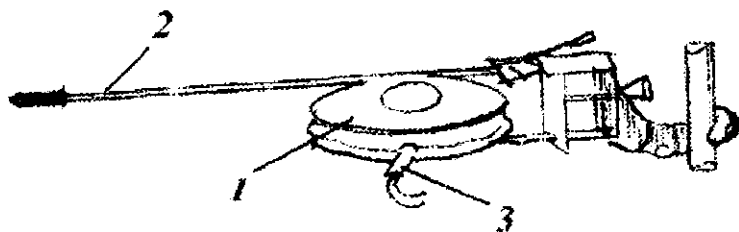
Sfiqmomomanometr insanda qan təzyiqini ölçmək üçün istifadə edilir.



Şəkil 22. Sfiqmomomanometr: 1-manometr; 2-boş manjet; 3-vintli klapan; 4-rezin balon; 5-rezin borular.

**Poliqraf** metal qutudan, onun üzərini örtən rezin pərdədən, pərdəyə yapışdırılmış qeydedici lingdən və

qutunun deşik divarına lehimlənmiş borudan ibarətdir.



**Şəkil 23. Poligraf:**

1-Marey kapsulu; 2-qeydedici ling; 3-metal boru.

Fizioloji təcrübələrdə istifadə olunan preparatın qansızlaşması və qurumasının qarşısını almaq üçün müxtəlif fizioloji məhlullardan istifadə olunur. Bəzən isə fizioloji məhlullardan qan əvəzediciləri kimi damara vururlar. Fizioloji təcrübələrdə daha çox soyuqqanlılar üçün 0,65%-li və isti qanlılar üçün 0,85%-li xörək duzu məhlullarından, isti və soyuqqanlılar üçün Ringer (Cədvəl 1), Ringer-Lok və Triode (cədvəl 2) məhlullarından istifadə edilir.

**Cədvəl 1**

**Ringer məhlulunun tərkibi (maddələrin miqdarı %-lə)**

Tərkib hissələri	İsti qanlılar üçün	Soyuqqanlılar üçün
NaCl	0,8	0,6
KCl	0,042	0,01
CaCl <sub>2</sub>	0,024	0,01
NAHCO <sub>3</sub>	0,01	0,01

Cədvəl 2

Fizioloji təcrübələrdə istifadə olunan zülalsız  
qanəvəzedici məhlullar (maddələrin miqdarı %-lə)

Məhlulun tərkibi (%-lə)	Xörək duzun- dan hazırla- nan məhlullar	Ringer məhlulu	Ringer-Lök məhlulu	Ringer- Triode məhlulu
NaCl	0,65, 0,95	0,8	0,9	0,8
KCl	--	0,042	0,042	0,02
CaCl <sub>2</sub>	--	0,024	0,024	0,02
NAHCO <sub>3</sub>	--	0,02	0,02	0,01
MgCl <sub>2</sub>	--	--	-	0,01
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	--	--	--	0,005
Qlükoza	--	--	0,1	0,01
Oksigen	--	--	oksigenlə zənginləşmə	oksigenlə zəngin- ləşmə

## I FƏSİL

### SİNİR-ƏZƏLƏ FİZİOLOGİYASI

Sinir, əzələ və vəzi toxumalarının oyanan toxumalar adlanmasına səbəb, onların qıcıq təsirindən oyanmasıdır. Sinirlər vasitəsilə sinir impulsları əzələyə nəql olunduqda o, təqəllüs, vəzi toxuması isə şirə ifraz edir. Əzələ, vəzi və sinir toxumalarında gedən maddələr mübadiləsinin vəziyyətindən asılı olaraq oyanma qabiliyyətinin intensivliyi dəyişə bilər. Hüceyrə qlafının və ya membranının bəzi ionları, xüsusən kalium və natrium ionlarını toxumanın sakit və ya fəaliyyət halında seçici keçirmək xüsusiyyətindən asılı olaraq toxumanın keçiriciliyi və oyanıqlığının səviyyəsi dəyişə bilər. Belə ki, əzələ hüceyrəsində oyanıqlıq və keçiricilik sinirlərə nisbətən zəif, vəzi hüceyrəsinə nisbətən yüksəkdir.

Əzələnin quruluş və funksional vahidi əzələ hüceyrəsi və ya lifidir. Əzələ lifi bir neçə millimetrdən bir neçə santimetrə qədər, qalınlığı isə 100 mikrona qədər olur. Hər bir lif xaricdən mikroskopik örtük sarkolemmadan, hüceyrədaxili mühit sitoplazmadan və bu mühitdə olan nüvələrdən (saya əzələdə bir nüvə olur) ibarətdir. Sitoplazma isə iki tərkib hissədən ibarətdir. 1-ci səthə yaxın sarkoplazmadan və dərinədə olan kinoplazmadan ibarətdir. Sitoplazmanın təqəllüs etmək qabiliyyəti yoxdur. Kinoplazma isə sitoplazmanın təqəllüs qabiliyyətinə malik tərkib hissəsi, yəni əzələ liflərinin təqəllüs aparatıdır. Bu aparat isə protofibril və ya miofilament adlanan tellərdən ibarətdir.

Diametri 1 mikrona bərabər olan hər miofibrildə 2500-ə qədər protofibril olur. Protofibrillər kimyəvi tə-

biətinə görə iki cür olurlar. 1-ci diametri 100 anqstrem (A) olan miozin teli, 2-ci diametri miozin telindən 2 dəfə az olan aktin telindən ibarət olur. Lakin aktin teli miozinə nisbətən uzun olur. Əzələ təqəllüs edəndə aktin teli iki miozin telinin ucları arasındakı sahəyə sürüşür, boşalanda isə əvvəlki vəziyyətinə qayıdır.

Mikroskop altında miozin telinin iştirakı olmayan, yalnız aktin teli olan orta sahələr işığı bir qat sındırdığından işıqlı görünür və bunlara izotrop diskələr deyilir. Lakin miozin və aktinin birgə iştirak etdiyi sahələr işığı ikiqat sındırdığı üçün və mikroskop altında tünd göründüyü üçün həmin sahələrə anizotrop diskələr deyilir.

Əzələnin qısalmasının, yəni yığılmasının fiziki mexanizminin əsasını aktin tellərinin miozin tellərinin arasında sürüşməsi təşkil edir.

Sinir-əzələ sistemi fiziologiyası bəhsində əsasən skelet əzələləri və onları innervasiya edən hərəkətli sinir lifləri öyrənilir:

İnsan bədəninin təxminən 40%-ni əzələ toxuması təşkil edir: 1) eninə zolaqlı skelet əzələsi; 2) eninə zolaqlı ürək əzələsi; 3) saya əzələlər.

Əzələlər vəzifə və quruluşuna görə bir-birindən fərqlənsələr də, onların ümumi oxşar cəhətləri var. Oxşar cəhət – əzələlərin oyanması, oyanan əzələlərin yığılmasıdır. Eninə zolaqlı əzələlər saya əzələyə nisbətən çox həssas olub, qüvvəli yığılma qabiliyyətinə malikdir. Skelet əzələlərinin oyanıqlığı və keçiriciliyi ürək əzələsinin, xüsusilə saya əzələlərin eyni qabiliyyətindən yüksəkdir. Deməli, skelet əzələsini təqəllüs etdirən minimum qıcıq qüvvəsi saya və ürək əzələsini təqəllüs etdirə bilmir. Ürək və saya əzələlərin avtomatiya qabiliyyəti isə skelet əzələsinə nisbətən yüksəkdir. Skelet əzələsi tetanik, ürək əzələsi tək təqəllüs edir. Bu əzələlərin fəaliyyəti

yəti sinir mərkəzləri, xüsusən beyin qabığının başçılığı altında nizama salınır.

Normal həyat şəraitində əzələlərin fəaliyyəti reflektor yolu ilə nizama salınır. İstər daxili, istərsə də xarici mühitdə baş verən dəyişikliklər reseptorları qıcıqlandırır; əmələ gələn oyanma afferent sinir vasitəsilə sinir mərkəzinə verilir. Efferent sinirlərlə gələn impulsların təsiri altında əzələlər yığılır və fəaliyyət göstərir. İmpulsun sinapsdan keçməsi sinir lifi ucundan ifraz olunan kimyəvi maddələr mediatorlar vasitəsilə olur. Bu zaman hüceyrə membranının ion keçiriciliyi dəyişir. Qütbləşmənin dəyişməsi baş verir, nəticədə fəaliyyət potensialı yaranır, əzələ lifi oyanır və təqəllüs üçün şərait yaranır.

Əzələnin təqəllüsünə səbəb olan kimyəvi mexanizm aşağıdakı kimi olur. Sarkoplazmatik retikulumdan çıxmış olan kalsium ionlarının təsiri ilə ATF-ə fermenti fəallaşdırıb LTF-i-adenozin trifosforu Adenozin difosfora (ADF) və fosfor turşularına parçalayır. Bu zaman ayrılan enerji əzələnin təqəllüsünə səbəb olur. Kalsium retikuluma qayıtdıqdan sonra isə əzələ boşalır.

ATF-in fasiləsiz resinter yolu ilə bərpası əzələ lifindəki kreatin fosfatın kreatinə və fosfor turşusuna parçalanması yolu ilə alınan enerji hesabına, kreatin fosfatın özündən ayrılan fosfat qrupu ADF-lə birləşib ATF-i bərpa etməsi yolu ilə olur.

Ayrılmış kreatinin qalan hissəsi heksoza-mono-fosfatdan ayrılan fosfor qrupu ilə birləşərək kreatin-fosfatını qismən bərpa edir.

ATF-in resintezi üçün digər enerji mənbəyi mövcuddur. Bu əlavə enerji mənbəyi anaerob (oksigeniz) və aerob (oksigenin iştirakı ilə) qlikoliz prosesləridir. Fermentlər təsiri ilə anaerob şəraitdə qlikogen qlükozaya, sonun-



cu isə süd turşusuna qədər ayrıla bilir. Süd turşusunun  $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6}$  hissəsi oksidləşərək suya, karbon qazına və çox hissəsinin qlikogenə qədər resintezi baş verir.

ATF-in resintezi üçün digər enerji mənbəyi yağların oksidləşməsindən ibarət aerob prosesləridir.

Müxtəlif sinirlər oyanmaları müxtəlif sürətlə nəql etdirirlər. Soyuqqanlı heyvanların sinirləri onları 5 – 30 m/san sürətlə nəql etdikləri halda, istiqlanlı heyvanların sinirləri oyanmaları 30 – 120 m/san sürətlə nəql edirlər. Sinirlərin vəzifəsi onlarla əlaqədə olan üzvlərin fəaliyyəti ilə müəyyən edilir.

### **3 saylı iş. Qurbağanı hərəkətsizləşdirmə üsulları**

Fizioloji təcrübələrdə qurbağanı hərəkətsizləşdirmək üçün mərkəzi sinir sisteminin pozulması üsulundan istifadə edilir.

#### **Birinci üsul. Baş və onurğa beynin dağıdılması**

Qurbağanı sol ələ alıb, göstərici barmaqla başını əyir, sağ əldə tutulan iti uclu şpris iynəsi ilə təpədən ənsəyə doğru orta xətt üzrə sürüşdürürlər. İynənin ucunun böyük ənsə dəliyinə düşdüyünü hiss etdikdə, həmin yerdən iynə batırılır, beyinə doğru yönəldilir. İynənin ucunu kəllə boşluğunda tərpətməklə beyin dağıdılır. Sonra iynənin ucunu arxaya çevirib onurğa kanalına yeritməklə onurğa beyni pozulur. Bu üsulla hərəkətsizləşdirilmiş qurbağanın arxa ətraflarını açıcı əzələləri tetanik təqəllüs edir və qurbağa dartılmış vəziyyət alır.



Şəkil 24. İynə vasitəsilə baş beyinini (2) və onurğa beyinini pozmaqla qurbağanın hərəkətsizləşdirilməsi.

### İkinci üsul. Dekapitasiyadan sonra onurğa beyinin dağıdılması

Bəzi təcrübələrdə qurbağanı daha tez və asan hərəkətsizləşdirmək üçün qurbağanın ön ətrafları gövdəyə sıxılmış, arxa ətrafları isə uzadılmış şəkildə salfetə bükülür (təkcə baş açıqda qalır).

Qurbağanı sol ələ alıb, sağ əldə tutulan qayçının bir ucunu onun ağızına salıb, alt çənəni saxlamaq şərti ilə başını kəsib atırlar. Belə preparata spinal qurbağa deyilir.

### Üçüncü üsul. Narkoz vasitəsilə hərəkətsizləşdirmə

Heyvanları hərəkətsizləşdirmək üçün 10%-li spirt və ya 2%-li efir məhlulundan istifadə edilir. Qurbağanı eksikatora, onun da yanına spirtdə və ya efirdə isladılmış pambıq qoyub, eksikatorun qapağını kəp bağlayırlar. 10 – 15 dəqiqədən sonra qurbağanın əzələləri boşa-

lır, hərəkət fəallığı yox olur, yəni qurbağa hərəkətsizləşir.

Qurbağanı hərəkətsizləşdirmək üçün uretan nar-  
kozundan da istifadə etmək olar. Bunun üçün 1 ml 5%-  
li uretan dəri altına yeridilir, 15 - 20 dəqiqədən sonra  
qurbağa hərəkətsizləşir.

### Qurbağanın fiksə edilməsi

Hərəkətsizləşdirilmiş qurbağa mantar lövhə üzə-  
rinə (20x10sm) ətrafları yüngül dartılıb sancaqlarla bər-  
kidilir.



Şəkil 25. Mantar lövhə üzərində qurbağanın  
fiksə edilməsi.

#### **4 sayılı iş. Sınır-əzələ preparatının hazırlanması və müxtəlif üsullarla qıcıqlandırılması**

Canlı hüceyrələr mühitin dəyişikliklərinə qarşı qıcıqlara cavab vermək qabiliyyətinə malikdir. Bu qabiliyyət oyanıqlıq adlanır.

Sınır-əzələ hüceyrələri və toxumalarında oyanıqlıq qabiliyyəti başqa toxumalara nisbətən daha yüksək olduğu üçün aydın nəzərə çarpır.

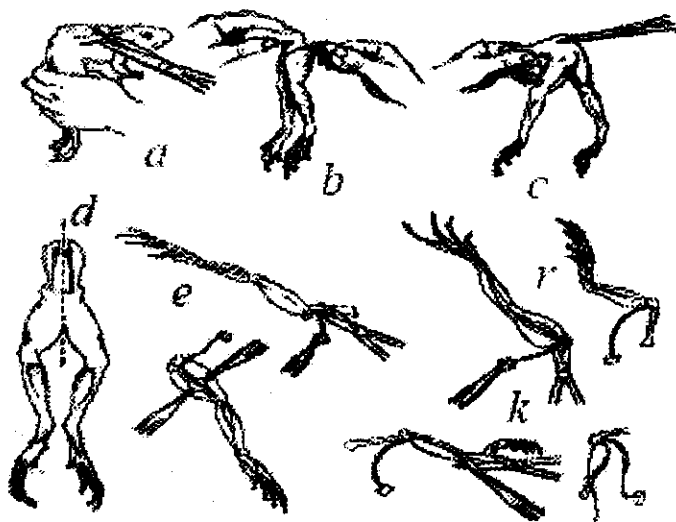
Oyanmanı əmələ gətirən amillərə qıcıq, qıcıqların hüceyrə, toxuma və ya üzvlərə göstərdiyi təsirə qıcıqlanma deyilir. Qıcıqlar 2 yerə ayrılır: 1) adekvat və ya xüsusi qıcıqlar; 2) inadekvat və ya ümumi qıcıqlar. Adekvat qıcıqlar təbii şəraitdə yalnız müəyyən üzvlərə təsir edən qıcıqlara deyilir. Inadekvat qıcıqlar toxumaların təkamülündən asılı olmayaraq üzvlərin çoxuna təsir edir, oyanma əmələ gətirir. Inadekvat qıcıqlara mexaniki, termiki, kimyəvi, elektrik qıcıqlar aiddir.

Sınır-əzələ preparatı qurbağanın arxa ətraflarından hazırlanır. Bu preparatdan əzələnin əsas xüsusiyyətlərini öyrənmək üçün qurbağanın arxa ətrafından hazırlanmış sınır-əzələ preparatından istifadə etmək olar.

**Lazım olan material və avadanlıqlar:** mantar lövhə, qayçı, pinset, sancaqlar, stimulyator, elektrodlar, naqillər, əşya şüşəsi, spirt, sap, tənzip, pambıq, kimoqraf, mioqraf, NaCl kristalı, fizioloji məhlul, qurbağa, 10%-li kurare məhlulu.

**İşin gedişi. 1. Sınır-əzələ preparatının hazırlanması.** Sınır-əzələ preparatını hazırlamaq üçün qurbağanı hərəkətsizləşdirmənin birinci üsulu ilə, yəni baş və onurğa beynini pozuruq. Qurbağanın arxa ətrafları onurğa sütununun bel səviyyəsindən qayçı ilə kəsib ayırırlar. Kəsilmiş onurğanın arxa hissəsinin dərisindən tutub aşağı

doğru dartıb, sonra ətrafların dərisini soyurlar. Budun arxa əzələlərini aralayıb, oturaq siniri tapıb, qayçının ucunu sinirin altından keçirib bud sümüyü əzələlərlə birlikdə diz oynaqına yaxın yerdən kəsib atırlar. Oturaq sinir salamat qalır və onurğa sütununun kəsilmiş fəqərəsinə birləşmiş olur. Əldə olunan preparata reaskopik pəncə və ya sinir-əzələ preparatı deyilir. Deməli, sinir-əzələ preparatı: 1. Sinirin ucuna birləşmiş sümük parçasından; 2. Oturaq sinirdən; 3. Baldır hissədən; 4. Bud hissədən; 5. Pəncə hissədən ibarətdir.



**Şəkil 26. Sinir-əzələ preparatının hazırlanma mərhələləri.**

*a*-çanaq sümükləri səviyyəsində onurğanın kəsilməsi; *b*-dəri və əzələlərin çıxarılması; *c*-onurğa sütununun qalmış fəqərəsindən elə tuturlar ki, bündüm sümüyü aydın görülsün; *d*-2 ətrafı, bündümü və onurğa sütununun qalığını düz yarıya bölürlər; *e*-pinset vasitəsilə budun arxa nahiyəsinin orta xətti üzrə əzələni ayırırlar; *f*-siniri kənara çəkib, bud sümüyünü əzələdən ayırırlar; *k*-baldır və pəncə dizdən aşağı kəsilir.

## 2. Sınır-əzələ preparatının müxtəlif qıcıqlarla qıcıqlandırılması

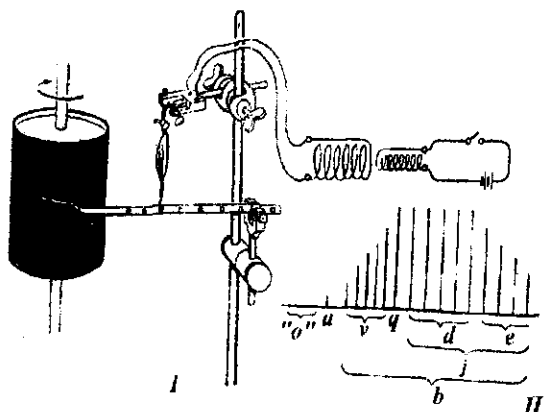
a) **Mexaniki qıcıqla** qıcıqlandırmaq üçün şüşə lövhə üzərinə qoyulmuş sınır-əzələ preparatının sinirinə pinsetin küt ucu ilə ehməlcə zərbə endirirlər. Hər zərbəyə qarşı sınır-əzələ preparatı təqəllüs edir;

b) **Termiki qıcıq** təsirini müşahidə etmək üçün preparatın sinirinə qızdırılmış metal çubuğun və ya şpris iynəsinin ucunu toxundurduqda əzələ təqəllüs edir;

c) **Kimyəvi qıcığın** təsirini müşahidə etmək üçün preparatın siniri üzərinə NaCl kristalı qoyurlar; əzələnin qıcığa cavabı gec müşahidə edilir və titrəməsi uzun müddət davam edir. Elektrik qıcığının qüvvəsini, tezliyini, müddətini və s. istənilən istiqamətdə dəyişdirmək və ondan həmin preparatı təkrar qıcıqlandırmaq üçün istifadə etmək mümkün olduğu üçün elektrik cərəyanı ən çox istifadə olunan qıcıq vasitələrindən hesab edilir.

Bunu müşahidə etmək üçün sınır-əzələ preparatının sinirini elektrik cərəyanı olan elektrodun çılpaq naqillərinin üzərinə qoyurlar. Hər dəfə dövrəni bağladıqda və ya açdıqda preparat hərəkət edir. Dövrə bağlı qaldıqda göz ilə görəcek hərəkət alınmasa da daimi cərəyan dövrədən axır. Bu cərəyan toxumanın oyanma və oyanmanı nəql etmə qabiliyyətini dəyişir.

3. **Qıcıq qapısının təyini.** Canlı toxumanın ən kiçik reaksiya verməsi üçün tələb olunan minimum qıcıq qüvvəsi aşağı qıcıq həddi və ya qıcıq qapısı adlanır.



**Şəkil 27. Təqəllüs effektinin qıcıq qüvvəsindən asılı olduğunu öyrənmək üçün qurğu (I), əzələ təqəllüsünün yazısı (II): a-qıcıq qapısı; «o»-qapıaltı qıcıq və ya aşağı qıcıq qapısı, II-yuxarı qıcıq qapısı və ya qapıüstü qıcıq; q-maksimum qıcıq qüvvəsi; II d-optimum (ən yaxşı) qıcıq qüvvəsi; II e-pessimum (ən pis) qıcıq qüvvəsi; II j-submaksimal qıcıq.**

Qıcıq qapısını təyin etmək üçün preparatın sinirini elektrodlar üzərinə qoyub, stimulyatorda cərəyanın qüvvəsini dəyişdirən dəstəyi başlanğıc («O») vəziyyətə gətirir, tədricən döndərməklə cərəyanın qüvvəsi elə səviyyəyə qədər artırılır ki, əzələ həmin qüvvənin təsiri ilə zəif təqəllüs edir. Minimum hündürlükdə təqəllüsə səbəb olan ən zəif qıcıq qüvvəsi həmin əzələ üçün qıcıq qapısı hesab olunur. Qıcıq, hansıki qüvvəsi qıcıq qapısından aşağı olub, xarici effektə səbəb olmur, belə qıcığa qapıaltı və ya aşağı qıcıq qapısı deyilir. Qıcıq qüvvəsi qıcıq həddindən yüksək olan qıcıqlara submaksimal qıcıq deyilir. Ən çox effektə səbəb olan ən zəif qıcıq qüvvəsinə maksimal qıcıq deyilir. Qüvvəsinə görə maksimumdan zəif olan qıcıqları submaksimal adlandırırlar. Qüvvəsi maksimumdan yüksək olan qıcıqlara supermaksimal qıcıqlar deyilir. Ən yaxşı oyanmaya səbəb

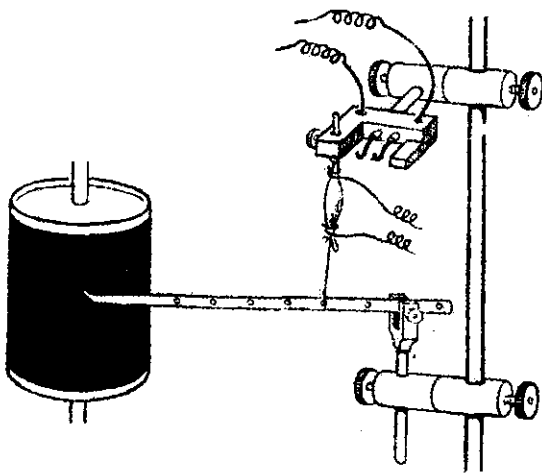
olan supermaksimal qıcığa optimal qıcıq deyilir. Ən zəif (pis) oyanma əmələ gətirən qıcığa pessimal qıcıq deyilir.

#### 4. Əzələnin vasitəli və vasitəsiz qıcıqlandırılması.

Əzələni təqəllüs etdirmək üçün bilavasitə onun özünə və ya onu tənzimləyən sinirə qıcıq verilir.

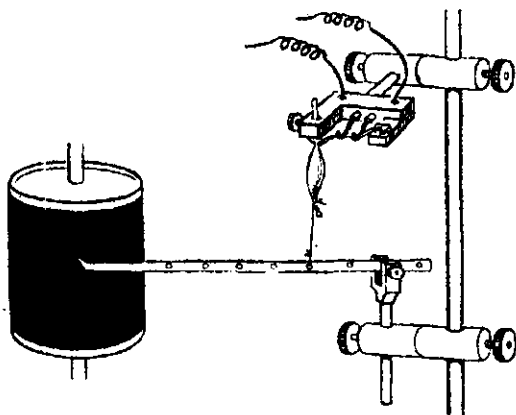
Qıcıq əzələnin özünə verilirsə, buna vasitəsiz, onu innervasiya edən sinirə verilirsə vasitəli qıcıqlandırma deyilir.

Vasitəli qıcınlandırmada oyanma əvvəlcə mio-nevral sinapsa çatır, sonra əzələyə yayılaraq onun təqəllüs etməsinə səbəb olur. Oyanmanı keçirməkdə sinapsın əhəmiyyətini isbat etmək üçün sinirin əzələyə daxil olduğu nahiyəyə 1%-li kurare məhlulu sürtmək lazımdır. Kurare məhlulu sinapsın keçiriciliyini pozduğundan vasitəli qıcıqlanma zamanı əzələ təqəllüs etmir.



Şəkil 28. Vasitəli qıcıq qapısının təyin etmək üçün qurğu.





**Şəkil 29. Vasitəsiz qıcıq qapısını təyin etmək üçün qurğu.**

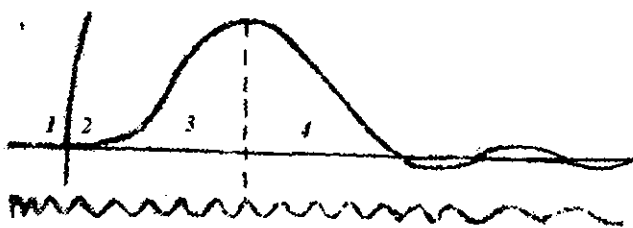
Əzələyə vasitəsiz qıcığın təsirini müşahidə etmək üçün, qurbağanın dərisini əzələdən ayırıb ştativdən asır və elektrodların ucunu bilavasitə əzələnin üzərinə qoyaraq tək-tək qıcıq veririk.

### **5 saylı iş. Mioqraf üçün sinir-əzələ preparatının hazırlanması və əzələ təqəllüslərinin mioqramması**

Əzələ toxuması, başqa toxumalardan fərqli olaraq yığılma qabiliyyətinə malikdir. Qıcıq təsiri altında əzələnin yığılmasına əzələ təqəllüsü deyilir. Əzələ təqəllüsü izotonik və izometrik şəkildə təzahür edilir. Əzələ təqəllüs edərkən onun gərilməsi dəyişməyib, uzunluğu dəyişərsə, yəni yalnız lifləri yığılarsa, belə təqəllüsə izotonik təqəllüs deyilir.

Əzələnin hər iki ucu möhkəm fiksə olunduğu zaman qıcıq təsiri altında əzələnin gərginliyi dəyişir; lakin əzələ lifləri yığılmır, yəni uzunluğu dəyişmərsə belə təqəllüsə izometrik təqəllüs deyilir.

Orqanizmdə təbii qıcıqlandırıcıların təsiri altında xalis nə izotermik, nə də izotonik təqəllüslər olur. Əzələnin hərəkətlərini yazan cihaza mioqraf deyilir. Əzələni vasitəli və ya vasitəsiz tək qıcıq ilə qıcıqlandırıldıqda, qıcıq təsiri altında əzələ yığılır və yığılan əzələ boşalır. Belə təqəllüsə tək əzələ təqəllüsü deyilir. Təqəllüsün yazısını kimoqraf üzərində qeydə alırlar ki, bu yazıya mioqram deyilir. Mioqramda latent dövr (qıcıqın verildiyi andan təqəllüsün başladığı ana qədər keçən dövr), yığılma və boşalma dövrləri ayırd edilir.



**Səkil 30.** Əzələnin tək təqəllüsünün yazısı: 1-qıcıqın verildiyi an; 2-latent dövr; 3-yığılma dövrü; 4-boşalma dövrü.

*Əzələnin enerji qalxan və ya əzələnin yığılma dövrü; enerji qalxan və ya əzələnin boşalma dövrü*

Deməli, tək təqəllüs 3 dövrə ayrılır: 1) latent dövrü; 2) enerjinin qalxan və ya əzələnin yığılma dövrü; 3) enerjinin enən və ya əzələnin boşalma dövrü.

Əzələyə qıcıq göndərilən an ilə yığılması arasında keçən qısa dövrə latent dövrü (0,01 san.) deyilir. Enerjinin qalxan dövründə əzələ yığılır (0,05 san.) və özünün maksimumuna çatır; sonra əzələ yavaş-yavaş boşalır və enerjinin enən dövrü adlanır.

Orqanizmdə yalnız ürək əzələsi tək təqəllüs edir. Skelet əzələləri daha mürəkkəb tetanik təqəllüslər edir.

Əgər əzələyə saniyədə 70 – 100 qıcıq verilərsə, tetanik təqəllüs (hamar tetanik) müşahidə olunur. Tetanik təqəllüs əzələnin yığılıb, qıcıq kəsilməyə qədər yığılır.

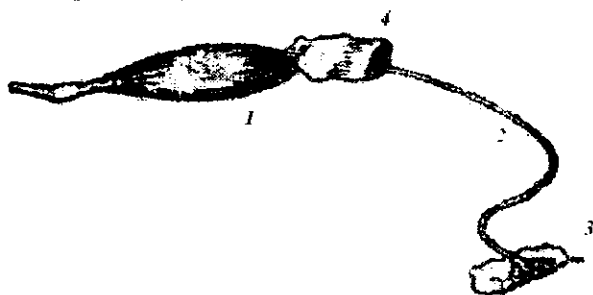
miş vəziyyətdə qalmasıdır. Tetanik təqəllüsün hündürlüyü tək təqəllüsün hündürlüyündən yüksək olur. Qıcığın sayı saniyədə 20 – 30-dan çox deyilsə, hər sonrakı qıcıq əzələnin boşalmağa başladığı dövrə düşdüyündən, alınan tetanik təqəllüs dişli olacaqdır.

**Lazım olan material və avadanlıqlar:** stimulyator, elektrodlar, kimoqraf, mioqraf, mantar lövhə, qayçı, pinset, sancaq, fizioloji məhlul (0,6%), tənzip, pambıq, qurbağa, Ringer məhlulu, pipet, universal ştativ.

### **İşin gedişi.**

#### **1. Skelet əzələsinin tək təqəllüsünün yazılması.**

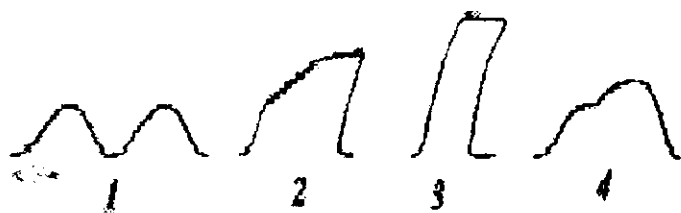
Əvvəlcə bildiyimiz qayda üzrə qurbağanın arxa ətraflarından reoskopik pəncə hazırlanır və bundan mioqraf üçün sinir-əzələ preparatı düzəldirlər. Həmin preparat onurğanın kiçik bir hissəsindən, oturaq sinirindən, bud sümüyünün aşağı üçdə bir hissəsindən və nəli əzələdən ibarət olur (şəkil 31).



**Şəkil 31. Mioqraf üçün hazırlanan sinir-əzələ preparatının sxemi:**  
1-nəli əzələ; 2-oturaq siniri; 3-onurğa sütunundan bir parça;  
4-bud sümüyündən bir parça.

31 sayılı şəkildə verildiyi qaydada mioqraf üçün sinir-əzələ preparatını hazırlayırlar. Əzələnin tək təqəllüsünün yazısını almaq üçün preparatın bud sümüyü olan hissəsi mioqrafın sıxıcısında tutulur, aşıl vətəri isə

qeydedici lingdən asılmış qarmağa keçirilir. Lingin ucu kimoqrafın silindri üzərindəki kağıza toxundurulur. Sonra orutaq siniri elektrodlar üzərinə qoyulur və ona tək-tək qıcıqlar verilir. Əzələ təqəllüs etdikcə, lingi hərəkətə gətirir və bu hərəkət kimoqrafın silindri üzərində qeydə alınır. Alınan yazı tək təqəllüsün mioqramı adlanır, latent (0,01 san.), yığılma (0,05 san.) və boşalma (0,04 – 0,05 san.) dövrlərinə, həmçinin təqəllüsün müddətinə (0,1 – 0,11 san.) və hündürlüyünə diqqət yetirmək lazımdır. Dövrəni saniyədə 30 – 40 dəfə bağlayıb açdıqda əzələyə ritmiki tetanik qıcıqlar göndərilir; bunların təsiri altında əzələ müəyyən vaxt yığılmış vəziyyətdə qalır. Qıcıqlanmanı dayandırdıqda yığılan əzələ boşalmağa başlayır. Əzələyə hər dəfə tam boşalmamış vəziyyətdə, yəni qıcığ enən dövrə düşərsə, əzələ tamamilə boşalmamış yenidən təqəllüs edir. Alınan hər bir təqəllüs özündən qabaqkıdan hündür olur ki, buna superpazisiya və ya yekunlaşmış təqəllüs deyilir.



**Şəkil 32. Əzələ təqəllüsünün mioqramı:**

1-tək təqəllüs; 2-dişli tetanus; 3-hamar tetanus;

4-optimum superpazisiya və ya yekunlaşmış.

Tək təqəllüs aldıqdan sonra, tədricən stimulyatorun qıcığ sıxlığını tənzim edən dəstəyi döndərməklə qıcığın sayı artırılır. Bu zaman dişli, sonra isə hamar tetanik təqəllüsün mioqramı qeyd olunur.