



TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

FÜSIOLOOGIA PRAKTIKUM

TARTU  1971

TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

Füsioloogia kateeder

FÜSIOLOOGIA PRAKTIKUM

Koostanud E. Käer-Kingisepp, M. Epler, E. Vasar,  
S. Teesalu, E. Hansson

Kaane kujundanud H. P i l t e r

KUSTUTATUD Arw.

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu

1690

## S a a t e k s

Uurige, võrrelge, koguge fakte.

\*

Otsige sihikindlalt seadusi, mis neid juhivad.

\*

Olge kirglikud oma töös ja otsinguis!

I. Pavlov, 1935

Viimastel aastatel on füsioloogia õppekavades tunduvalt suurendatud praktiliste tööde tundide arvu. Sellega on loodud avaramad võimalused üliõpilaste eksperimentaalsete oskuste arendamiseks ja iseseisva teadusliku mõtlemise kujundamiseks. Iga füsioloogia-praktikumi ülesanne on seotud ka teadusliku uurimisega, mis arendab oskust vaatluste teostamiseks ja saadud tulemuste põhjal järelduste tegemiseks.

Tööde valikul on silmas peetud füsioloogia põhikursuse õppeprogramme, samuti ka TRÜ füsioloogia kateedris olemasolevaid reaalseid eeldusi tööde läbiviimiseks. Füsioloogia klassikaliste eksperimentide kõrval on ette nähtud rohkesti vaatlusi ka inimese füsioloogiliste talitluste uurimiseks tänapäeva nõuete kohaselt. Esitatud tööde hulk võimaldab õpejõul valida ülesandeid vastavalt õppeprofiilile.

Tööle asudes selgitab üliõpilane ülesande sihi ja juhendi põhjal koostab läbiviidava töö plaani. Töö tulemuste

## I. V E H I

Vere mitmekesiste ülesannete (transpordifunktsioon, sisekeskkonna homeostaasi regulatsiooni, organismi kaitse) täitjateks on vereplasma ja vormelemendid. Viimaste omavahe- lise vahekorra ja vere vormelementide arvu ning omaduste määramine võimaldavad kaudselt hinnata ka vereloomeorganite talitlust. Vereplasma analüüsid annavad kõige laialdasema ettekujutuse organismi sisekeskkonna seisundist. Vere hüübi- missüsteemi uuringud on organismi ühe kaitsefunktsiooni näi- tajateks. Vereuuringute hulka kuuluvad veel analüüsid, mil- lel on oluline tähtsus mitmesuguste kliiniliste testidena, nagu veregruppide määramine, erütrotsüütide settereaktsiooni kiiruse määramine jne.

### VERE VÕTMISE TEHNIKA

Vere võtmisel tuleb täita nõudeid, mis tagavad ohutuse vere andjale ja analüüsides täpsuse. Sõltuvalt vere võtmise kohast eraldatakse arteri-, veeni- ja kapillaarverd. Nii kee- milise kui teütoloogilise koostise poolest on neil mõningaid erinevusi, mida tavalistes analüüsides ei arvestata. Enamasti kasutatakse uurimiseks kapillaarverd, mida võetakse kas sõr- meotsast või kõrvalestast. Selleks kasutatakse Franki nõela (sakifikaator), mille terasid on võimalik vahetada ja keet- misega steriliseerida (puhastamine piiritusega ei ole küllal- dane patogeensete mikroobide ja viiruste hävitamiseks). Vere võtmise koht puhastatakse vatiga, mis on niisutatud 70%-lise alkoholiga, ja seejärel hõõrutakse eeteralkoholis niisutatud vatiga, et koht kiiremini kuivaks ja kapillaarid täituksid paremini verega. Kui puhastatud piirkond on kuivanud, tehak- se sakifikaatoriga umbes 4 mm sügavune haavake. Esimene haa-

vakesest väljunud veretilka kuivatatakse vatiga (see sisaldab ka lümfid) ja järgmistest tilkadest võetakse veri analüüside jaoks. Veri peab haavakesest voolama vabalt. Sõrme ei tohi tugevasti masseerida, sest surumine kudedele põhjustab lümfi lisandumist verele ja sellega lahjendab uuritavat verd. Veri voolab haavast paremini, kui enne vere võtmist kätt soojendada.

**M ä r k u s.** Praktikumil teha tingimata ühel ja samal isikul järgmised vere analüüsid: erütrotsüütide loendamine, hemoglobiini hulga ja hematokriti väärtuse määramine, kuna see on vajalik arvutusteks.

### 1. Vereplasma ja vormelementide suhtelise mahu (hematokriti väärtuse) määramine.

Väikeses hulgas hüübimatuks muudetud veres eraldatakse vere tsentrifuugimise teel plasma ja vormelemendid ning määratakse nende mahud protsentides.

**V a h e n d i d:** hematokrit - väike tsentrifuug kahe metallraami paigutatud klaaskapillaariga, millel on jaotused 0-st kuni 100-ni, hepariin, vere võtmise abinõud.

**T õ õ k ä i k.** Vere hüübimise vältimiseks tõmmatakse kapillaaridest läbi hepariinilahust, kapillaarid kuivatatakse. Kapillaari täitmiseks verrega asetatakse kapillaari peenike ots veretilga sisse, kapillaarsuse tõttu tõmbub veri torusse. Kapillaari kallutamisel täidetakse see kuni märgini 100. Mõlemad täidetud kapillaarid asetatakse raamistusse peenemate otstega vastamisi, kinnitatakse tihedalt ja tsentrifuugitakse (3000 tiiru minutis 10 min.). Vereplasma ja vormelementide mahu protsent saadakse kapillaaril olevate jaotuste järgi. Võetakse keskmine kahe kapillaari andmetest. Normaalselt on vereplasma maht 55-60%, vormelementide maht 40-45%.

## 2. Vere viskoossuse määramine.

Vere viskoossus oleneb reast faktoritest: vormelemen- tide hulgast, vere gaaside-(CO<sub>2</sub>), valgu-ja sooladesisaldu- sest vereplasmas.

V a h e n d i d: viskosimeeter, stopper, vere võtmise abinõud, hepariin.

T õ õ k ä i k. Viskosimeetri kapillaar suletakse sõr- mega ja lehrtrisse valatakse 1 ml destilleeritud vett ning lastakse ettevaatlikult vesi välja märgini 1. Siis avatakse kapillaar täiesti ja määratakse aeg, mille jooksul vere ni- voo laskub märgini 2. Seejärel loputatakse kapillaar piiri- tusega, kuivatatakse. Nüüd täidetakse kapillaar hüübimatu verega (veri, millele on lisatud hepariini) märgini 1 ja mää- ratakse aeg, mille jooksul nivoo laskub märgini 2. Vere vis- koossuse arvutamiseks jagatakse vere läbimise aeg vee läbi- mise ajaga.

## 3. Vereseerumi puhveromaduste määramine.

Tõõ eesmärgiks on kindlaks teha, kui palju kulub vere- seerumi tiitrimisel kuni reaktsiooni (pH) nihkeni hapet või alust rohkem kui destilleeritud vee puhul.

V a h e n d i d: vereseerum (lahjendatud 1:10), 2 bü- retti, 0,01n NaOH, 0,1n HCl, 4 keeduklaasi, 2 pipetti ja 5 ml, dest. vesi, indikaatorid metüülornažilahu ja fenool- ftaleiinilahu.

T õ õ k ä i k. Keeduklaasi mõõdetakse 5 ml vereseeru- mit (lahjendus 1:10), teise keeduklaasi 5 ml destilleeritud vett, mõlemasse keeduklaasi lisatakse 1 tilk metüüloranži. Tiitritakse 0,1n HCl-ga püsiva punase värvuseni. Soovitav on enne tiitrida dest. vesi. Leida, mitu korda kulub vereseeru- mi tiitrimisel soolhapet enam kui vee tiitrimisel. Tiitrimi- sel 0,01n NaOH-lahusega lisatakse 1 tilk fenoolftaleiini ja tiitritakse nõrga roosa värvuse tekkimiseni. Võrrelda dest. vee ja vereseerumi tiitrimisel kulunud leelise hulka.

#### 4. Vere vormelementide loendamine.

Vere vormelementide hulka kuuluvad erütrotsüüdid e. punalibled, leukotsüüdid e. valgelibled ja trombotsüüdid e. vereliiketakud. Vere vormelementide loendamist viiakse läbi vastavates kambrites. Erütrotsüütide arvu määratakse ka fotomeetriliste ja elektronautomaatsete loendusmeetoditega. Kasutatakse ka erütrotsüütide arvu määramist hematokriti väärtuste ning erütrotsüütide keskmise mahu põhjal.

Vere vormelemente loendatakse kindlas ruumalas lahjendatud veres, tulemused arvutatakse 1 mm<sup>3</sup> vere kohta. Vere lahjendamiseks kasutatakse lahjenduspiipette, mis erütrotsüütide ja leukotsüütide jaoks on erineva mahuga. Lahjenduspiipetil on ampullitaoline laiend, milles on väike klaaskuulike e. segaja. Erütrotsüütide loendamisel kasutataval lahjenduspiipetil on allpool laiendit jaotused 0,5 ja 1, pealpool laiendit 101. Leukotsüütide loendamisel kasutataval lahjenduspiipetil on allpool laiendit numbrid samad (0,5 ja 1), pealpool laiendit on number 11. Jaotused 0,5 ja 1 näitavad, millise osa see moodustab lahjenduspiipeti mahust.

Verd võetakse lahjenduspiipetti kas jaotuseni 0,5 või 1 ja lahjendusvedelikku erütrotsüütide loendamiseks kuni 101-ni. Seega saadakse vere lahjendused kas 1:200 või 1:100. Leukotsüütide lahjenduspiipetti on väiksema ampulliga ja vere lahjendused saadakse kas 1:20 või 1:10.

Vere lahjendamine erütrotsüütide loendamisel toimub 3% -lise NaCl-lahusega. Vere suhtes hüpertonilises lahuses punalibled kortsuvad ja muutuvad kontrastsemateks mikroskoobi vaateväljas. Leukotsüütide loendamisel lahjendatakse veri 0,5% -lise äädikhappelahusega, mis on värvustatud gentsiaana-violetiga. Äädikhappelahuses punalibled hemolüüsuvad, rakumembraan puruneb ja nad kaovad mikroskoobi vaateväljalt. Purunevad ka leukotsüütide membraanid, kuid neil säilivad tuumad, mis gentsiaana-violetiga värvunult on sinakat tooni ja see- tõttu mikroskoobi all hästi nähtavad.

Verekehakeste loendamine toimub loenduskambrites mik-

roskoobi abil. Kasutatavamad on Gorjajevi loenduskambrid. (Vt. skeem) Katteklaas tuleb asetada kambrile tihedalt nõnda, et tekiksid Newtoni rõngad katteklaasi servade juures. Kui katteklaas ei ole asetatud tihedalt, siis ei ole kambris oleva vedeliku kihi paksus mitte 1/10 mm, vaid rohkem, mis annab loendamisel vigu. Loenduskambri keskmisele madalamale osale on mõlemal pool ristivagu graveeritud ruudustik. Ruudude mõõtmeid iseloomustab tabel 1.

T a b e l 1

	Serva pikkus mm	Pindala mm <sup>2</sup>	Ruumala mm <sup>3</sup>
Väike ruut	1/20	1/400	1/4000
Suur ruut	1/5	1/25	1/250

Erütrotsüütide loendamisel kasutatakse ruudustiku väikesi ruutusid, leukotsüütide loendamisel suuri ruutusid.

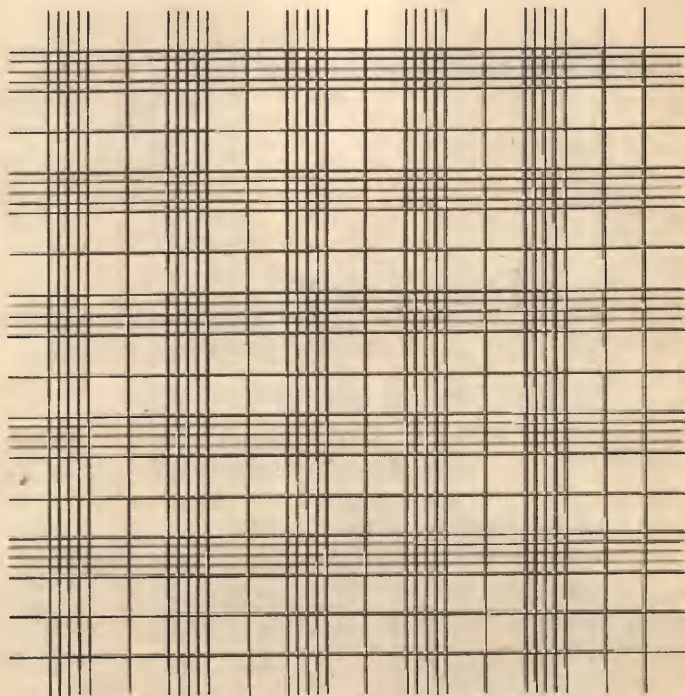
1) Erütrotsüütide loendamine.

V a h e n d i d: mikroskoop, Gorjajevi loenduskamber, katteklaas, lahjenduspipett erütrotsüütide jaoks, 3%-line NaCl-lahus, 70%-line alkohol, eeteralkoholilahus, vatt, sakifikaator, portselankausike.

T õ ö k ä i k. Portselankausikesse valatakse välja umbes 2 ml 3%-list NaCl-lahust. Lahjenduspipetti tõmmatakse verd jaotuseni 0,5 ja seejärel 3%-list NaCl-lahust jaotuseni 101 (seega lahjendus 1:200). (NB! Samast haavakesest võetakse ka veri leukotsüütide loendamiseks.) Pipeti otsad sulletakse sõrmedega ja loksutatakse 2-3 min. Katteklaas asetatakse tihedalt loenduskambrile. Lahjenduspipetist lastakse mõned tilgad vedelikku välja (pipeti kapillaarses osas 3%-line NaCl ei segune verega). Siis asetatakse loenduskambri katteklaasi serva juurde ettevaatlikult lahjenduspipeti



3



**GORJAJEVI LOENDUSKAMBRI SKEEM**

**1 - PEALTVAADE, 2 - KÜLGVAADE, 3 - VÕRGUSTIK (VÄIKESE RUUDU KÜLJE PIKKUS  $\frac{1}{20}$  MM, SUURE RUUDU KÜLJE PIKKUS  $\frac{1}{5}$  MM).**

ots ja lastakse välja tilk vedelikku, mis valgub ühtlaselt loenduskambris, täites kattedklaasi all oleva ruumi. Enne loendamise alustamist lastakse kambril 2-4 minutit seista, et erütrotsüüdid ruudustikus setiksid.

Mikroskoobi all otsitakse esmalt ruudustik nõrgal suurendusel. Loendamisel kasutatakse tugevat suurendust. Erütrotsüüte tuleb loendada vähemalt 80 väikeses ruudus. Selleks viiakse kordamööda mikroskoobi vaatevälja 5 suurt ruutu, mis on jaotatud 16 väikeseks ruuduks. Ruudud valitakse ruudustiku eri nurkadest ja üks ruudustiku keskelt või diagonaalis läbi võrgustiku. Selleks nihutatakse nõrgal suurendusel vaatevälja tsesntrisse üks vastavast kohast valitud suur ruut ja seejärel viiakse mikroskoop üle tugevale suurendusele. (Ettevaatust, mitte katseklaasi purustada ! ) Loendada tuleb süsteemikindlalt, et vältida mõningate punaliblede kahekordset loendamist, eriti neid, mis asuvad ruutude piirjoontel. Sama ruudu punaliblede hulka loendatakse kõik need rakud, mis asuvad ruudu vasemal ja ülemisel piirjoonel. Väikeste ruutude loendustulemused kirjutatakse protokollis vastavalt loendamise järjekorrale. Iga suure ruudu (16 väikest ruutu) andmed kirjutatakse ühte tulpa. Pärast loendamise lõpetamist summeeritakse saadud arvud. Näiteks on summa 470. See tähendab, et 80 väikeses ruudus on 470 punaliblet. Et punaliblede arv väljendatakse l mm<sup>3</sup>-s veres, siis tuleb arvestada veel lahjendust ja ruudu ruumala. Arvutatakse järgmise valemi järgi:

$$E = e/80 \times 4000 \times 200 = \frac{470 \times 4000 \times 200}{80} =$$

$$= 470 \times 10000 = 4\,700\,000 \text{ punaliblet } 1 \text{ mm}^3 \text{ veres,}$$

e - erütrotsüütide arv 80 väikeses ruudus,  
E - erütrotsüütide arv 1 mm<sup>3</sup> veres.

Tuleb silmas pidada, et erütrotsüütide loendamisel on minimaalne ruutude arv 80, et tulemused oleksid usaldusväärsed. Väiksema arvu rakkude loendamiseks on loendusviga väga suur. Loendades 500 raku, võib viga olla  $\pm 10\%$ , s.t. tulemuse pu-

hul 5 000 000/mm<sup>3</sup>-s võib tegelikult olla nii 4 500 000 kui 5 500 000. Kui aga loendatakse kõigest 100 rakku, on viga 20%, seega tegelik väärtus võib olla kas 4 000 000 või 6 000 000.

#### Küsimused.

1. Missugused vead võivad tekkida erütrotsüütide loendamisel ja kuidas neid vältida?
2. Millal on soovitatav kasutada lahjendust 1:100?
3. Millistest asjaoludest lähtudes määratakse konkreetse juhul ruutude arv; kus loendada?

#### 2) Leukotsüütide loendamine.

V a h e n d i d: lahjenduspipett leukotsüütide loendamiseks, 0,5%-line äädikhape gentsiaana-violetiga. Muu sama mis eelmises töös.

T õ õ k ä i k. Verd võetakse jaotuseni 1 ja lahjendusvedelikku jaotuseni 11 (seega lahjendus 1:10), loksutatakse ja jäetakse seisma, kuni punalibled on loendatud. Enne loendamist uuesti paar minutit loksutada, asetada loenduskambrisse üks tilk, pidades silmas samu nõudeid mis erütrotsüütide loendamisel. Rakud loendatakse nõrgal suurendusel ruudustiku suurtes ruutudes. Vaateväljas on leukotsüüdid selgelt piirunud sinakate täpikestena. Loendada 100 suures ruudus. Selleks võetakse kõik ruudustiku suured jaotamata ruudud, mis on grupeeritud 4-kaupa. Alustatakse ruudustiku vasakust ülemisest servast, loendatakse ülalt alla, alt üles jne., nihutades kambrit. Saadud arvud kirjutatakse tulpadesse ja summeeritakse.

Arvutatakse valemi järgi:

$$L = \frac{1}{100} \cdot 250 \cdot 10 = \frac{1 \cdot 250 \cdot 10}{100} = 1 \cdot 25.$$

L = leukotsüütide arv 1 mm<sup>3</sup> veres,

1 = leukotsüütide arv 100 suures ruudus,

10 = lahjendus.

### Küsimused.

1. Missugust lahjendusvedelikku kasutatakse leukotsüütide loendamisel ja miks?
2. Mis on alimentaarne leukotsütoos?
3. Millisel juhul kasutatakse lahjendust 1:20 leukotsüütide loendamisel?
4. Millised asjaolud määravad ruutude arvu, kus loendatakse?

### 5. Punaliblede hemolüüs.

Erütrotsüüdid säilitavad normaalse kuju ja mõõtmed üksnes isotoonilistes ja isoonilistes lahustes. Hüpotoonilistes lahustes erütrotsüüdid purunevad ja hemoglobiin pääseb lahusesse - seda nähtust nimetatakse hemolüüsiks.

V a h e n d i d: 12 katseklaasi statiivil, verevõtmise abinõud, lahused: 0,9%-line NaCl-lahus, dest. vesi, 1,8%-line karbamiidilahus, 1,8%-line karbamiidilahus 0,9%-lises NaCl-lahuses, 0,9%-line NaCl-lahus, eeter, 96<sup>o</sup>-ne alkohol, pipett.

T ä h k ä i k. Nimetatud lahustest valatakse katseklaasi 4-5 ml. Seejärel tilgutatakse igasse katseklaasi 2 tilka verd, loksutatakse. Pärast verd lisatakse mõni tilk alkoholi 5. ja eetrit 6. katseklaasi ning loksutatakse neid uuesti. Katseklaasid jäetakse seisma. Ühe (võimaluse korral 24) tunni möödumisel hinnatakse hemolüüsi. Hemolüüsunud lahus on läbipaistev, lakitaoline, hemolüüsumata aga hägune. Võrreldakse punaliblede säilimist isotoonilises NaCl-(1.) ja karbamiidi-(4.) lahuses. Järeldustes tuleb iga katseklaasi puhul anda seletus, miks tekib (ei teki) hemolüüs.

Tabeli näide :

Lahuse nr.	Lahuse koostis	Hemolüüs on (+), ei ole (-)	Hemolüüsi tekkinise põhjus
------------	----------------	-----------------------------	----------------------------

### Küsimused.

1. Miks võetakse 1,8%-line karbamiidilahus? Arvutage lahuse osmootne rõhk.

2. Kuidas seletada punaliblede purunemist 1,8%-lises karbamiidilahuses?

3. Milline tähtsus on katsel füsioloogilise keedusoolalahuse ja karbamiidilahuse kasutamisel?

4. Kuidas seletada eetri ja alkoholi toimet?

6. Hemoglobiini hulga määramine Sahli järgi.

V a h e n d i d; Sahli hemomeetri komplekt, mille hulka kuuluvad: statiiv mõõtklaasi ja standardlahustega, pipett vere võtmiseks (pipeti maht märgini on 20 mm<sup>3</sup>), pipett destilleeritud vee jaoks ja klaaspulgake lahuse segamiseks; 0,1n HCl-lahus, destilleeritud vesi, vere võtmise abinõud.

T õ õ k ä i k. Sahli hemomeetri keskmisse mõõtklaasi võetakse 0,1n HCl-lahust kuni skaala alguseni.

M ä r k u s. Hemomeetreid on mitut tüüpi jaotustega, esimene arv skaalal võib olla kas 2, 10 või 12. Sellepärast ei saa nimetada arvu, milleni reaktiivi võtta. Ettevaatust eeskirjadega, kus antakse arvi!

Pipetti võetakse verd 20 mm<sup>3</sup> ja lastakse valguda mõõtklaasi või lahusesse nii, et lahuse pealmine kiht jääks selgeks. Tühja pipeti ots tõstetakse vähe kõrgemale, tõmmatakse sellesse selget HCl-lahust ja loputatakse pipett väga hoolikalt. (NB! Määramise täpsus oleneb sellest, kas kogu veri pipetist on viidud lahusesse.) Mõõtklaasi loksutatakse ettevaatlikult ja jäetakse 5 minutiks seisma, siis lisatakse vaetava pipetiga mõõtklaasi tilkhaaval dest. vett ja segatakse lahust klaaspulgaga, kuni lahuse värvus võrdsustub standardlahuste värvusega. Värvusi tuleb võrrelda päevavalgel. Tulemus loetakse mõõtklaasil gradueeritud skaalalt lahuse meniski alumiselt piirilt. Tulemus saadakse g%-des või - vanematel hemomeetritel - suhtelistes, Sahli ühikutes. Ümberarvutamisel Sahli ühikutelt g%-deks arvestatakse, et 16,67 g% vastab 100 Sahli ühikule.

### Küsimused.

1. Kuidas nimetatakse selliseid meetodeid, nagu seda on Sahli meetod?

2. Missugune ühend tekib hemoglobiinist soolhappe liisamisel? Miks kasutatakse seda uut ühendit ja mitte hemoglobiini ennast?

3. Arvutada Sahli ühikuteks 13,5 g%.

Arvutada g%-ks 68 Sahli ühikut.

7. Nemoglobiini tähtsamate omaduste uurimine.

V a h e n d i d: katseklaasid, dest. vesi, Na hüdro-sulfit, hemoglobiinilahus CO-ga, vere võtmise abinõud, spektroskoop.

T õ õ k ä i k. Valmistatakse hemoglobiini lahus dest. vees. Suuremasse katseklaasi valatakse 10-15 ml dest. vett ja lisatakse mõni tilk verd. Valatakse lahust 4-5 katseklaasi, 1.katseklaas jäetakse seisma, 2.katseklaas kaetakse sõrmega ja loksutatakse tugevasti. Jälgida värvuse muutumist, võrrelda 1.katseklaasis oleva lahusega. 3.katseklaasi lisatakse vähe Na-hüdro-sulfitit (aine, mis seob intensiivselt hapnikku). Jälgida värvuse muutumist, võrrelda 2.katseklaasiga. Jagada lahus kolmest katseklaasist kahte katseklaasi, ühte neist energiliselt loksutada ja võrrelda seda vaikselt seisnud osaga. Jälgida värvusi eelmiste katseklaasidega võrreldes, märkida, millega sarnaneb loksutatud lahus. Võtta katseklaasi hemoglobiinilahust, millest on tõmbekapis läbi juhitud põletusgaas. Jälgida selle lahuse värvust, jagada lahus kahte katseklaasi, ühte neist loksutada energiliselt ja võrrelda, kas toimus värvuse muutumine. Kõik vaatlused täpselt protokollida! Viia läbi kõigi saadud lahuste spektroskoopiline vaatlus. Kirjeldada ja joonistada värvidega spektrid: oksühemoglobiini, redutseeritud hemoglobiini, CO-hemoglobiini jne. ühendite jaoks.

### Küsimused.

1. Mis toimub hemoglobiinilahuse loksutamisel; selle

füsioloogiline tähtsus?

2. Mis on iseloomulik CO-hemoglobiinile ja miks loksutamisel ei täheldatud muutusi?

3. Mis toimub oksühemoglobiinilahusega, kui jätta see seisuma?

4. Kuidas kirjutada lühendatult hemoglobiin, oksühemoglobiin jne.?

### 8. Erütrotsüütide kvantitatiivne hindamine.

Mitmeid näitajaid punaliblede ja hemoglobiini kohta ei saada otsese määramise, vaid arvutuse teel hemoglobiinisalduse, erütrotsüütide arvu ja hematokriti väärtuse alusel. Sel juhul tuleb need analüüsid teha samal isikul ühekorraga. Mõned valemid indeksite arvutamiseks:

1) Erütrotsüütide värvusindeks:

$$\frac{\text{Hb \% Sahli järgi}}{\text{erütrotsüütide arvu suhteline \%}}$$

(5 miljonit erütrotsüüti arvestatakse 100%); tegelikult arvutatakse:

$$\frac{\text{Hb \% Sahli järgi}}{20 \cdot \text{erütrotsüütide arv miljonites}}$$

Normaalsed näitajad täiskasvanutel 0,85 - 1,15.

2) Ühe erütrotsüüdi keskmine Hb-sisaldus =

$$= \frac{\text{Hb mg } 1 \text{ mm}^3\text{-s}}{\text{erütrotsüütide arv samas hulgas veres}}$$

Tulemus saadakse pikogrammides (pg) e. mikromikrogrammides (4Mg); 1 pg =  $10^{-12}$  g.

Arvutuse näide:

$$\begin{array}{l} \text{Hb} = 16 \text{ g \%} = 16000 \text{ mg\%} = 0,160 \text{ mg} \quad 1 \text{ mm}^3\text{-s} \\ \text{Erütrotsüütide arv} = 5\,000\,000 \quad 1 \text{ mm}^3\text{-s} \end{array}$$

$$\frac{0,160 \text{ mg}}{5\,000\,000} = \frac{160\,000\,000 \text{ pg}}{5\,000\,000} = 32 \text{ pg}$$

Normaalselt täiskasvanutel 27-32 pg.

3) Erütrotsüüdi keskmine maht:

$$\frac{\text{erütrotsüütide maht } 1 \text{ mm}^3 \text{ kohta}}{\text{erütrotsüütide arv } 1 \text{ mm}^3 \text{ kohta}}$$

Vastus saadakse kuupmikromeetrites ( $\mu\text{m}^3$ ).

Kasutatakse ka valemit:

$$\frac{\text{hematokriti } \% \cdot 10}{\text{erütrotsüütide arv miljonites}}$$

Näide: hematokriti % = 42,

erütrotsüütide arv miljonites 5.

$$\text{Erütrotsüüdi keskmine maht} = \frac{42 \cdot 10}{5} = 84 \mu\text{m}^3.$$

Normaalsed näitajad täiskasvanutel 76-96  $\mu\text{m}^3$ .

4) Hb kontsentratsioon (keskmine) erütrotsüütides:

$$\frac{\text{Hb g } \%}{\text{hematokriti väärtus}} \times 100$$

Normaalsed näitajad täiskasvanutel 31-38%.

### 9. Erütrotsüütide settereaktsiooni (SE) määramine Pantsenkovi (Pantsenko) järgi.

Hüübimatuks muudetud veres laekuvad verekehakesed põhja, nad astivad. Erütrotsüütide SE-i kiirust loetakse vereplasma kolloidide püsivuse näitajaks.

Erütrotsüütide settimiskiirus määratakse kahe suuruse - läbitud tee (a) ja ajaga (t):  $V = \frac{a}{t}$ . Settimiskiiruse määramisel võetakse üks neist faktoreist konstantsena ja muutuva suuruse põhjal otsustatakse settereaktsiooni kiiruse üle. Kui võtta konstantaetka läbitud tee (näiteks 18 mm), siis määratakse aeg, mille vältel tee läbitakse. Kui võtta konstantseks aeg (tavaliselt 1 tund), määratakse tee, mis läbitakse selle aja jooksul. Vere hulga järgi, millega SE määratakse, eraldatakse makro- ja mikromeetodid. Mikromeetoditest kasutatakse sagedamini Pantsenkovi meetodit.

V a h e n d i d: vere võtmise abinõud, portselankausike, Pantšenkovi aparaat - statiiv ja kapillaarid. Viimaste skaala alguses on 0 ja täht "K". Kapillaari peenema otsa suunas numbrid suurenevad kuni 100-ni; 50. jaotusel on täht "P". Jaotused kapillaaril on millimeetriste vahedega. Tähed "K" ja "P" tähistavad seda, kui palju tuleb võtta verd ja kui palju reaktiivi (esimesed tähed nendest sõnadest vene keeles). Reaktiiviks kasutatakse 5%-list naatriumtsitraadi lahust, millega välditakse vere hüübimist.

T õ õ k ä i k. Kapillaari tõmmatakse 5%-list naatriumtsitraadilahust kuni jaotuseni 0, seejärel lastakse osa lahusest välja kuni jaotuseni 50 (P) ja puhutakse portselankausikesse. Veri võetakse nõuete kohaselt, kapillaar täidetakse märgini 0 (K). Seejärel puhutakse veri välja portselankausikesse ja segatakse reaktiiviga. Teist korda võetakse veel niisama palju verd, puhutakse portselankausikesse ning segatakse reaktiiviga. Nüüd tõmmatakse reaktiiviga segatud veri (nn. tsitraatveri) kapillaari märgini 0 (K) ja asetatakse kapillaar vertikaalselt statiivile. Protokoll märgitakse statiivile asetamise kellaaeg ja vaatlusajuse nimi. Tunni aja pärast loetakse kapillaarilt plasmakihi kõrgus mm-tes. Saadakse SR-1 kiirus tunnis Pantšenkovi (Pantsenko) järgi.

#### Küsimus.

Mis toimub veres naatriumtsitraadi manustamisel?

#### 10. Vere hüübimisaja määramine Morawitzi järgi.

V a h e n d i d: esemeklaas, klaaspulgake, vere võtmise abinõud.

T õ õ k ä i k. Veri võetakse nõuete kohaselt: esimene tilk pühitakse ja lastakse siis esemeklaasile üks tilk verd, tilga läbimõõt 4-6 mm. Protokollitakse kellaaeg. Iga poole minuti järel kastetakse tilga sisse klaaspulgake ja jälgitakse fibrininiidikeste ilmumist selle otsas. Aeg kuni fibrininiidikeste tekkimiseni on hüübimisaeg.

## 11. Vere hüübimisaaja määramine Bazaroni järgi.

V a h e n d i d: Bazaroni aparaat (väike termostaat, parafiinitud uuriklaas, piirituslamp), vere võtmise abinõud.

T õ õ k ä i k. Bazaroni aparaadi veevanni (varustatud termomeetriga) valatakse dest. vett. Mõned tilgad dest. vett valatakse määramise kambrisse (õhu küllastamiseks veeauruga). Määramise kambris paiknevad termomeeter ja vastavad klemmid parafiinitud uuriklaasi fikseerimiseks. Piirituslambiga soojendada veevanni (mitte üle  $50^{\circ}\text{C}$ !), kuni määramise kambril temperatuur on  $37^{\circ}\text{C}$ . Nõuete kohaselt võetakse veri ja 1 tilk läbimõõduga 5–8 mm tilgutatakse uuriklaasile ning märgitakse kellaaeg. Iga poole minuti järel kallutatakse uuriklaasi ja jälgitakse veretilga kuju muutust. Kui veretilga kuju ei muutu uuriklaasi kallutamisel vertikaalasendisse, on veri hüübinud.

## 12. Rekaltsifikatsiooni aja määramine Howelli järgi.

Rekaltsifikatsiooni aja all mõistetakse tsitraat- või oksalaatplasma hüübimise aega  $\text{CaCl}_2$  lisamisel. Meetodi eeliseks eelmiste ees on see, et määramist saab viia läbi ka mõni aeg pärast vere võtmist.

V a h e n d i d: tsentrifuug, veevann, stopper, vere võtmise abinõud; reaktiivid: 0,1n (1,34%) naatriumoksalaadilahus või 3,8%-line naatriumtsitraadilahus, 0,025m  $\text{CaCl}_2$ -lahus (= 275 mg% veevaba  $\text{CaCl}_2$  või 548 mg%  $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ); viimast on lihtsam valmistada Veltmanni põhilahusest, lahjendades seda 18 korda (1 ml 10%  $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  + 17 ml  $\text{H}_2\text{O}$ ).

T õ õ k ä i k. Gradueeritud tsentrifuugi-klaasi mõõdetakse 1/10 osa naatriumoksalaadi- või naatriumtsitraadilahust ja lisatakse 9/10 veeniverd (näit. 0,1 ml reaktiivi ja verd kuni 1 ml-ni). Segatakse ja tsentrifugeeritakse (1800–2000 tiiru minutis 10 min.). Sel viisil saadakse oksalaat- või tsitraatplasma. Sellest võetakse 0,1 ml väikesesse katseklaasi (diameeter 10 mm) ja asetatakse veevanni temperatuuril  $38^{\circ}\text{C}$  10 minutiks. Lisatakse 0,1 ml m/40  $\text{CaCl}_2$ , sega-

takse. Jälgitakse, kui kiiresti tekib segue hüübimine.

#### Küsimused.

1. Millega reageerib verele lisatud naatriumoksaalat ja millest see tuleneb?
2. Millega reageerib verele lisatud naatriumtsitraat ja millest see tuleneb?

13. Toleranteuse määramine hepariini suhtes (Marbet' ja Wintersteini järgi).

V a h e n d i d: reaktiivid: 3,8%-line naatriumtsitraadilahus, hepariinilahus, 0,025 m  $\text{CaCl}_2$ -lahus (valmistamine eelmises tões), veevann, stopper, vere võtmise abinõud.

T õ õ k ä i k. Valmistatakse tsitraatveri, selleks võetakse 1 osa 3,8%-liet naatriumtsitraadilahust ja 9 osa verd (1 ml reaktiivi + 9 ml verd). Valmistatakse hepariinilahus 0,2 üh/ml, lahjendades müügil olevat hepariinilahust vaetavalt 0,025 m  $\text{CaCl}_2$ -lahusega.

Võetakse 5 ml tsitraatverd, soojendatakse temperatuurini  $37^{\circ}\text{C}$  veevannis ja segatakse 0,5 ml hepariinilahusega 0,2 üh/ml. Määratakse hüübimise aeg. Hüübimise aja pikene mine esineb hemofiilia, trombopeenia jt. eesundite puhul. Hüübimise aja lühenemine näitab kalduvuet trombide ja embolite tekkeks.

14. Tromboplastiini aja määramine (Quicki järgi).

Tromboplastiini aeg oleneb neljast faktorist (aktiivne trombokinaas, kaltsiumi ionid, fibrinogeen ja protrombiini kompleks), kui kolme neist lisada liias, siis oleneb hüübimise aeg veres leiduvaet neljandast faktorist. Tromboplastiini aja määramisel tehakse kindlaks protrombiini kompleksi sisaldus veres sel teel, et liestakee liias kaltsiumi ja trombokinaasi, kuna tavaliselt esineb fibrinogeeni veres küllaldaselt.

V a h e n d i d: reaktiivid: 0,1n naatriumoksaaladilahus või 3,8%-line naatriumtsitraadilahus, 0,025 m  $\text{CaCl}_2$

(valmistamist vt. eelnevatest tšõdest) ja trombokinaasi emulsioon.

T š ö k ä i k. Valmietatakse oksalaat- või tsitraat-plasma (vt. rekaltsifitseerimise aja määramine) ja trombokinaasi emulsioon. Selleks võetakse tsentrifuugi klaasi 0,5 g kuiva trombokinaasi pulbrit, lisatakse 5 ml dest. vett, hoitakse 20 min. veevannis temperatuuril 45°C, segatakse klaaspulgaga. Tsentrifuugitakse (1800 tiiru minutie 10 min. jook-sul). Piimjää tsentrifugaat ongi kasutatav trombokinaasi emulsioonina. Tromboplastiini aja määramisel võetakse seda emulsiooni ja segatakse võrdees hulga 0,025 m CaCl<sub>2</sub>-lahusega.

Määramiseks võetakse 0,1 ml oksalaat- või tsitraat-plasmat ja 0,2 ml trombokinaasi emulsiooni ning 0,025 m CaCl<sub>2</sub>-lahuse segu. Mõlemad lahused asetatakse väikestes katseklaasides vanni, milles vee temperatuur on 38°C, ja hoitakse seal 10 min. Siie valatakse lahused kokku ja jälgitakse, millal plasma hüübib. Seda on parem hinnata, kui katseklaasi sisust plaatina-aasa läbi tõmmata ja jälgida fibriniiniidikeste tekimist aasa külge.

### 15. Veregruppide määramine.

Inimee vereplasmas esineb kahte liiki aglutiniine — α ja β — ning erütrotsüütide kahte liiki aglutinogeene — A ja B. Inimee veri eraldatakse 4 põhirühma ehk gruppi.

Veregrupp		Aglutino- geen erüt- rotsüütide- des	Aglutiniin vereplas- mas	Sobivus üle- kandmiseks
rahvusvaheli- se klassifi- katsiooni järgi	Janski järgi			
0	I	Ei ole	α ja β	Kõikidele gruppidele
A	II	A	β	A-ja AB-grupile
B	III	B	α	B-ja AB-grupile
AB	IV	AB	Ei ole	ainult AB-gru- pile

Veregruppide määramine võib toimuda kas otsesel või kaudsel teel.

1) Otsesel määramisel asetatakse esemeklaasile tilk 10%-list naatriumsitraadilahust, millele lisatakse 1 tilk doonori ja vastuvõtja (retsiplendi) verd. Verede sobimatuse korral tekib hemaglutinatsioon, punalibled kleepuvad kokku ja moodustavad sõmeraid, mis on hästi nähtavad klaasi kallutamisel. Verede sobivuse korral kirjeldatud sõmeraid ei teki.

2) Veregruppide kaudseks määramiseks on vajalikud testseerumid O,A-ja B-grupi verest. Määramisel asetatakse esemeklaasile 1 tilk igast seerumist ja lisatakse sinna uuritavat verd. Kõige otstarbekam on verd lisada teise esemeklaasi nurkadega (iga tilga jaoks eri nurk!) ja segada seerumiga. Oodata mõni minut ja jälgida aglutinatsiooni tekkimist. Võimalikud vastused on toodud tabelis.

Aglutinatsioon	Veregrupp
Aglutinatsiooni ei ole üheski seerumitilgas	O
Aglutinatsiooni ei ole A-grupi seerumiga, teistes on (O ja B)	A
Aglutinatsiooni ei ole B-grupi seerumiga, teistes on (O ja A)	B
Aglutinatsioon on kõikide seerumitega (O,A ja B)	AB

#### Küsimused.

1. Missuguseid faktoreid tuleb vereülekanDEL arvestada doonori ja vastuvõtja puhul?
2. Mis on Rh-faktor ja kus tuleb seda arvestada?

## II. VERERINGE

Vereringesüsteemi kuuluvate elundite talitlust saab uurida nii otsese kui kaudsete meetoditega. Kaudsed meetodid põhinevad südame ja veresoonte talitluse väliste avalduste uurimisel. Otsesed meetodid, milleks on vaja operatsiooni teel luua vahetu juurdepääs uuritavatele piirkondadele, annavad loomkatsetes rohkesti võimalusi vereringe üksikasjalikuks uurimiseks. Loomeksperimentide hulgas on tähtis koht katsetel kõigusoojaste organismidega, kelle kudede elutegevuse väiksem mõjustatavus väliste tingimuste poolt märksa lihtsustab katsetehnikat.

Inimesel kasutatakse otseseid uurimismeetodeid ainult kliinikus ning diagnostilise vajaduse korral.

### 1. Konna südametegevuse vaatlus ja registreerimine.

V a h e n d i d: Ringeri lahus kõigusoojasele, kumograaf, universaalstatiiv klambritega, vatt, prepareerimisriistad.

Katseloom - konn.

T õ õ k ä i k. Konn võetakse vasakusse pihku seljaga ülespoole, jäsemed fikseeritakse sõrmede vahel. Prepareerimisel võetakse paremasse kätte ja viiakse oktsipitaalluu all asuva lohu kohalt koljuõõnde ning purustatakse peaaegu. Seejärel suunatakse nõel sisseviimiskohalt allapoole seljaajukanaalisse ja puuritakse seljaaju läbi. Konn asetatakse selili prepareerimislauale ja fikseeritakse. Rinnalt südame piirkonnas eemaldatakse umbes 1 cm<sup>2</sup> ulatuses nahk, tehakse kääridega ristlõige läbi rinnaku mõõkjätke, nii et ei vigastataks kõhuveeni, mis jääb mõõkjätkest allapoole. Seejärel lõigatakse läbi rindkere sein mõlemal pool rinnakuluud, tehakse ristlõige allpool rangluid ning eemaldatakse tükk rindkere eesmisest seinast. Ee-

maldatakse perikard. Ringeri lahuses niisutatud vatitupsu abil tõstetakse süda üles ja lõigatakse läbi südame all olev nide e. frenulum. Südame osade paremaks jälgimiseks on soovitatav lõigata läbi mõlemad rangluud ning teha ristlõige neist kõrgemal ja eemaldada koos rinnakuga.

1) Südametegevuse vaatlemisel loendada südamelõhkide arv minutis; jälgida kodade ja vatsakeste kokkutõmbeid; südame dorsaalsel poolel jälgida venoosse siinuse tegevust; õppida tunda ma konna südame anatoomiat.

2) Südametegevuse graafiliseks registreerimiseks kinnitatakse prepareerimislaud, millel on konna, statiivi külge. Südame tipp haaratakse umbes 1 mm sügavuselt serfiini e. näpitsa vahele. Serfiin ühendatakse niidi abil kirjutikangi õlaga nii, et kokkutõmbel kirjuti ots tõuseks. Registreerimiseks on vaja seada kirjuti nii, et kirjutikangi südame tipuga ühendav niit oleks vertikaalselt ja kirjutikang ise asuks algseisus horisontaalselt ning kümograafi pinna suhtes tangetsiiaalselt. Kangi õlgade suhe on soovitatav valida nii, et ülekanne annaks kümograafil kirjuti otsa tõusu süstoli ajal umbes 1-2 cm. Kui kirjuti on välja reguleeritud, käivitatakse kümograaf (esialgu aeglasel käigul) ja registreeritakse südame mehaanilist tegevust väljendav kõver - mehhanokardiogramm. Statiivile kinnitatud teise kirjuti abil registreerida märgid. Arvutada südame lõõgisagedus ja südame tsükli kestus.

3) Südame tsükli faaside kestuse täpsemaks analüüsimiseks registreeritakse kümnekond tsüklit kümograafi kiiremal käigul. Saadud kõveral määrata tsükli kestus, samuti ka eraldi kodade ja vatsakeste süstoli ja diastoli kestused. Selleks on vaja leida kõveratelt südame kodade ja vatsakese süstolile vastavad tõusud ning mõõta nendele tõusudele abstsisssteljel vastavad lõikude pikkused. Mõõtmisandmed arvutada ümber ajaühikuteks. Analüüsitud kõver kleepida protokollivihikusse kõrvuti analüüsi tulemustega.

## 2. Keskkonna temperatuuri mõju konna südametegevusele.

V a h e n d i d: klaas- või portselankausike, nõu jäh ja keedusoola seguga, nõu sooja veega, termomeeter, Ringeri lahus kõigusoojasele, prepareerimisriistad, Katseloom - konn.

T õ õ k ä i k. Kelmises katses kasutatud konnal lõigatakse süda koos venoosse siinusega rindkerest välja (isoleeritakse). Selleks lõigatakse kääridega läbi aordikaared ja veenid allpool venoosse siinuse piirkonda. Isoleeritud süda asetatakse klaas- või portselankausikeses olevasse Ringeri lahusesse. Määratakse Ringeri lahuse  $t^{\circ}$  ja südame löögisagedus. Siis asetatakse süda kausikesega jäh ja keedusoola segusse ning lastakse Ringeri lahusel jahtuda kuni  $2-3^{\circ}$ -ni ( $t^{\circ}$  määrata!). Lugada südame löögisagedus. Seejärel tõsta iga 3-5 minuti tagant kuni  $30^{\circ}$ -ni ümbritseva vee temperatuuri umbes  $5^{\circ}$  võrra ja lugeda südame löögisagedus. Temperatuuri tuleb tõsta väga ettevaatlikult: kiirel soojendamisel ei saa vaatlusi läbi viia.

Vaatlusandmed märkida protokollis. Pärast katse lõpetamist kanda saadud andmed koordinaatteljestikule (ordinaadile märkida südame löögisagedus, abstsissile temperatuur).

### Küsimused.

1. Missugust tähtsust võiks omada katses kirjeldatud nähtus kõigusoojaste loomade kohandumisel nende looduslike elutingimustega?
2. Missugustel temperatuuridel on südame löögisageduse tõus lineaarses seoses  $t^{\circ}$  tõusuga?

## 3. Stanniuse katse.

Tõõ ülesandeks on jälgida muutusi südame üksikute osade töös pärast siinussõlme piirkonna eraldamist, anda hinnang automatismile (erutuse tekitamise võimele) siinussõlmes ja erutusjuhtesüsteemi madalamates osades.

V a h e n d i d: Ringeri lahus kõigusoojasele, vatt, niit, prepareerimisriistad. Katseloom - konn.

T õ õ k ä i k. Konn prepareeritakse nii nagu esimeses töös, südant aga rindkerest välja ei lõigata. Enne mõjustusi

tehakse kindlaks paaril korral südame löögisagedus. Protokol-  
litakse. Ligeeritakse süda venoosse siinuse ja kodade piiril  
ning jälgitakse muutusi südame kõikide osade tegevuses. Loen-  
datakse venoosse siinuse kodade ja vatsakese kokkutõmmete sa-  
gedus. Protokollitakse.

Kui ligatuur on õieti asetatud, siis jätkuvad venoosse  
siinuse rütmilised kontraktsioonid endise sagedusega. Samal  
ajal lakkavad kontraktsioonid venoossest siinusest eraldatud  
kodades ja vatsakeses. Paariminutise, sageli ka alles kümne-  
minutise või isegi pikema pausi järel alustavad kobjad ja vat-  
sake uuesti kokkutõmbeid, kuid endisega võrreldes aeglasemas  
rütmis. Kus tekib sel juhul erutus ja milline on kodade ning  
vatsakese kokkutõmmete sagedus ja järjestus? Kui kodade ja vat-  
sakese tegevus ei alga umbes 10 min. jooksul, võib asetada tei-  
se ligatuuri kodade ja vatsakese piirile. Ligatuuri pinget et-  
tevaatlikult tõstes jälgitakse kodade ja vatsakese kokkutõmbeid.  
Kuidas seda seletada?

Südame osade eraldamist ligatuuride abil tegi esimesena  
Stannius, mistõttu seda katset nimetatakse ka Stanniuse katseks  
ja meetodit Stanniuse ligatuurideks. Vaatlusandmed esitada ta-  
beli kujul.

#### Küsimused.

1. Milline on erutuse tekkimise piirkond ja leviku suund  
südames?
2. Erutuse tekkimise võimalikkus südame kodade ja vatsa-  
kese piirkonnas; kus?
3. Südame üksikute osade automaatsusastme erinevused  
(erutusimpulsside sageduse jne. põhjal).

#### 4. Ekstrasüstol ja kompensatoorne paus.

Töö ülesandeks on selgitada südamelihase erutuvuse muu-  
tusi tsükli vältel.

V a h e n d i d: Ringeri lahus kõigisoojasele, serfiin,  
kirjutati, statiiv klambritega, kumograaf, induktor koos lüliti-  
ga, kaks juhet nõeltega, prepareerimisriistad, korkplaadike.

Katseloom - konn.

T ö ö k ä i k . Kõnn detsebreeritakse (vt. töö nr. 1), süda lõigatakse ettevaatlikult välja. Isoleeritud süda kinnitatakse juhtmete otstes olevate nõeltega (torgata läbi vatsakeste lihase kodade ja vatsakese piiril) korkplaadile, mis omakorda kinnitatakse statiivi külge. Induktori sekundaarpool ühendada juhtmetega. Serfiin kinnitatakse südame tipu külge, ühendatakse kirjutiga ja registreeritakse südame kontraktsioonid kumograafi abil nagu eelmistes töödes. Ärrituse andmise momendi märkimiseks kasutada teist kirjutit, mis on asetatud täpselt südame kirjutiti alla. Jälgides kõveral tsükli faaside vaheldumist anda elekterärritusi. Leida vajalik voolutugevus induktori poolide kaugust muuttes. Mõõduka tugevusega ärrituste kasutamisel pole karta elekterärrituste kahjustavat mõju, mille puhul võiks süda lakata töötamast.

Seejärel ärritada südant süstoli alguses ja lõpus, diastoli alguses ja diastoli vältel. Jälgida erakordse süstoli e. ekstrasüstoli ilmumist ja kontraktsiooni tugevust sel puhul. Teha kindlaks ekstrasüstolist põhjustatud muutused südame kokkutõmmete rütmis. Võrrelda ekstrasüstoli-eelse lühikese ja järgneva pikema vaheaja (nn. kompensatoorse pausi) kestusi südame tsükli normaalse kestusega antud katses.

#### Küsimused.

1. Kas südame löögisagedus tõuseb ekstrasüstoli arvel?
2. Missuguses tsükli faasis on süda refraktaarne?
3. Miks nimetatakse ekstrasüstolile järgnevat pausi kompensatoorseks päusiks?

## 5. Keskkonna ioonse koostise muutuste mõju südametegevusele.

V a h e n d i d; klaaskanüül, niit, pipett, serfiin, kirjuti, statiiv klambritega, kumograaf, ajamärkija; füsioloogiliste lahustena 1) tavaline Ringeri lahus kõigusoojasele ja 2) Ringeri lahus ilma KCl- ja 3) ilma  $\text{CaCl}_2$ -sisalduseta, 4) füsioloogiline NaCl-lahus ilma KCl- ja  $\text{CaCl}_2$ -sisalduseta.  
Katseloom - konn.

T õ õ k ä i k. Konn dekapiteeritakse, puuritakse läbi pea- ja seljaaju. Avatakse rindkere ja vabastatakse süda perikardist. Järgnev prepareerimine tehakse Straubi meetodil.

Aordikaarte alt viiakse läbi niit, millega hiljem kinnitatakse süda kanüüli külge ja ühtlasi ligeeritakse veresooned. Vasakusse aordikaarde tehakse kääridega ettevaatlikult poolpõiki lõige, mis ei tohi ulatuda kaugemale kui pool veresoone läbimõõdust. Tehtud lõike kaudu viiakse aorti kanüül, millesse on eelnevalt võetud kõigusoojase Ringeri lahus. Süda võetakse vasaku käe sõrmede vahele ning parema käega viiakse kanüül aordikaares edasi suunaga paremale läbi truncus aortae' kuni bulbus cordis'eni. Siis suunatakse kanüül otse tahapoole ja pööratakse kanüüli ots alla läbi aordisuistiku vataakese õõnde. Seejärel seotakse mõlemad aordikaared kanüüli külge niidiga, mis viidi aordikaarte alla. Teise ligatuuriga seotakse südame dorsaalsel poolel asuv venoosne siinus võimalikult madalalt, nii et ei vigastataks siinussõlme. Lõigatakse läbi nende e. frenulum ja eraldatakse süda konna rindkerest, lõigates läbi aordikaared ja venoosse siinuse allpool ligatuure.

Kanüül koos südamega kinnitatakse statiivile (südame tipp on suunatud alla!). Südame tipul asuv serfiin kinnitada niidiga kirjutipoolsele kangisõlale, sel puhul tõuseb süstoli ajal kirjuti üles ja märgib paberile tõusva kõvera. Südame kirjuti alla asetatakse ajamärkija.

Registreerida pidevalt, eriti jälgida, et registreerimine ei katkeks lahuste vahetamise ajal, et oleks võimalik jälgida südametegevuse muutuste käiku.

Järgnevalt uuritakse lahuste mõju järgmises järjestuses:

- 1) esmalt registreeritakse südame kontraktsioone tavalise Ringeri lahuse puhul;
- 2) lahus ilma KCl-ja  $\text{CaCl}_2$ -sisalduseta (sis. NaCl ja  $\text{NaHCO}_3$ );
- 3) tavaline Ringeri lahus (sis. NaCl,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$  ja KCl);
- 4) lahus ilma KCl-sisalduseta (sis. NaCl,  $\text{NaHCO}_3$  ja  $\text{CaCl}_2$ );
- 5) Ringeri lahus;
- 6) lahus ilma  $\text{CaCl}_2$ -sisalduseta (sis. NaCl,  $\text{NaHCO}_3$  ja KCl);
- 7) Ringeri lahus.

Lahuseid kanüülis vahetatakse pipeti abil; uuele lahusele üle minnes vahetada (loputamiseks) kanüülis lahust 3-4 korda järjest.

Igas uues ionaalses keskkonnas muutub südame süstoli tugevus ning kestus. Ühtlasi esinevad muutused ka diastoli dünaamikas - üleminekus lõõgastunud olekusse. Südame tsükli faaside (süstoli ja diastoli) kestuse muutuste kindlakstegemiseks on vaja lisaks kümograafi aeglasel käigul toimuvale pidevale registreerimisele aeg-ajalt kasutada ka kümograafi kiiret käiku (selleks tuleb valida aeg, mil südamegevuse muutused uues loones keskkonnas on täiel määral välja kujunenud ja iseloomulikud).

Südamegevuse registreerimise kõrval kirjeldada ka südame väliskujus esinevaid muutusi.

Esitada protokoll katsetulemuste kohta, kanda protokoll katsetapid koos registreeritud kõveratega. Kõverate analüüsi ja vaatluste andmed on soovitatav esitada järgneva koondtabeli kujul.

Lahuse loonne koostis	Süstoolss tõu- su kõrgus kõ- veral (ampli- tuud)	Süstoli kestus	Diastoli kestus	Kogu tsükli kestus
1	2	3	4	5

### Küsimused.

Kuidas muutub südame kokkutõmmete amplituud, süstoli keskus, diastoli alguses toimuv lõõgastumine ja diastoolne täitumine

- a)  $K^+$ -ioonide puudumisel (s.t.  $Ca^{++}$ -ioonide ülekaalu tingimustes; võrrelda südametegevusega tavalises Ringeri lahuses;
- b)  $Ca^{++}$ -ioonide puudumisel ( $K^+$ -ioonide ülekaalu puhul) konnaringeris;
- c)  $K^+$  ja  $Ca^{++}$  üheaegsel puudumisel (üksnes  $Na^+$  sisaldavas lahuses) esinevad muutused.

### 6. Goltzi refleks.

Töö sihiks on tundma õppida südametegevuse reflektorset muutusi kõhuõõnes paiknevate elundite ärritamisel.

V a h e n d i d: Ringeri lahus, serfiin, kirjuti, statiiv klambritega, kümograaf, niit, eeter, prepareerimisriistad. katseloom - konn.

T ö ö k ä i k. Konn narkotiseeritakse ja kinnitatakse ümber jäsemete seotud niitide abil prepareerimislauale. Rindkere avamisel eemaldada ainult rinnaku alaosa, rangluid mitte läbi lõigata, süda vabastada perikardist. Südametegevust registreeritakse tavalisel viisil südame tipu külge kinnitatud serfiini ja kirjuti abil.

Kõhuõõne elundite ärritamiseks anda mingi lapiku esemega (näit, pintsettide päraga) paar-kolm tugevat lööki konna kõhu piirkonda. Kõveral võib näha südametegevuse järsku aeglustumist kuni seisakuni. Reaktsiooni nimetatakse Goltzi refleksiks. Mõjustusi võib anda korduvalt, jälgida seejuures reaktsiooni tugevuse muutusi sõltuvalt ärrituse tugevusest.

### Küsimused.

1. Kui kaua kestis südametegevuse seisak?
2. Kunas saavutati lähtesagedus ja kuidas see toimus?
3. Missugune närv peaks olema refleksikaare eferentseks lüliks?

## 7. Uitnärvituuma ärritamine (Setšenov'i katse).

Töö ülesandeks on jälgida konnal piklikus ajus paiknevate parasümpaatiliste närvikeskuste kestva ärrituse mõju südame löögisagedusele.

V a h e n d i d: Ringeri lahus, mõned jämedamad terad kristalset NaCl, niit, eeter, prepareerimisriistad.  
Katseloom - konn.

T ö ö k ä i k. Konn dekapiteeritakse, asetades ühe kääriharudest suhu ja teise kuklale silmade taha. Siis eemaldatakse kuklaluu piirkonnas kolmnurkne nahalapp ja kuklaluu osa, mis katab piklikku aju. Kui piklik aju tuleb nähtavale, asetatakse sinna Ringeri lahusega niisutatud tampoon. Ümber jäsemete seotud niitide abil fikseeritakse seliliasendis konn prepareerimislauale, avatakse rindkere ning tehakse kindlaks südame löögisagedus mitme minuti vältel. Tulemused protokollitakse. Seejärel asetatakse piklikule ajule NaCl-kristall. Märgitakse kellaaeg ja loendatakse südamekontraktsioonid iga poole minuti jooksul, andmed kantakse protokollile. Teatud aja möödumisel võib süda uuesti tööle hakata, millist nähtust võib seletada südame n. vagus'e toime alt "äralibisemisega". Bemaldada NaCl-kristall, korduvalt loputada aju pinda Ringeri lahusega, jälgida südametegevuse taastumist.

Saadud tulemuste alusel koostada graafik, kus ordinaatteljele on märgitud südame löögisagedus, abstsissiteljele aeg.

### Küsimused.

1. Missugused tunnused reaktsiooni laadis ning ajalises käigus on iseloomulikud osmootse ärrituse toimele?
2. Võrrelda katse tulemusi eelmises töös saadud Goltzi refleksiga. Anda seletus leitud erinevustele, silmas pidades ärrituse mõju erinevust kummaski katses.

## 8. Vere liikumise vaatlus konna keeles ja ujulestas.

V a h e n d i d: mikroskoop, 2%-line uretaanilahus, nõõpnõelad, prepareerimisriistad. Katseloom - konna.

T õ õ k ä i k. Konna narkotiseeritakse, süstides 1 ml 2%-list uretaanilahust selja lümfikotti. Umbes 10-15 minuti järel, kui konnal reflektorne tegevus on nõrgenenud, asetatakse ta kõhuli prepareerimislauale. Konna keel tõmmatakse suust välja ja fikseeritakse nõõpnõelte abil prepareerimislaual oleva augu kohale. Seejärel asetatakse prepareerimislaud mikroskoobi alla nii, et konna keel oleks mikroskoobi vaateväljas. Vaatlusel kasutatakse nõrka suurendust.

Vere voolusuuna järgi teha kindlaks, millised sooned on arterid, millised veenid. Vereringet ujulestas vaadelda analoogilisel viisil. Protokollivihikusse joonistada konna keele ja ujulesta veresoontest skemaatiline joonis.

Vaatlusi korrata pärast mehaaniliste ärrituste andmist ning histamiinilahuse tilgutamisel vaadeldavale piirkonnale. Tõõ kokkuvõttena märkida avatud kapillaaride arvu muutused kasutatud mõjustuste puhul.

## 9. Südame tsükliagade kestuse pidev registreerimine inimesel Fleischi järgi.

V a h e n d i d: Fleischi ordinaatajakirjutaja, Marey' kapsel koos elastse voolikuga, kumograaf.

T õ õ k ä i k. Südame tsükliajad (pulsiajad) registreeritakse inimesel pulsipeloti ja ordinaatajakirjutajaga vertikaalsete joontena 2-3 min. jooksul, paralleelselt registreeritakse rindkere liigutused Marey' kapsli abil. Ordinaatide mõõtmisel saadakse südame tsükliajad täpsusega 0,01 sek.

### Küsimused.

Kuidas muutusid südame tsükliajad seoses hingamisfaasidega?

Missugune oli südamelõõgi keskmine tsükliae ja sellele vastav lõõgisagedus minutis?

## 10. Arteriaalse rõhu määramine inimesel.

V a h e n d i d: Riva-Rocci sfügmomanomeeter, steto - fonendoskoop.

T ü ü k ä i k. 1) Süstoolse rõhu määramine palpa-  
toorsel meetodil Riva-Rocci järgi. Kummimansett seotakse üm-  
ber õlavarre ja ühendatakse manomeetriga. Palpeerida pulssi  
a. radialis'el ja pumbata õhku mansetti, mis asub õlavarre  
ümber. Rõhu tõustes mansetis surutakse kinni õlavarre arter  
ja pulsituiked a. radialis'el lakkavad. Momendil, mil pulsi-  
tuiked lakkavad, on rõhk mansetis vähe kõrgem a. brachialis'es  
valitsevast rõhust. Loetakse manomeetri näit, mis vastab  
süstoolse rõhu tasemele a. brachialis'es. Määramisel võib  
rõhku mansetis algul tõsta kiiresti kõrgemale üle a. brachi-  
alis'e rõhu, pulsituiked lakkavad, nüüd avatakse ettevaatli-  
kult rõhupumba ventiil, mille tagajärjel rõhk süsteemis hak-  
kab langema. Jälgitakse momenti, mil a. radialis'el ilmuvad  
pulsituiked, ja loetakse manomeetri näit, rõhk a. brachi-  
alis'es on nüüd vähe kõrgem kui mansetis. Saadud rõhu mää-  
r on seega veidi madalam tegelikult süstoli ajal valitsevast  
rõhust. Kas natuke kõrgemana või madalamana on süstoolse rõ-  
hu näit siiski lähedane tegelikkusele. Diastoolse rõhu mää-  
ramiseks on palpatoorne meetod vähe sobiv.

### 2) Süstoolse ja diastoolse rõhu määramine inimesel Korotkovi järgi.

V a h e n d i d: Riva-Rocci sfügmomanomeeter, steto - fonendoskoop.

T ü ü k ä i k. Sfügmomanomeetri kummimansett seotak-  
se ümber õlavarre ja ühendatakse manomeetriga. Sõrmedega pal-  
peerides leida küünarlohus m. biceps brachii' kõõlusest ulnaar-  
sel kubitaalarteri asukoht ning asetada stetofonendoskoobi  
stetoskoobiots arteri kohal tihedalt vastu nahka. Seejärel  
pumbata kummiballooni abil õhku mansetti, kuni rõhk selles  
ületab paarikümne mm Hg võrra oletatava süstoolse rõhu tase-  
me arteris. Järgnevalt tuleb rõhul mansetis lasta aeglaselt  
langeda, avades väheke ballooni küljes asuvat ventiili. Rõhu

langemise ajal kuulatletakse südame rütmile vastava sagedusega toonide (nn. Korotkovi toonide) ilmumist kubitaalarteris. Kui on kuulda esimest korda lühikese koputusega sarnanevat nõrka tooni, siis näitab see, et manseti poolt avaldatav väline surve on jäänud juba pisut väiksemaks kui arterisisene rõhk süstoolse tõusulaine ajal. Hetkel, kui Korotkovi toonid ilmuvad kuuldavale, tuleb lugeda manomeetri näit. Saadud rõhuväärtus vastab süstoolsele rõhule arterites.

Rõhu edasisel langetamisel mansetis muutub toonide iseloom: koputusetaolise lühikese ja järsu heliefekti asemel on kuulda kestvamat karedakõlalist tooni, mis meenutab kraani avamisel veevärgitorudes tekkivaid kahinaid. Toonide tugevus rõhu langemisel kasvab kuni teatud rõhunivooni, millest peale edasine rõhu alandamine toob kaasa toonide tugevuse kiire languse ja lühenemise. Teatud mansetirõhu puhul pole toone enam kuulda. Toonide kadumisel lugeda manomeetri näit, mis on vastav diastoolsele rõhule.

Diastoolse rõhupiiri määramise järel avatakse ballooni asuv ventiil (või hoopis võtta lahti ühendus manseti ja manomeetri vahel).

Määramist korratakse ühel isikul 2-3 korda.

Süstoolse ja diastoolse rõhu väärtuste täpsemat hindamist aitab läbi viia järgmine tehniline võtte. Kui rõhu langetamisel oli parajasti kuulda esimest korda nõrka tooni (s. t. süstoolse rõhu piiril), lugeda manomeetri näit, peatada kerge survega ballooni rõhu edasine langus ning tõsta rõhku umbes 5-10 mm Hg võrra, nii et toonid uuesti kaoksid. Seejärel lasta rõhul uuesti langeda ja määrata teist korda süstoolse rõhu piir.

Samasugust võtet saab kasutada diastoolse rõhu väärtuse täpsemaks hindamiseks. Kui mansetirõhu langetamisel allapoole diastoolse rõhu piiri toonid kaovad, võib rõhku uuesti 5-10 millimeetri võrra tõsta ning seejärel kuuldavaks ilmunud toone lasta rõhu langemisega uuesti kaduda. Vahemikus süstoolsest rõhust diastoolseni on soovitatav rõhku mansetis kiiresti langetada.

Protokolli märkida lühidalt andmed iga uuritava isiku kohta (initsiaalid, vanus, sugu) ning korduvatel määramistel saadud manomeetrimõõdud nii süstoolse kui ka diastoolse rõhu kohta.

#### Küsimus.

Mida nimetatakse pulsirõhuks?

### 11. Sfügmograafia (arteriaalse pulsilaine registreerimine).

Arteriseina võnkeid - arteriaalset pulssi - saab teataval määral iseloomustada juba arteri palpeerimise põhjal; täpsemaks analüüsiks registreeritakse laine kulg graafiliselt.

V a h e n d i d: pneumaatilised tajurid arterite pulsatsioonide vastuvõtmiseks, sfügmograaf pneumoelektrilise muundajaga, registreeriv aparaat elektromagnetilise tindi-kirjutajaga, registreerimispaaber.

Tajurid asetatakse kohale ja kinnitatakse vajaliku surve all, enne kui avatakse sfügmograafi pneumaatilised ventiilid registreerimiseks. Tajuritest üks asetatakse randmearteri kohale, teine kaelale vastu unearterit.

Sfügmograafia ühendatud kirjutusseadme sule käiku jälgides tuleb viia sulg horisontaalsesse asendisse ja seejärel seada võimendus sobivaks. Paberi liikumiskiiruseks sobib kas 50 mm/s või 100 mm/s.

Registreeritakse kümme kond pulsilainet, et võrrelda pulsikõvera muutusi erinevates hingamisfaasides.

Registreeritud kõver kleepida protokollivihikusse ja analüüsida.

Aordi ja südamele lähedaste arterite pulsikõverale on iseloomulik järsk tõus süstoolse laine alguses ning tavaliselt niisama järsk langus (nn. intsisuus) süstoolse laine lõ-

---

Nii tajurite kohaleasetamisel kui ka mahavõtmisel peab sfügmograafi pneumaatiline süsteem olema avatud, s.t. ühendatud välisõhuga. Süsteem suletakse üksnes registreerimise ajaks, kui katseisik end ei liiguta.

pus enne uut, dikrootseks laineks nimetatud tõusu. Aeg süstoolse laine algusest kuni intsisuuri alguseni vastab südame vasaku vatsakese väljapaiskefaasi kestusele. Aeg intsisuuri algusest kuni intsisuuri põhjani vastab protodiastoli kestusele.

Perifeersel pulsikõveral on tõusud ja langused aegiasemad. Oluliselt kasvab perifeeria suunas levival pulsilainel dikrootne laine; selle suhteline kõrgus (mõõdetud intsisuuri põhjast) on süstoolse laine kõrgusega võrreldes seda suurem, mida elastsem on arteriaalne süsteem.

#### Küsimused.

1. Kui suure osa moodustab väljapaiskefaas kogu tsükli ajast?
2. Kui pikk on protodiastol?
3. Millist lainet nimetatakse dikrootseks?
4. Kui suure osa moodustab randmepulsi kõveral dikrootse laine tõus süstoolse laine tõusust?

#### 12. Pulsilaine levimise kiiruse määramine.

V a h e n d i d: sfügmograaf, pneumaatilised tajurid, registreeriv seadeldis, registreerimispaber.

Pulsilaine levimise kiiruse määramine toimub samasuguste vahendite ja meetodiliste võtetega nagu pulsikõverate registreerimine. Kõverate mõõtmise hõlbustamiseks on soovitatav registreerida kiirusega 100 mm/s, sel puhul iga mm vastab 0,01 sekundile.

Registreeritakse korraga kahest punktist, näit. unearterilt ja randmearterilt. Pulsilaine levimise kiirus arvutatakse, kui on teada kummagi tajuri kaugus ühisest punktist, milleks on unearteri hargnemise koht aordil (paikneb inimesel suprasternaallohu kohal), ja aeg, mille võrra pulsilaine hilineb kaugemasse arterisse jõudmisel. Kui randmearteri kaugus suprasternaallohust (jugulumist) on a meetrit, unearteri tajuri kaugus vastavalt b meetrit ja hilinemine n sekundit, siis pulsilaine kiirus (m/s) on  $\frac{a-b}{n}$ .

Kui üks tajuritest asetada femoraalarterile (Poupart'i ligamendi kohal) ja teine unearterile, siis saab määrata pulsilaine levimise kiirust aordis. Kuni keskeani on pulsilaine levimise kiirus aordis väiksem kui jäsearterites.

#### Küsimus.

Millest sõltub pulsilaine levimise kiirus?

### 13. Fonokardiograafia.

Südame kineetiliste avalduste uurimine inimesel on võimalik mitmesuguste kaudsete tunnuste põhjal, eelkõige ümbritsevate kudede kaudu edasiantavate mehaaniliste võnkumiste registreerimise teel. Südametegevusega seotud võnkumiste kiiremad komponendid ulatuvad kuuldava helisageduse piiridesse ning neid saab kõrvaga auskulteerida (kuulatleda) ja fonokardiograafi abil registreerida.

Fonokardiograafia on auskultatsioonimeetodile täienduseks, ei asenda aga seda. Keeruliste akustiliste nähtuste analüüs inimese kõrva vahendusel on sageli peenem kui mikrofonide ja elektronseadmete kaasabil. Fonokardiograafia peamine tähtsus seisneb võimaluses uurida südame toonide tekkimist kõrvuti teiste südametegevuse väliste avaldustega: elektrokardiogrammiga, a. carotis'e pulsikõveraga, ballistokardiogrammidega jne. Nende üheaegselt registreeritud kõverate põhjal saab anda üksikasjaliku iseloomustuse südame kineetilistele avaldustele.

Fonokardiogramm registreeritakse vahetult vastu rindkeret surutud mikrofoni abil, mis on ühenduses võimendajaga. Registreerimine toimub elektrokardiograafi abil.

Mikrofoni on lihtsam kohale asetada lamavale katseisikule; registreerimiseks seisval inimesel tuleb mikrofon siduda rihmadega vastu rindkeret. Südame tsükli faaside analüüsi jaoks on sobivam koht mikrofonile nn. Erbi punkt, mis paikneb 3. roide vahemikus sternum'i vasema serva juures.

#### Küsimused.

1. Missugusesse südame tsükli faasi langeb I toon?

2. Missuguseid komponente saab eristada I südame toonil?
3. Missugusesse tsükli faasi langeb II tooni?
4. Mida tähendab II tooni aortaalne ja pulmonaalne komponent?

#### 14. Südame tsükli faaside analüüs.

V a h e n d i d : pneumoelektrilise muundajaga sfügmograaf, fonokardiograaf, elektrokardiograaf, polügraafiline registreerimiseadeldis.

Eelnevates töödes kirjeldatud meetoditega registreeritakse üheaegselt elektrokardiogramm, südame toonid ja a. oarotis'e pulsikõver. Mõõtmise hõlbustamiseks võetakse paberi liikumiskiiruseks 100 mm/s.

Registreerimisel saadud kõveratel märkida järgmised punktid vertikaaljoontega (vt. skeem).

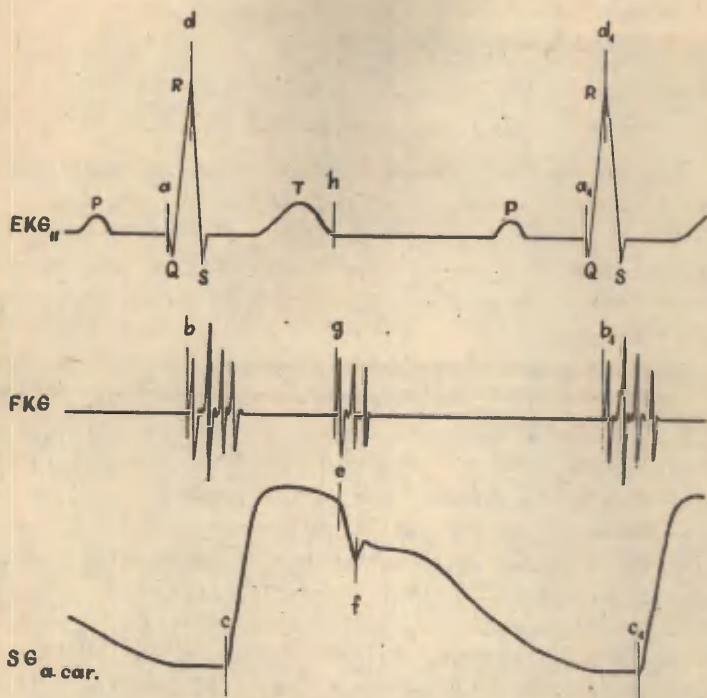
1) Elektrokardiogrammil: Q-saki algus (a), R-saki tipp (d), T-saki lõpp (h) ja järgmise tsükli R-saki tipp ( $d_1$ ).

2) Fonokardiogrammil: I tooni esimene suureamplituudiline laine (b) ja II tooni esimene suureamplituudiline laine (g).

3) Unearteri pulsikõveral: pulsikõvera tõusu algus (c), intsisiuuri algus (e). (Kui see pole täpselt määratav, siis pikendada pulsikõvera järsku langust sirgjoonega ülespoole ja märkida intsisiuuri algus sirge lahkumineku kohal pulsikõverast ja intsisiuuri põhi (f).)

Kõverate võrdlemisel tuleb silmas pidada, et a. oarotis'e pulsikõveralt saadud andmed südame mehaanilise töö kohta hilinevad umbes 0,04 sekundi võrra, võrreldes fonokardiogrammi andmetega. See aeg kulub pulsilaine levikuks südamest registreerimiskohani (helilainete levimine läbi rindkere kuni mikrofonini toimub enam kui 100 korda kiiremini kui pulsilaine levik arterites). Seetõttu saab vahetult mõõta südame väljapaiskeperioodi kestust, mitte aga selle perioodi ajalist paiknemist südame I ja II tooni suhtes. Aega, mis

## SÜDAME TSÜKLI FAASIDE ANALÜÜSI SCHEEM



EKG<sub>II</sub> - ELEKTROKARDIOGRAMM II STANDARDLÜLITUSES, FKG - FONOKARDIOGRAMM, SG<sub>a. car.</sub> - A. CAROTISE SFÜGMOGRAMM.

- |   |  |
|---|--|
| 1. SÜDAME TSÜKLI KESTUS: d - d <sub>1</sub> (C)               | 6. AKUSTILINE SÜSTOL: b - g                            |
| 2. ASÜNKROONSÉ KONTRAKTSIOONI<br>FAASI KESTUS: α - b (AC)     | 7. ELEKTRILINE SÜSTOL: α - h (QT)                      |
| 3. ISOMEETRILOSE KONTRAKTSIOONI<br>FAASI KESTUS: bg - cf (IC) | 8. MEHHAANILINE SÜSTOL: IC + E (S <sub>m</sub> )       |
| 4. VÄLJAPAIKSE FAASI KESTUS: c - e (E)                        | 9. KOGU SÜSTOL: S <sub>m</sub> + AC (S <sub>0</sub> )  |
| 5. PROTODIASTOLI KESTUS: e - f (PD)                           | 10. VASEMA VATAKASE DIASTOL:<br>C - S <sub>0</sub> (D) |

TAVALISELT VÄLJENDATAKSE SÜDAME TSÜKLI FAASIDE KESTUSED SEKUNDITES; AC, IC JA PD KESTUSED KA MILLISEKUNDITES.

kulub pulsilaine levikuks kuni a. carotis'eni, saab mõõta II tooni algusest kuni pulsikõvera intsisiuuri põhjani ulatuva lõigu põhjal.

Esitatud analüüsimeetodi puhul saadavad andmed iseloomustavad vasaku vatsakese tegevust.

### 15. Pletüsmograafia.

Meetod võimaldab jäsese verevarustuse muutusi uurida jäsese üldmahus esinevate kõikumiste kaudu.

S e a d m e d j a m a t e r j a l. Käsivarre- või sõrmepletüsmograaf pneumoelektrilise muundajaga, registreerimisvahendid, külm ja soe vesi temperatuuriärrituste andmiseks, termomeeter.

Uuritav jäse või sõrm asetatakse vastavakujulisse silindrilisse nõusse, silindri serva ja jäsese (sõrme) vahele jääv pilu suletakse kas plastiliini või leukoplastiribaga. Seejärel ühendatakse pletüsmograafi silinder aparadi bloki-ga, seatakse võimendus sobivaks ja lülitatakse registreeriv süsteem tööle. Katse lõpetamisel tuleb kõigepealt lülitada välja kirjuti blokk, võtta lahti ühendus jäset ümbritseva nõu ja aparatuuri vahel ning alles siis võib jäsese või sõrme silindrist välja tõmmata.

Registreerimisel saadaval kõveral on näha 1) pulsatoorseid laineid, mida põhjustab arteriaalse juurdevoolu rütmilisus; 2) hingamislaineid, mille põhjuseks on venoosse äravoolu kiirenemine iga inspiiriumi ajal; 3) hingamislainetest veel pikema perioodiga laineid, mida tekitab veresoonte silelihaste toonuse aeglane kõikumine seoses mitmesuguste reguleerivate protsessidega. Kõik need rütmilised kõikumised on suhteliselt madalaamplituudilised (jäsese keskmine maht oluliselt ei muutu).

Kirjeldatud lainete foonil võib aeg-ajalt esineda märksa suuremaid mahumuutusi, mille esilekutsujaks võivad olla mitmesugused ärritused, eriti emotsionaalset laadi mõjustused ning temperatuuriärritused; järsku mahu vähenemist võib

põhjustada ka sügavam hingamine pärast mõnda aega kestnud pealiskaudset kopsude ventilatsiooni.

Soovitav on koos pletüsmogrammiga registreerida kirjuti teisel kanalil hingamisliigutusi, et paremini analüüsida pletüsmogrammis esinevaid laineid.

Küsimused.

1. Kuidas muutub käe maht, kui teist kätt soojendada? Kas on erinevusi soojusärrituse esmakordses ja korduvas toimes?
2. Missugune on veresoonte reaktsioon külmale?
3. Kui kaua kestab ühekordse temperatuuriärrituse mõju veresoontele? Missugune on seos ärrituse tugevusega?
4. Kuidas seletada muutusi pletüsmogrammis sõnalise mõjustuse puhul?

### III. BIOELEKTRILISED NÄHTUSED

#### S Ü D A M E S

Elusas koes või organis kaasuvad erutusele bioelekt-  
rilised nähtused, mis avalduvad aktsioonipotentsiaalidena. See-  
juures osutub erutuses olev piirkond elektriliselt negatiiv-  
seks ülejäänud alade suhtes. Esmaseks erutuse tekkimise ko-  
haks süžames on sinuatriaalne sõlm, kust erutus levib kodade  
muskulatuurile ning atrioventrikulaarse sõlme vahendusel Hi-  
si kimbu sõrte ja Purkinje kiudude kaudu vatsakeste musku-  
latuurile. Südames tekkivaid biopotentsiaale on võimalik re-  
gistreerida kehapinnalt, kusjuures juhtiva keskkonna osa sü-  
damelihase ja kehapiinna vahel etendavad teised koed ning koe-  
vedelikud. Südame aktsioonipotentsiaalide registreerimise  
meetodit kehapinnalt nimetatakse elektrokardiograafiaks.

#### ELEKTROKARDIOGRAAFIA

Südame aktsioonipotentsiaalide registreerimiseks kasu-  
tatakse kaasajal elektromagnetiliste tindikirjutitega varus-  
tatud elektrokardiograafe. Visuaalseks jälgimiseks rakenda-  
takse katoodostsilloskoope.

Elektroodidena kasutatakse tavaliselt 1 mm paksusi me-  
tallplaate mõõtmetega 4 x 6 om. Parema juhtivuse tagamiseks  
asetatakse nahapiinna ja elektroodide vahele 3%-lise NaCl-  
lahusega niisutatud marli- või vatikiht.

Südame aktsioonipotentsiaalide registreerimisel kasu-  
tatakse mitmesuguseid lülitusviise, mida jaotatakse bi- ja  
unipolaarseteks.

Bipolaarsed jäsemete-lülitused e. standardlülitused.

Need lülitusviisid pärinevad Einthovenilt ja põhinevad  
nn. kolmnurgareeglil (joon. 1).

I standardlülitus on parema ja vasaku käe vahel, II standardlülitus parema käe ja vasaku jala vahel ning III standardlülitus vasaku käe ja vasaku jala vahel. Paremal jalal asub maanduselektrood.

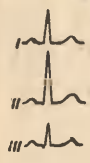
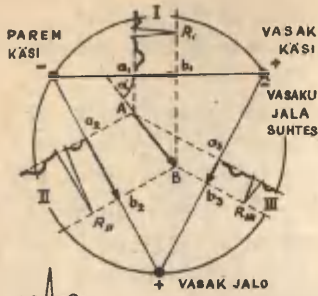
Einthoveni kolmnurgast nähtub, et teades südame aktiivpotentsiaalide amplituudi ja suunda (R- ja S-saki kõrgust mm-tes) kahes standardlülituses (I ja III), võib määrata südame summaarse elektromotoorse jõu suuruse ja suuna keha frontaalatasapinnas, mis läbib jäsemete lülituspunkte. Südame elektromotoorse jõu suund kujutab endast südame elektrilist telge (SET), mille asend frontaalatasapinnas tähistatakse nurgaga  $\alpha$ , mis paikneb I standardlülituse telje (PK-VK) ja südame elektrilise telje vahel. Nurga suurus leitakse Einthoveni kolmnurga järgi ringi (mis läbib kolmnurga tipp) kraadides. Südame elektrilise telje määramise meetodika on toodud joonisel 2. Südame elektrilise telje nurga ( $\alpha$ ) füsioloogiliste kõikumiste diapasoos on 0 kuni  $90^{\circ}$ . Normaalse SET asendi puhul on  $\alpha +20$  kuni  $70^{\circ}$ , horisontaalse asendi puhul  $+20$  kuni  $0^{\circ}$  ja vertikaalse asendi puhul  $+70$  kuni  $+90^{\circ}$ . Südame normaalse asendi puhul on standardlülituste  $R_I$  ja  $R_{III}$  summa võrdne  $R_{II}$ -ga (Einthoveni reegel).

#### Bipolaarsed rindkere-lülitused.

Indiferentne elektrood paigutatakse jäsemele, diferentne rindkerele teatavasse punkti. Neid lülitusi tähistatakse: CR, CL ja CF (C - "chest" - rindkere, R - "right" - parem(käsi), L - "left" vasem(käsi) ja F - "foot" - jalg). Diferentse elektroodi asukoht rindkerel näidatakse numbrilise indeksiga, näit.  $CL_5$  (vt. tabel 1). Nehi bipolaarsete rindkere-lülituste puhul on mõlemad elektroodid rindkerel.

#### Unipolaarsed lülitused.

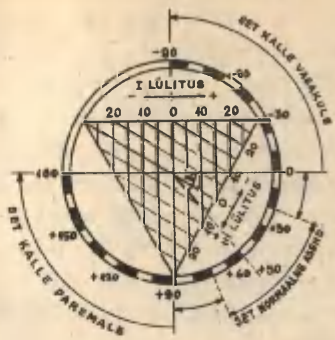
Unipolaarse lülituse jaoks on soovitatav, et indiferentse elektroodi potentsiaal oleks 0. Sel juhul peegeldab diferentne elektrood südame selle osa biopotentsiaale, mille lä-



$$(a_2 - b_2) = (a_1 - b_1) + (a_3 - b_3)$$

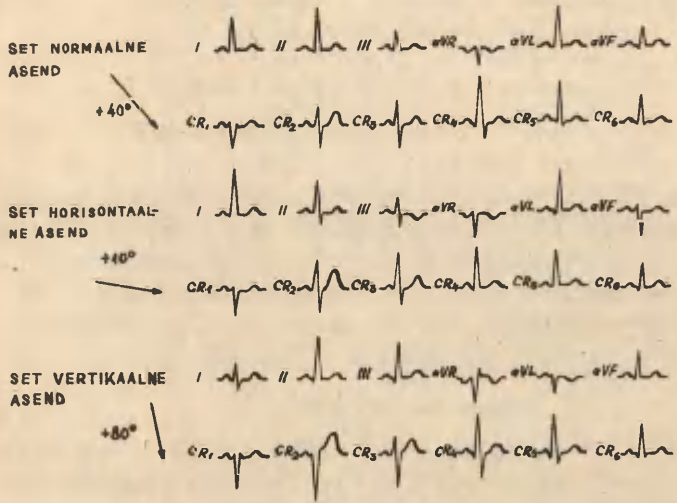
EHK  $R_{II} = R_I + R_{III}$

JOONIS 1. EKG STANDARDLÜLITUSED JÄSEMETELT (I, II, III) EINTHOVENI JÄRGI.



+20° KUNI 0° - SET HORIZONTAALNE ASEEND  
 +70° KUNI +90° - SET VERTIKAALNE ASEEND

JOONIS 2. SÜDAME ELEKTRILISE TELJE (SET) NURGA α MÄÄRAMINE EINTHOVENI KOLM-NURGA JÄRGI, KUI  $R_I = 40 \text{ mm}$  JA  $R_{III} = 5 \text{ mm}$ . ANTUD JUHUL ON SET α +50°.



JOONIS 3. EKG SÜDAME ELEKTRILISE TELJE (SET) ERINEVATE ASEENDITE PUHUL.

TABEL 4

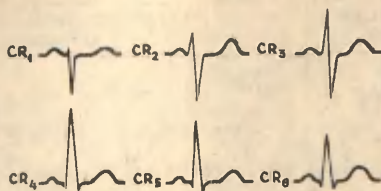
## ELEKTROODIOE PAIGUTUS RINDKEREL CR-LÜLITUSTES

CR LÜLITUSE NUMBER	ELEKTROODI ASEND EHK POSITSIOON RINDKEREL
CR <sub>1</sub>	NELJAS ROIDEVAHEMIK RINNAKU PAREMAL SERVAL
CR <sub>2</sub>	NELJAS ROIDEVAHEMIK RINNAKU VASAKUL SERVAL
CR <sub>3</sub>	II JA IV POSITSIOONI VAHEMAA KESKKOHAL
CR <sub>4</sub>	VIIES ROIDEVAHEMIK VASAKUL MEDIOKLAVIKUL AARJONNEL
CR <sub>5</sub>	IV POSITSIOONI TASEMEL VASAKUL EESMISEL AKSILLAARJONNEL
CR <sub>6</sub>	IV POSITSIOONI TASEMEL VASAKUL KESKMISEL AKSILLAARJONNEL
CR <sub>7</sub>	IV POSITSIOONI TASEMEL VASAKUL TAGUMISEL AKSILLAARJONNEL
CR <sub>8</sub>	VASAKUL SKAPULAARJONNEL
CR <sub>9</sub>	LÜLISAMBA OGAJATKUMISEL JONNEL

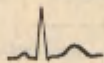
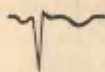
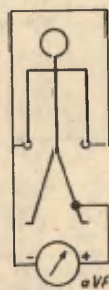
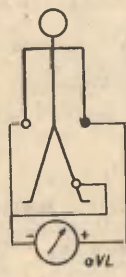
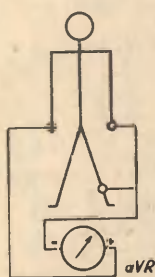
TABEL 2

## EKG LÜLITUSVIISIDE KLASSIFIKATSIOON

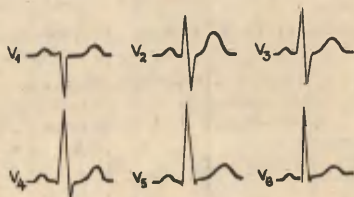
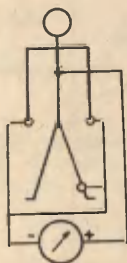
LÜLITUSE TÄHIS		AKTIIVNE ELEKTROOD (+)	INDIFERENTNE ELEKTROOD (-) VÕI (0)	KAJASTAB EESKÄTT AKTSIOONI-POTENTSIAALE
VEENE-KOERLINE	RAHVUS-VANELINE			
I	I	VASAK KÄSI	PAREM KÄSI	VASAKU VATSAKESE EPIKARDIAALPIIRKONNAS
II	II	VASAK JALG	PAREM KÄSI	-- -- -- --
III	III	VASAK JALG	VASAK KÄSI	-- -- -- --
$\mathcal{V}_n$	aVR	PAREM KÄSI	VASAK KÄSI + + VASAK JALG	VASAKU VATSAKESE BAASI EPIKARDIAAL- PIIRKONNAS
$\mathcal{V}_n$	aVL	VASAK KÄSI	PAREM KÄSI + + VASAK JALG	VASAKU VATSAKESE EESMISES KÜLSMISES EPIKARDIAAL-PIIRKONNAS
$\mathcal{V}_n$	aVF	VASAK JALG	VASAK KÄSI + + PAREM KÄSI	VASAKU VATSAKESE DIAFRAGMAALSE EPI- KARDIAAL-PIIRKONNAS
$\Gamma_{n_1} - \Gamma_{n_6}$	CR <sub>1</sub> -CR <sub>6</sub>	RINDKERE- LÜLITUSTE PUNKTID	PAREM KÄSI	PAREMA KOJA EPIKARDIS, PAREMAS VATSA- KESES (CR <sub>1-2</sub> ), VATSAKESTE VAHESEI- NAS (CR <sub>3</sub> ), VASAKU VATSAKESE TIPU EES- MISES JA KÜLMISES OSAS (CR <sub>4-6</sub> ).
$\Gamma_{L_1} - \Gamma_{L_6}$	CL <sub>1</sub> -CL <sub>6</sub>	--	VASAK KÄSI	--
$\Gamma_{H_1} - \Gamma_{H_6}$	CF <sub>1</sub> -CF <sub>6</sub>	--	VASAK JALG	--
$\Gamma_{O_1} - \Gamma_{O_6}$	V <sub>1</sub> - V <sub>6</sub>	--	KÕIK JÄSE- MED ÜHENDA- TUD	--



RINDKERE-LÜLITUSTE SKEEM



SUURENDATUD UNIPOLAARSED LÜLITUSED  
JÄSEMETELT.



SUURENDATUD UNIPOLAARSED RINDKERE-LÜLITUSED.

hedal elektrod paikneb. Unipolaarne lülitus jäsemetelt saadakse kõigi kolme punkti (parem käsi, vasak käsi ja vasak jalg) ühendamisel üheks indiferentseks elektroodiks ehk nn. nullelektroodiks. Diferentseks elektroodiks on järjekorras igauks kolmest elektroodist.

Käesoleval ajal kasutatakse nn. suurendatud (aktsentueeritud) unipolaarseid lülitusi. Neil juhtudel ei ühendata diferentset elektroodi kõigi ülejäänutega, vaid ühendatakse ainult kaks teist elektroodi omavahel indiferentseks elektroodiks. Kui näiteks diferentne elektrod asub paremal käel, siis indiferentseks elektroodiks ühendatakse vasak käsi ja vasak jalg. Suurendatud unipolaarseid lülitusi jäsemetelt tähistatakse järgmiselt: aVR, aVL ja aVF (a - tuleneb ingliskeelsest sõnast "augmented" = suurendatud, V - volt, R - "right" = parem käsi, L - "left" = vasak käsi, F - "foot" = vasak jalg). Samal viisil saadakse ka suurendatud rindkere-lülitused (V), kus indiferentseks elektroodiks on ühendatud kõik jäsemete elektrodid ja diferentne elektrod paigutatakse rindkerele samadesse kohtadesse nagu tavaliste rindkere-lülituste puhul. Ülevaate EKG enam kasutatavatest lülitusviisidest annab tabel 2.

Elektrokardiogrammide kujutise sõltuvust südame elektrilise telje asetusest illustreerib joonis 3.

### 1. Elektrokardiogramm.

Südame aktsioonipotentsiaalide registreerimisel saadud kõverat nimetatakse elektrokardiogrammiks (EKG), mis koosneb ühe tsükli puhul 5 sakist. Sakid tähistatakse Einthoveni järjega ladina tähtedega P, Q, R, S ja T. Sakkidevahelisi intervalle tähistatakse vastavate sakkide tähistega, millede vahel nad asuvad (näit. P - Q, R (S) - T, T-P jne.). EKG peegeldab erutuse tekkimist, levimist ja lõppimist südame kodades ja vatsakestes. EKG skeem on toodud joonisel 4.

Sinuatriaalses sõlmes tekkiv erutus ei peegeldu EKG-s, kuna potentsiaali muutused on väga väikesed. P-sakk iseloo-

mustab erutuse tekkimist ja levimist kodades. P-saki esimene pool kuni tipuni vastab parema koja erutusele ja teine pool tipust kuni isoelektrilise jooneni vasaku koja erutusele. Positiivne P-sakk (sakke ülalpool isoelektrilist joont nimetatakse positiivseteks ja allpool olevaid negatiivseteks) on tingitud sellest, et parem koda erutub varem ja tema positiivse potentsiaali amplituud ületab oma absoluutselt väärtuselt vasaku koja negatiivse potentsiaali amplituudi. Eksperimentaalselt on tõestatud, et parema koja erutus algab 0,02 - 0,03 sek. võrra varem kui vasaku koja erutus.

P - Q (P - R)-intervall vastab perioodile kodade erutuse algusest kuni vatsakeste muskulatuuri erutuse alguseni, s.o. ajale, mille vältel erutus levib kodades ja südamesiseses erutusjuhte süsteemis - atrioventrikulaarne juhtivus. Erutuse levimist südamesiseses juhtesüsteemis elektrokardiograaf ei registreeri, mistõttu sellel perioodil esineb EKG-s isoelektriline lõik.

Seejärel toimub erutuse levimine kiududelt vatsakeste muskulatuurile. Kõigepealt erutub südamelihase sisemine kiht, kuna Purkinje kiud paiknevad endo- ja müokardi vahel. Südamelihase sisemiselt kihilt levib erutus välimiste kihtide suunas, s.o. risti lihaskiudude kulgemisega, evides enamvähem kindla järjestuse. Nii erutub esmajärjekorras parema vatsakese tipu sisemise lihaskihi osa (parem Hisi säär on lühem), siis vasaku vatsakese tipp, vatsakeste vaheseina muskulatuur, parema vatsakese baas ja papillaarlihased. EKG-s vastab erutuse levimisele neis piirkondades Q-sakk. Järgnevalt erutub mõlema vatsakese muskulatuuri välimine kiht ja vasaku vatsakese baas, põhjustades EKG-s R-saki tekke. Kui erutus on haaranud täielikult mõlema vatsakese muskulatuuri, kaob potentsiaalide vahe ja tekib S - T-segment isoelektrilisel joonel. Vatsakeste süstoli lõpul, millal toimub vatsakeste muskulatuuri kiire repolarisatsioon, tekib T-sakk. Erutuse lakkamine vatsakestes osutub väga tundlikuks protsessiks, mistõttu T-sakk võib olla väga varieeruv.

## 2. Elektrokardiogrammi analüüs.

### R - R-intervall ja südame löögisagedus.

Südametegevust loetakse ühtlaseks, kui üksikute R-R-intervallide keetus ei erine üle 10 %. Protokollis märgitakse keskmine 3 - 4-st mõõdetud R - R-intervallist. Arütmia puhul märgitakse lühim ja pikim R - R-intervall. Südame löögisagedus võrdub  $\frac{60}{R - R \text{ (sek.)}}$ .

### P - Q - intervall.

Mõõdetakse P-saki algusest kuni vatsakeste kompleksi alguseni (Q või R). Tervel täiskasvanud inimesel kõigub P-Q-intervalli kestus 0,12 - 0,20 sek. piires. Alumisel piiril on lastel ja tõi puhul, ülemisel vanadel inimestel. Kestvus-sporordialade harrastajatel võib puhkeolekus P-Q-intervall kesta isegi üle 0,30 sek. (s.o. südame löögisageduse korral 30 - 40 korda minutis). Tavaliselt seostatakse P - Q-intervalli pikenemist üle 0,20 sek. atrioventrikulaarse juhtimise häiretega.

### QRS-intervall.

Mõõdetakse Q-või R-saki algusest (kui Q-sakk puudub EKG-s) kuni QRS-kompleksi lõpuni. Normaalselt on QRS-intervalli kestus 0,06 - 0,10 sek. (olles mõningases astmes proportsionaalne südame suuruse ja kaaluga, mis omakorda sõltub kasvust ja treenitusest). Lühenemine pole patoloogiline. Treenituil võib QRS-intervalli kestus ulatuda 0,12 - 0,14 sek. (seoses südame hüpertroofiaga). Tavaliselt viitab QRS intervalli pikenemine üle 0,10 sek. vatsakestesisesse erutusse juhtimise häiretele.

### Q - T (QRST)-intervall.

Iseloomustab vatsakeste elektriliste muutuste ehk vatsakeste elektrilise süstoli (QRS-kompleks) kestust. Mõõdetakse tavaliselt II standardlülituses QRS-kompleksi algusest T-saki lõpuni. Füsioloogilistes tingimustes sõltub QRST-intervalli kestus soost, east ja südame löögisagedusest. Q-T-intervalli standardi võib arvestada valemi järgi  $Q-T = K \sqrt{R-R}$ , kus K väärtus meestel on 0,37 ja naistel 0,39. Viima--

sega võrreldakse saadud Q - T-intervalli väärtusi. Q - T- ja R - R-intervallide põhjal arvutatakse süstoolne indeks (SI) valemi järgi  $SI = \frac{Q - T \times 100}{R - R}$ , mida võrreldakse stan-

dardiga (tabel 3).

KKG sakkide kirjeldus.

P-sakk.

Jälgitakse suunda isoelektrilise joone suhtes (+ või -), kuju, kõrgust (amplituudi) ja kestust. Reeglina on P-sakk positiivne (suunatud üles). Brandiks on aVR, kus P on alati normaalselt negatiivne. III lülituses võib P-sakk olla negatiivne südsme horisontaalasendi puhul ning lülitustes aVL ja aVF südame vertikaalsesendi puhul. Normaalselt on P-sakk ühtlase ümara kujuga.

P-saki amplituud jäsemete lülitustes

Lülituse tähis	Minimaalne (mV)	Maksimaalne (mV)
I	0	0,10
II	0,03	0,25
III	-0,10	0,20
aVR	-0,30	-0,05
aVL	-0,05	0,20
aVF	-0,05	0,20

CR-lülituses ei ületa P-saki amplituud 0,3 mV. V-lülituses on P-sakk keskmiselt madalam kui CR-lülitustes. V<sub>1</sub> - 2 võib P-sakk olla negatiivne või kahefaasiline. Lapseas on P-sakk mõnevõrra kõrgem I ja madalam III lülituses. P-saki kestus täiskasvanul on II lülituses 0,07 - 0,10 sek. P-saki kestus väheneb südame löögisageduse suurenemisel.

QRS-kompleks.

Q-sakk on suunatud alla, R-sakk üles ja S-sakk alla. Kui QRS on ühe sakina alla suunatud, siis tähistatakse ta QS-na. Lisasakkide puhul märgitakse R, R<sup>I</sup>, R<sup>II</sup>, S<sup>I</sup>, S<sup>II</sup> jne.

QRS-kompleksi voltaaži hinnatakse vertikaali pikkuse järgi R-saki tipust kuni kõige alumise tipuni. RS-sakkide voltaaži suhteline vähenemine ühes lülituses võib tingitud olla südame asendist. Näiteks väheneb QRS-kompleksi voltaaž

Q-T-INTERVALLI JA SÜSTOOLGE INDEKSI (%-DES) NORMVÄÄRTUSTE MÄÄRAMINE

TABEL 3

SÜDAME LÖÖSISIA- ESUS	Q-T INTER- VALL (SEK.)																							
	0,26	0,27	0,28	0,28	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	
40	17	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30 <sup>1</sup>	31	31	32 <sup>2</sup>	
45	19	20	21	22	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	31	31 <sup>1</sup>	32	33	34	34 <sup>2</sup>	35	36	
50	22	22	23	24	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	33 <sup>1</sup>	34	35	36	36 <sup>2</sup>	37	38	39	40	
55	24	24	25	26	27	28	28	30	31	32	33	33 <sup>1</sup>	35	36	37 <sup>2</sup>	38	39	40	41	42	43	44	45	
60	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37 <sup>1</sup>	38	39	40 <sup>2</sup>	41	42	43	44	45	46	47	48	
65	28	28	29	30	31	33	33	35	35	36	36 <sup>1</sup>	39	40	41 <sup>2</sup>	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
70	30	32	33	34	35	36	37	39	40 <sup>1</sup>	41	42	43 <sup>2</sup>	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
75	32	34	35	36	37	39	40	41 <sup>1</sup>	42	43 <sup>2</sup>	45	46	47	49	50	51	52	53	55	56	57	59	60	
80	35	36	37	39	40	41	43 <sup>1</sup>	44	45	46 <sup>2</sup>	48	49	51	52	53	55	56	57	59	60	61	63	64	
85	37	38	40	41	43	44 <sup>1</sup>	45	47 <sup>2</sup>	48	50	51	53	54	56	57	58	60	61	63	64	66	67	68	
90	40	41	43	45	45 <sup>1</sup>	46	48 <sup>2</sup>	51	52	53	55	57	58	60	61	63	64	66	68	69	71	72	74	
95	41	43	44	46 <sup>1</sup>	48	50 <sup>2</sup>	51	52	54	55	57	59	60	62	63	65	67	68	70	71	73	74	76	
100	43	45	46 <sup>1</sup>	48	49	51 <sup>2</sup>	53	55	57	58	60	62	63	65	67	68	70	72	73	75	77	78	80	
105	45	47 <sup>1</sup>	49	51	52 <sup>2</sup>	54	56	58	59	61	63	65	66	68	70	72	74	75	77	79	81	82	84	
110	47	50 <sup>1</sup>	51	53	54 <sup>2</sup>	56	58	60	62	64	65	67	69	71	73	74	76	78	80	82	83	85	87	
115	50 <sup>1</sup>	52	55 <sup>2</sup>	56	60	60	61	63	65	67	67	70	73	75	76	78	80	83	84	86	88	90	92	
120	52 <sup>1</sup>	54	58 <sup>2</sup>	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	

<sup>1</sup> NORM MEESTELE; <sup>2</sup> NORM NAISTELE.

TNU Kaitseakademi

I lülituses südame vertikaalasendi puhul ja III lülituses horisontaalse asendi puhul. Kui üheski standardlülituses (I - III) ei ulatu voltaaž üle 0,5 mV, siis on voltaaž maldunud. See võib esineda tervel inimesel südame tipu pöördumise tõttu taha. Sageli on maldunud QRS-kompleksi voltaaž patoloogiliste muutuste tunnuseks (düstroofia, atroofia, koronaarsklerooos, infarkt jne.).

QRS-kompleksi voltaaži isoleeritud suurenemine (üle 3 mV) I, III või rindkere-lülituses on seotud vatsakeste hüpertroofiaga. QRS-kompleksi voltaaži suurenemine kõigis lülitustee esineb lastel ja isikutel, kellel rindkere sein on õhuke. QRS-kompleksi kuju hindamisel jälgitakse QRS-kompleksi hambulisust, lõhestumist, pilbastumist jne., mis R-saki osas on sageli seotud patoloogiaga. Q-saki amplituud, tema esinemine või puudumine tervel inimesel sõltub südame elektrilise telje asetusest, kuid tema amplituud I ja II lülituses ei või ületada 15 % R-saki maksimaalväärtusest. III lülituses võib Q-sakk ulatuda 60 %-ni R-saki amplituudist. III lülituses võib R-sakk puududa ja esineda QS kogu kompleksi asemel (näit. südame horisontaalasendi puhul ja vasaku vatsakese hüpertroofia korral). Q-saki maksimaalne kestus isoelektrilisel joonel on 0,04 sek.

R- ja S-saki amplituudid ja nende suhted võivad oluliselt varieeruda olenevalt südame elektrilise telje asetusest. Rindkere-lülituses R-sakk suureneb paremalt vasakule, olles suurim 4. ja 5. rindkere-positioonis. R-saki vähenemine ühes või mitmes rindkere keskmises positsioonis on seotud patoloogiaga.

S - T (R/S/ - T)-intervall.

Mõõdetakse QRS-kompleksi lõpust T-saki alguseni. Reeglina läheb S - T-segment sujuvalt üle T-sakile, moodustades vatsakeste kompleksi lõpuosa. Isoelektrilisel joonel asub ainult III lülituses, muudel juhtudel on mõnevõrra kõrgemal (0,1 - 0,2 mV) isoelektrilisest joonest.

T-sakk.

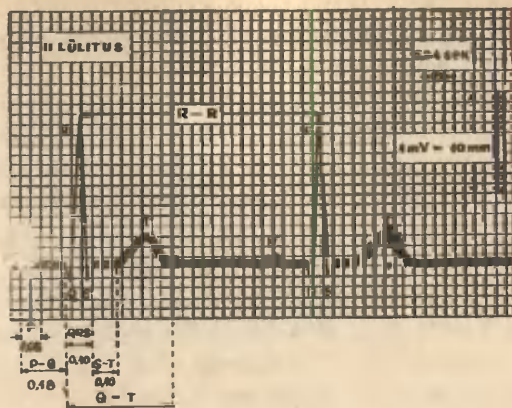
Võib olla positiivne, negatiivne ja kahefaasiline. Ter-

vetel inimestel on I lülituses alati positiivne, II lülituses positiivne ja kahefaasiline. Negatiivne T-sakk II lülituses, millele kaasub negatiivne T-sakk ka I või III lülituses, on enamasti patoloogiline. Erandina võib T-sakk olla negatiivne juhul, kui süda on pöördunud ümber risttelje tipuga ette. Normaalselt on  $T_I$  ja  $T_{II}$  amplituudid kindlas vahekorras samade lülituste R-saki amplituudiga. Kui  $R_{II}$   $R_I$ , siis  $T_{II}$   $T_I$  ja vastupidi. Negatiivne  $T_{III}$  on patoloogiline, kui sellele kaasub sissehingamisel negatiivne  $T_{II}$  ja  $T_{aVF}$ .  $T_{aVL}$  võib olla negatiivne või isoelektriline vertikaalse südametelje puhul.  $T_{aVR}$  on negatiivne ja  $T_{aVF}$  positiivne. Negatiivne T-sakk kõigis lülitustes võib esineda ainult varases lapseas. Hiljem negatiivne T-sakk kaob rindkere-lülitustes vasakult paremale ja üle 20 eluaasta vanuses esineb negatiivne T-sakk ainult 1. ja harva 2. rindkere positsioonis, kui süda on pööratud parema vatsakesega ettepoole.

T-saki amplituud kaevab rindkere-lülitustes paremalt vasakule, olles suurim 2.-4. positsioonini. T-saki amplituudi vähenemine ja ümberpöördumine rindkere keskmistes positsioonides viitab koldelistele kahjustustele (sageli vasaku vatsakese eesseina isheemiale). T-saki amplituudi hindamiseks rindkere-lülitustes võib kasutada R/T suhet.

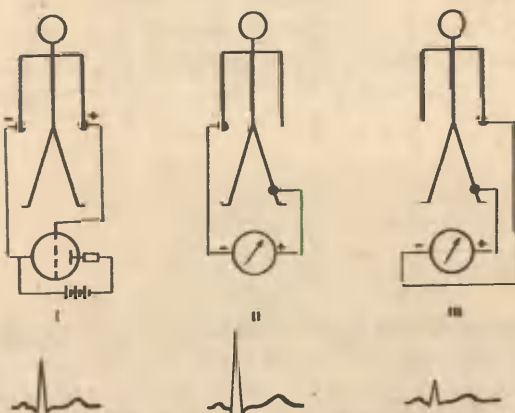
Lülitus	Minimaalne	Keskmine	Maksimaalne
$V_1$	0,3	1,4	7,0
$V_2$	0,2	1,4	12,0
$V_3$	0,3	1,9	13,0
$V_4$	0,3	2,9	9,0
$V_5$	1,0	3,5	9,0
$V_6$	1,7	4,1	10,0

Kõrgeamplituudilised T-sakid rindkere-lülitustes võivad olla nii füsioloogilised kui ka patoloogilised, viimasel juhul esinevad T-saki patoloogilised muutused ka teistes lülitustes. Normaalne T-sakk on pika tõusva säärega, ümara tipuga. Võrdkulgne terava tipuga T-sakk viitab patoloogiale, nn. koronaarne T-sakk.



JONIS 4. NORMAALNE ELEKTROKARDIOGRAMM

P-Q - ATRIOVENTRIKULAARNE JUHTIVUS, QRS - VATSAKESTE-SISENE JUHTIVUS, Q-T - VATSAKESTE ELEKTRILINE SÜSTOL, R-R - SÜDAME TSÜKLI KESTUS.



ELEKTROODI MÄRGIGA „+“ ON ÜHENDATUD ELEKTROKARDIOGRAAFI SISENDLAMPI VÕREGA JA MÄRGIG „-“ KATOODIGA

STANDARDLÜLITUSTE SKEEM (JÄSEMETELT).

TABEL 4

EKG OSADE (SAKKIDE JA INTERVALLIDE) AMPLITUUDID  
JA KESTUSED

EKG OSA	SÜDAME TSÜKLI FAAS	SAKI KÕRGUS (mm)	KESTUS (sek.)
P	KÕDADE SÜSTOL	0,5 - 2,0	0,06 - 0,10
P - Q (P LÕPUST)			0,08 - 0,08
P - Q (P ALGUSEST)	ERJUTUSE LEVININE SIINUS- SÕLMEST PURKINJE KIU- DUDESSE		0,12 - 0,18 (0,20)
Q		0 - 2	0,02 - 0,04
R		6 - 16	0,03 - 0,05
S		0 - 3	0,02 - 0,04
QRS			0,06 - 0,06 (0,10)
S - T			0,10 - 0,16 <sup>x</sup>
T		2 - 5	0,10 - 0,25
QRST	VATSAKESTE ELEKT- RILINE SÜSTOL		0,32 - 0,40 <sup>x</sup>
T - P	SÜDAME ELEKTRILINE PAUS		0,27 - 0,37 <sup>x</sup>
T - Q	VATSAKESTE ELEKT- RILINE DIASTOL		0,42 - 0,70 <sup>x</sup>
<sup>x</sup> NEED VÄÄRTUSED SÕLTUVAD SÜDAME LÕÖGI- SABEDUSEST (TABEL 3)			

Ülevaate EKG üksikute osade ajalistest kestustest ja sakkide amplituudidest annab tabel 4.

### 3. Südame aktsioonipotentsiaalide registreerimine inimesel ja elektrokardiogrammi analüüs.

V a h e n d i d: 2-kanaliline tindikirjutajatega elektrokardiograaf, elektroodid, 3%-line NaCl-lahus, eeteralkoholi segu, vatt, marli, kummipaelad elektroodide fikseerimiseks.

T õ õ k ä i k. Vaatlusalune lamab kušetil täielikult pingevabas seisundis. Nahapind jäsemel, samuti rindkerel, kuhu asetatakse elektroodid, puhastatakse eeteralkoholiga. Puhastatud nahapinnale asetatakse 3%-lise NaCl-lahusega niisutatud kahekordne marli, mille peale fikseeritakse kummipaelte abil metallplaat-elektroodid. Viimased ühendatakse eelnevalt sisselülitatud elektrokardiograafiga. Kalibratsiooni signaali amplituud valitakse võimendusregulaatori abil nii, et 1 mV vastab 10 mm-le. Millimeetripaperi liikumise kiiruseks valitakse 50 mm/s, kusjuures 1 mm-le vastab 0,02 sek. Kui kõik vajalikud ettevalmistused tehtud, asutakse elektrokardiogrammide registreerimisele. Lülitusi on võimalik vahetada elektrokardiograafi paneelil paikneva ümberlülitil abil, kus on vastavad lülituste tähised. Rindkere-lülituste puhul tuleb vahetada elektroodi asukohta rindkerel vastavalt eespool toodud skeemile.

Saadud EKG-de analüüs tehakse antud juhendis esitatud eeskirjade kohaselt. Kõrvuti EKG osade kirjeldamisega arvutatakse R - R keskmine kestus, südame löögisagedus, süstoolne indeks ja võrreldakse standarditega. Järelduseks märkida EKG vastavus normile, kõrvalekallete puhul iseloomustada muutusi.

Otstarbekas on esitada EKG analüüsi andmed järgneva tabeli kujul.

EKG osa	Saki kõrgus mm	Pinge mV	Kestus sek.	Märkused

Lisaks eelnevale määrata I ja III lülituses R-sakkide amplituudide (mm-tes) põhjal südame elektrilise telje nurk ( $\alpha$ ) Einthoveni skeemi järgi (joon. 2).

#### IV. H I N G A M I N E

Hingamine - gaaside vahetus organismi ja väliskeskkonna vahel - jaotatakse välimiseks ja sisemiseks hingamiseks. Välimine hingamine tagab gaaside vahetuse väliskeskkonna ja vere vahel hingamiselundite kaudu. Sisemine hingamine toimub kudedes, kus hapnik lülitub oksüdatsiooniprotsessidesse; tekkinud süsihappegaas kantakse vere kaudu kopsudesse ja sealt atmosfääri.

Välimises hingamises eristatakse kahte protsessi: 1) hingamismehaanikat ja 2) gaasivahetust. Hingamismehaanikat iseloomustavad hingamisliigutuste sagedus ja sügavus, hingamislihaste jõud, kopsude mahtuvus, kopsude ventilatsiooni suurus, rõhu muutused rinnaõõnes sisse- ja väljahingamisel jne. Gaasivahetuse kohta saadakse andmeid alveolaarõhu, väljahingatud ja sissehingatava õhu koostise ning vere gaaside sisalduse määramise teel.

##### 1. Hingamisliigutuste registreerimine

###### e. stetograafia.

V a h e n d i d: stetograaf (kasutatakse ka pneumograafi nimetust), kümograaf, 10%-line ammoniaagilahus.

T õ õ k ä i k. Rindkere liikumise registreerimist sisse- ja väljahingamisel nimetatakse stetograafiaks (stetohos - rind) ja saadud kõverat stetogrammiks. Stetograafina (joon. 1) on kasutusel kummimembraaniga kaetud metallkapsel, lihtsamal juhul riidest ümbrisega kummimansett, mis kumivooliku abil on ühendatud Marey' kapsliga. Pärast stetograafi fikseerimist rindkerele reguleeritakse süsteemis oleva T-toru kaudu õhusurve nii, et Marey' kapsli membraan oleks kergelt ülespoole surutud. Igal sissehingamisel saadakse Marey'

kapsli kirjuti tõus ja väljahingamisel langus. Soovitav on, et katseisik registreerimist ei näeks (hingamisliigutused on tahteliselt mõjutatavad).

Registreerida stetogramm:

- 1) tavalisel hingamisel 1 min. vältel;
- 2) lasta katsealust võimalikult sügavalt ja kiiresti hingata 15-20 korda (hüperventilatsioon);
- 3) teha hingamispeetus suutlikkuse piirini ja määrata selle kestus;
- 4) lugeda mõttes mingit teksti;
- 5) lugeda sama tekst valjusti;
- 6) sooritada staatilist pingutust (hoida 5-10-kg-st raskust ettesirutatud käega);
- 7) teha mingit rütmiliselt korduvat liigutust kindlas tempos (näiteks tõsta ja langetada sama raskust, mida eelnevalt hoiti ettesirutatud käega);
- 8) hingamistegevuse reflektorsete mõjustuste jälgimiseks asetatakse katsealuse nina lähedusse ammoooniumhüdrosiidilahuses niisutatud vatitups.

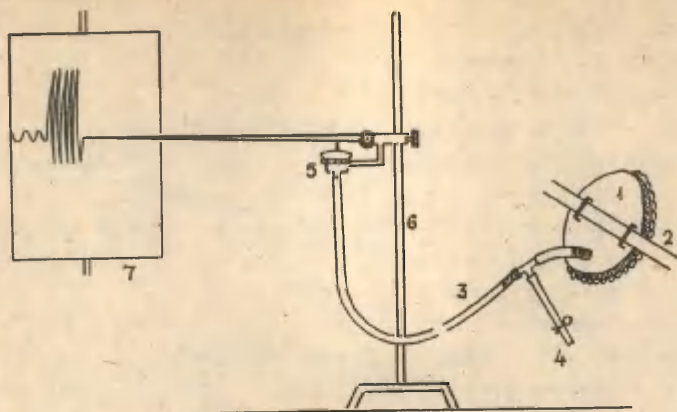
Järjekordne mõjustus rakendada alles pärast seda, kui tavaline hingamine on taastunud. Stetogrammi analüüsil selgitada muutused hingamise rütmis, tsüklite kestuses ja amplituudis ning hingamisfaaside kestustes ja iseloomus vaadeldud tingimuste korral. Pöörata tähelepanu taastumisperioodile. Teha järeldused hingamistegevuse muutuste iseloomu kohta.

## 2. Spirometria.

Tõõ ülesandeks on õppida tundma spirometri ehitust ning kasutamist kopsude elulise mahtuvuse ja selle komponentide määramiseks.

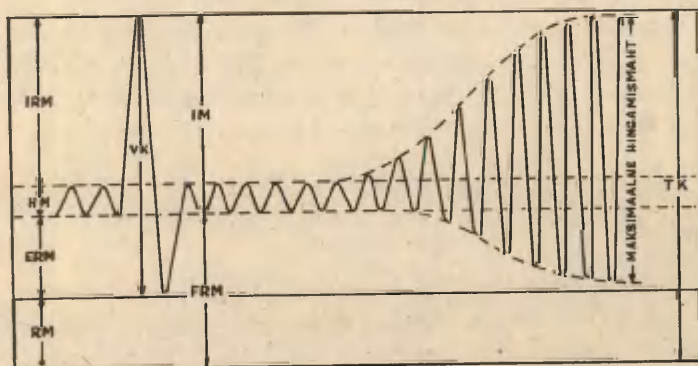
V a h e n d i d: spiromeeter, desinfitseerimisvahendid.

K a t s e s e a d e j a t õ õ k ä i k. Spiromeeter (joon. 3) koosneb kahest silindrist. Veega täidetud välimisse silindrisse on paigutatud põhjaga ülespoole sisemine



JOON 1. HINGAMISLIIGUTUSTE REGISTREERIMINE.

1 - STETOGRAAF, 2 - KINNITUSPAEL, 3 - KUMMITORU STETOORAAFI ÜHENDAMISEKS MAREY' KAPSLIGA (5), 4 - VALJAVÕTE RÖHU TEKITAMISEKS STETOGRAAFIS, 6 - STATIIV, 7 - KÜMOGRAAF.



JOON 2. KOPSU MAHTUDE SKEEM.

HM - HINGAMISMAHT, IRM - INSPIRATOORNE RESERVMAHT, ERM - EKSPIRATOORNE RESERVMAHT, RM - RESIDUAALMAHT, VK - VITAALKAPATSITEET, FRM - FUNKSIONAALNE RESIDUAALMAHTUVUS, IM - INSPIRATOORNE MAHTUVUS, TK - TOTAALKAPATSITEET

silinder. Välimise silindri põhjast suundub üles toru, mille ava asub kõrgemal veepinnast. Selle toru kaudu juhitakse õhk sisemisse silindrisse, mis kerkib ülespoole proportsionaalselt spiromeetrisse hingatud õhu mahuga, maht loetakse skaalalt. Hingamine spiromeetrisse toimub kummitoru kaudu, mis on varustatud huuliku või maskiga. Huuliku kasutamisel suletakse nina vastava näpitsaga. Spiromeetri abil saame määrata kopsude elulise mahtuvuse ja tema üksikud komponendid (joon. 2): 1) hingamismahu, 2) inspiratoorse reservmahu ja 3) ekspiratoorse reservmahu.

1. Hingamismahu määramiseks hingatakse sisse tavaliselt ja seejärel tavaliselt välja spiromeetrisse, mille skaalalt loetakse maht. Teha 5 määramist ja võtta andmetest keskmine väärtus.

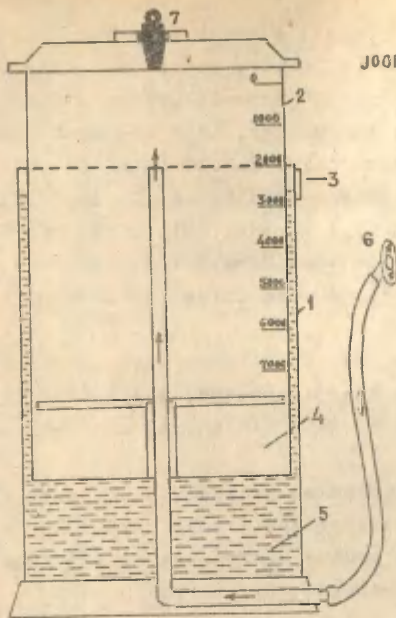
2. Inspiratoorse reservmahu määramiseks hingatakse maksimaalselt sisse ja spiromeetrisse tavaliselt välja. Korrata määramist 5 korda. Lahutades saadud keskmisest mahust keskmise hingamismahu, saame inspiratoorse reservmahu.

3. Ekspiratoorse reservmahu määramiseks hingatakse tavaliselt sisse ja spiromeetrisse maksimaalselt välja. Lahutades hingamismahu viiel määramisel saadud keskmisest ruumalast, saame ekspiratoorse reservmahu.

Elulise mahtuvuse e. vitaalkapatsiteedi määramiseks hingab vaatlusalune maksimaalselt sisse ja seejärel maksimaalselt välja spiromeetrisse. Korrata määramist 3 korda ja võtta suurim saadud tulemustest, mida võrrelda eespool saadud mahtude summaga. Kui elulise mahtuvuse üksikud komponendid on määratud õigesti, annab hingamismahu, inspiratoorse reservmahu ja ekspiratoorse reservmahu summa elulise mahtuvuse ehk kopsude vitaalkapatsiteedi.

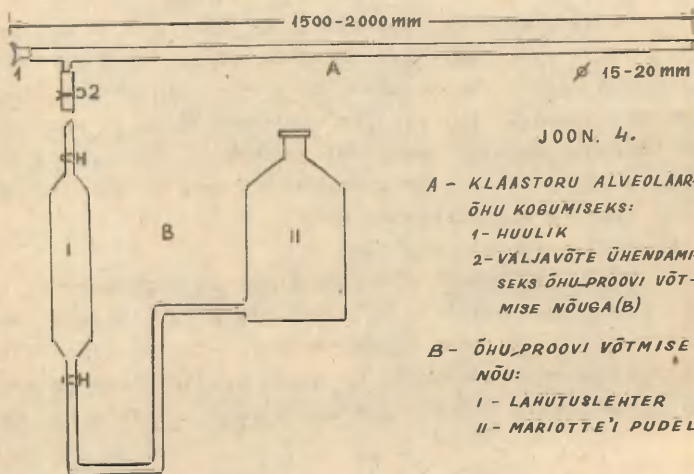
Määramistulemuste analüüs.

1. Võrrelda kopsude elulist mahtuvust normväärtusega. Viimane võtta kas vastavast tabelist või arvutada järgmiselt: naistel vastab kahekordne kehapindala ( $m^2$ -tes) kopsude elulise mahtuvuse normväärtusele (l-tes), meestel kahe ja poole kordne kehapindala. Kehapindala leidmiseks kasutatakse kas



JOON 3. SPIROMEETRI SKEEM.

- 1 - VÄLIMINE SILINDER
- 2 - SISEMINE SILINDER
- 3 - AVA SKAALA LUGEMI JÄL-  
GIMISEKS
- 4 - ÕHUBALLOON SISEMISE  
SILINDRI TASAKAALUS-  
TAMISEKS
- 5 - VESI
- 6 - HUULIK
- 7 - KORK, MIS EEMALDATAKSE  
SISEMISE SILINDRI ALG-  
SEISU TÕOMISEL, ET VÄL-  
TIDA VEE VÄLJASURUMIST  
SPIROMEETRIST



JOON 4.

- A - KLÄASTORU ALVEOLAAR-  
ÕHU KOGUMISEKS:
- 1 - HUULIK
- 2 - VÄLJAVÕTE ÜHENDAMI-  
SEKS ÕHU-PROOVI VÕT-  
MISE NÕUGA (B)
- B - ÕHU-PROOVI VÕTMISE  
NÕU:
- I - LAHUTUSLEHTER
- II - MARIOTTE'I PUDEL

Du Bois' nomogrammi või vastavaid valemeid. Nomogramm on toodud energiavahetuse peatükis.

2. Arvutada ventilatsioonikoefitsient järgmise valemi järgi:

$$K_{\text{vent.}} = \frac{HM - V_D}{RM + ERM}, \text{ kus}$$

HM - hingamismaht,  $V_D$  - jõderuumi maht (tavaliselt 0,14 - 0,20 l), RM - residuaalmaht (1,2 - 1,5 l), ERM - ekspiratoorne reservmaht.

3. Arvutada rühma keskmine hingamismaht, inspiratoorne reservmaht, ekspiratoorne reservmaht ja vitaalkapatsiteet. Võrrelda inspiratoorse ja ekspiratoorse reservmahu suurus; missugust kopsude omadust nende vahelkord võimaldab iseloomustada?

### 3. Spirograafia.

V a h e n d i d: Kroghi spiromeeter (vt. energiavaetus), desinfitseerimisvahendid.

T õ õ k ä i k. Hingamismahu registreerimiseks kasutatakse Kroghi spiromeetrit, mis eelnevalt täidetakse õhuga 1/2 mahu ulatuses. Vaatlusalusele asetatakse näole puhastatud hingamismask. Algul hingab vaatlusalune atmosfääri õhku, siis ühendatakse hingamismask Kroghi spiromeetriga. Esmalt hingab vaatlusalune mõned korrad tavaliselt, seejärel sooritab sügava sisse- ja väljahingamise ning jätkab siis tavalist hingamist. Spiromeetri kaane liikumine registreeritakse kümograafil olevale millimeetripaberile. Teades kaane liikumise ulatust ja sellele vastava mahu muutust, saame välja arvutada kopsude elulise mahtuvuse ja selle komponendid. Iga spiromeetri passis on märgitud, kui suur liikumise ulatus (mm-tes) vastab ruumala muutumisele 1 liitri võrra.

Analüüsida spirogramm ja väljendada vitaalkapatsiteedi ning selle üksikute osade mahud. Võrrelda saadud tulemusi spiromeetri andmetega.

4. Kopsude ventilatsioonimääramine puhkeolekus, töö ajal ja pärast tööd.

Kopsude ventilatsioonimääramine iseloomustab hingamise minutimaht. Töö ülesandeks on õppida tundma kopsude ventilatsioonimääramise meetodikat ja määrata kopsude minutiventilatsioonipuhkeolekus, töö ajal ning pärast tööd.

V a h e n d i d: gaasimõõtja, hingamismask ja -ventiilid, sekundomeeter ja desinfitseerimisvahendid.

K a t s e s e a d e j a t ö ö k ä i k. Katsealune istub seljaga gaasimõõtja poole, näole asetatakse eelnevalt puhastatud hingamismask. Sisse hingatakse välisõhku, välja hingatud õhk juhitakse vastava ventiili abil läbi gaasimõõtja. Kui katsealune on harjunud katsetingimustega, registreeritakse gaasimõõtja skaalalt ventilatsiooni suurus minutite kaupa 5 minuti vältel. Samal ajal loetakse ka hingamissagedus minutis. Ventilatsiooni suuruse ja hingamissageduse põhjal arvutada keskmine hingamismaht iga minuti kohta.

Füüsilise koormusena võib valida kas 30 kükki 1 minuti vältel või paigaljooks mitmesuguse tempoga (metronoomi taktis) 1-3 minuti kestel. Pärast tööd jälgitakse minutiventilatsiooni ja hingamissagedust veel 10 minuti vältel. Katsesaadud tulemused kantakse alljärgnevasse tabelisse.

---

Kella- aeg	Gaasimõõtja lugem	Hingamise minu- tiventilatsioon	Hingamis- sagedus	Keskmine hingamis- maht
---------------	----------------------	------------------------------------	----------------------	-------------------------------

---

Tabelli andmete alusel joonistada graafik, kuhu kanda minutiventilatsiooni, hingamissageduse ja keskmise hingamismahu väärtused.

Teha järeldused hingamise muutuste kohta töö ajal ja pärast tööd.

## 5. Kopsude maksimaalse ventilatsiooni määramine.

Organismi funktsionaalsete võimete hindamiseks kasutatakse tahtliku maksimaalse minutiventilatsiooni määramist, mis arvutatakse 10 sekundi vältel saadud tulemuste põhjal.

V a h e n d i d samad mis eelmises töös.

T ö ö k ä i k. Analoogiline eelmise tööga, välja hingatud õhk juhitakse läbi gaasimõõtja. Katse algul märgitakse gaasimõõtja lugem. Koos käskluse andmise ja stopperi käivitamisega lülitatakse hingamisventiil nii, et väljahingatud õhk läbib gaasimõõtja. Katsealune peab hingama võimalikult optimaalse sageduse ja sügavusega, 10 sekundi möödu-des lülitatakse gaasimõõtja välja ja loetakse gaasimõõtja lugem. Määramist tehakse kolm korda. Arvutamine toimub suurima tulemuse põhjal. Korrutades 10 sekundi vältel saadud mahu 6-ga, saame kopsude maksimaalse ventilatsiooni. Maksimaalse ventilatsiooni normväärtused kõiguvad 100 - 120 l piires. Sportlastel ja hea füüsilise ettevalmistusega isikutel võib ulatuda maksimaalne ventilatsioon isegi üle 200 liitri.

Maksimaalse ventilatsiooni määrab iga üliõpilane, tulemused kantakse tabelisse ja antakse hinnang.

## 6. Sisse- ja väljahingatud õhu analüüs

Haldane'i järgi.

Töö eesmärgiks on määrata hapniku ja süsihappegaasi kontsentratsiooni muutused õhus, mis võtab osa gaasivahetuse protsessidest kopsualveoolides. Gaaside kontsentratsioonide määramine toimub analüüsiks võetud õhu ruumala vähenemise põhjal pärast gaaside keemilist sidumist vastavate reaktiividega.

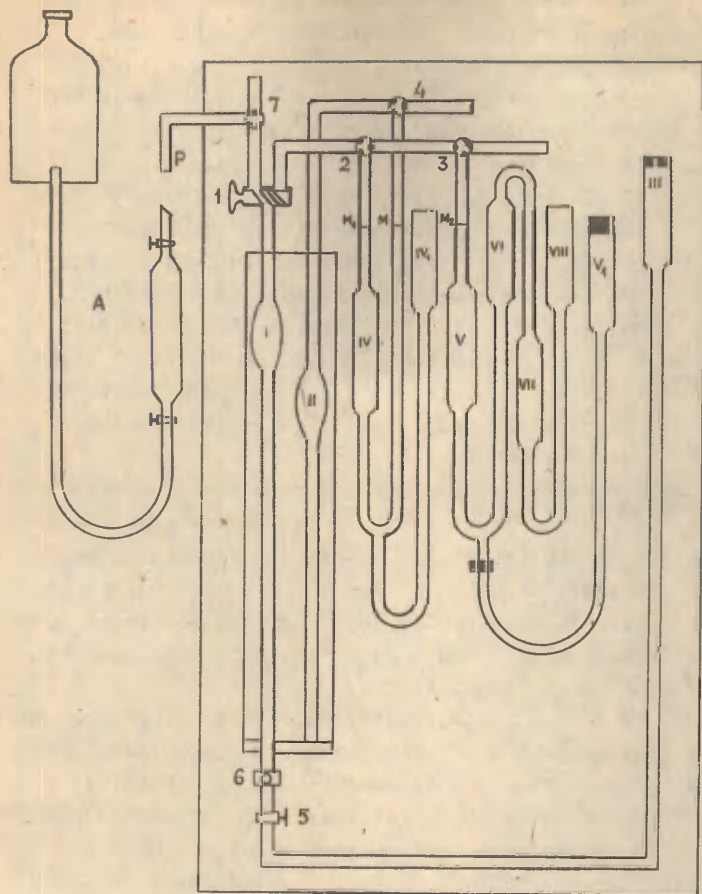
V a h e n d i d: Haldane'i gaasianalüsaator, õhuproovi nõu, Douglase kott, hingamismask ventiilidega ja desinfitseerimisvahendid.

Haldane'i gaasianalüsaator (joon. 5) koosneb gradueeritud mõõtbüretist (I) mahuga 20 või 10 cm<sup>3</sup>, mis asub koos

termobaromeetriga (II) veega täidetud klaassilindris. Mõõtbüreti alumine osa on ühendatud kummivooliku abil elavhõbeda rõhuanumaga (III). Mõõtbüretti ja rõhuanumat ühendavale kummivoolikule on vahele lülitatud kraan (5), viimase ja mõõtbüreti vahel on mõõtbüretis asuva elavhõbeda nivoo täpsemaks reguleerimiseks mikrokruviga klemm (6). Mõõtbüreti ülemises osas paiknev kahe paralleelse käiguga kraan (1) võimaldab ühendada mõõtbüretti atmosfääriga (või õhuproovi nõuga A) või absorptsiooninõudega IV ja V. Nõu IV on täidetud leeliselise lahusega (10%-line KOH) süsihappegaasi absorbeerimiseks, nõu V sisaldab pürogallooli leeliselist lahust hapniku absorbeerimiseks.

Absorptsiooninõud on varustatud kolmekäiguliste kraanidega 2 ja 3, mis võimaldavad mõõtbüreti ja absorptsiooninõude ühendamist atmosfääriga rõhu tasakaalustamiseks süsteemis ning analüüsitava õhu juhtimist absorptsiooninõudesse. Reservuaar IV<sub>1</sub> on leelise varunõu, kuhu CO<sub>2</sub> absorptsiooninõust suundub leeliseline lahus mõõtbüretist surutava õhu tõttu. Nii CO<sub>2</sub> kui ka O<sub>2</sub> absorptsiooninõudesse on paigutatud peened klaastorud absorptsioonipinna suurendamiseks. Nõus V<sub>1</sub> on pürogalloolilahuse tagavara, mis on eraldatud muust süsteemist kruviklemmiga ja suletud korgiga. Nõu IV on reservuaariks, kuhu õhu surumisel O<sub>2</sub> absorptsiooninõusse (V) suundub pürogalloolilahus. Nõu VII on täidetud hapustatud CaCl<sub>2</sub>- lahusega, et isoleerida pürogalloolilahust atmosfäärist. Vastasel juhul muutuks pürogalloolilahus kiiresti kasutamiskõlbmatuks, kuna atmosfääri kõrge O<sub>2</sub>-sisalduse tõttu kaotab pürogalloolilahus hapniku sidumise võime. Nõu VII on isoleeriva lahuse tagavaranõuks, kuhu analüüsi ajal surutakse isoleerimislahus seoses pürogalloolilahuse ümberpaigutamisega nõust V nõusse VI.

Et hoida ühtlast temperatuuri mõõtbüretis ja termobaromeetris (gaasimaht või rõhk muutub sõltuvalt t<sup>o</sup>-st), selleks on nad paigutatud veega täidetud klaassilindrisse. Termobaromeeter on kolmekäigulise kraani (4) abil ühendatav atmosfääriga ja CO<sub>2</sub> absorptsiooninõu kapillaarse osaga. Termo-



JOON 5. HALDANE'I GAASIANALÜSAATORI SCHEEM.

I - MÕÖTBÜRETT, II - TERMOBAROMEETER, III - ELAVHÕBEDA RÕHUANUM, IV -  $\text{CO}_2$  ABSORPTSIOONI NÕU, TÄIDETUD LEELISE (KOH) LAHUSEGA, IV<sub>1</sub> - LEE LISE LAHUSE VARUNÕU ANALÜÜSI AJAL, V -  $\text{O}_2$  ABSORPTSIOONI NÕU, TÄIDETUD PÜROGALLOOLI LAHUSEGA, V<sub>1</sub> - PÜROGALLOOLI VARUNÕU. VI, VII, VIII - PÜROGALLOOLI LAHUSE ATMOSFÄÄRIÕHUST ISOLEERIMISBÜRETID, 1, 2, 3, 4, 5, 7 - ÜHENOUSKRAANID (VT TEKST), 6 - MIKROKRUVIGA KLEMM TÄPSEKS REGULEERIMISEKS, P - GAASIANALÜSAATORI ÜHENDAMISKOHT OHUPROOVI NÕUGA (A).

baromeetrit kasutatakse Haldane'i gaasianalüsaatoris kui diferentsiaalmanomeetrit, mis võimaldab teha analüüsi alati ühe ja sama rõhu juures. Selleks isoleeritakse iga analüüsi algul pärast rõhkude tasakaalustamist süsteemi ja atmosfääri vahel termomeeter atmosfäärist kraani 4 abil nii, et termobaromeeter jääb ühendusse CO<sub>2</sub> absorptsiooninõuga.

Õhuproovi nõu A (joon. 5) koosneb lahutuslehtrist, mis on ühendatud kummivooliku abil veega täidetud Mariotte'i pudeliga. Enne proovi võtmist täidetakse lahutuslehter veega sel teel, et avatakse lahutuslehtri kraanid ja tõstetakse Mariotte'i pudel kõrgemale lahutuslehtrist. Kui lahutuslehter on veega täidetud, suletakse kraanid. Õhuproovi võtmisel avatakse lahutuslehtri kraanid ja Mariotte'i pudel asetatakse madalamale lahutuslehtrist, mille tagajärjel tõmmatakse analüüsiks võetav õhk lahutuslehtrisse.

Iga määramise eel puhastatakse gaasianalüsaator, kontrollitakse kraanide hermeetilisust ja täidetakse gaasianalüsaatori käigud lämmastikuga, s.o. kõrvaldatakse mõõteburetist ja teda ühendavatest torude süsteemist O<sub>2</sub> ja CO<sub>2</sub> absorptsiooninõudes leiduvate reaktiivide abil. Korduva töötamise puhul on gaasianalüsaator lämmastikuga "laetud", kuna eelneva analüüsi käigus on CO<sub>2</sub> ja O<sub>2</sub> seotud.

T õ õ k ä i k. Väljahingatud õhu proovi saamiseks kogutakse väljahingatud õhk Douglase kotti. Selleks lastakse katsealusel hingata läbi hingamismaski, mis on varustatud sisse- ja väljahingamisventiiliga. Viimane on ühendatud Douglase kotiga. Douglase koti gofreeritud torul on väljavõtte ühendamiseks õhuproovi võtmise nõuga. Lahutuslehtris küllastub õhuproov veeauruga ning jääb küllastatuks kogu analüüsi ajaks (reaktiivid vesilahustena!). Veeauruga küllastamiseks võetakse ka tavalise atmosfäärse õhu proov enne proovinõusse ja alles siis viiakse Haldane'i gaasianalüsaatorisse.

Õhuproovi nõu ühendatakse gaasianalüsaatoriga toru (P) abil. Mariotte'i pudel asetatakse kõrgemale lahutuslehtrist. Lahutuslehtri kraanid avatakse, enne tuleb kraan 7 panna seisus, mis isoleerib toru P gaasianalüsaatorist. Toru P täitmi-

seks analüüsitava õhuga pannakse momendiks kraan 7 sellises-  
se seisus, mille puhul surutakse õhk proovinõust atmosfääri.  
Seejärel isoleeritakse proovinõu atmosfäärist, viies kraan 7  
seisus, mis tagab mõõtebureti ühenduse atmosfääriga. Kraan 1  
tuleb panna seisus, mis võimaldab mõõteburetti ühendada proo-  
vinõu ja atmosfääriga. Kraani 5 avamisel lastakse elavhõbe-  
dal tõusta kraanini 1, mille tagajärjel mõõteburetis olev  
lämmastik surutakse atmosfääri. Seejärel ühendatakse kraani  
7 abil proovinõu mõõteburetiga. Langetades elavhõbeda surve-  
nõu (III), imetakse analüüsitav õhk proovinõust mõõteburetti,  
mis täidetakse laia osa ulatuses. Siis pööratakse kraan 7  
ühendusse atmosfääriga ja surutakse õhk mõõteburetit välja  
elavhõbeda rõhuanuma (III) abil, kusjuures elavhõbeda nivoo  
viiakse kraanini 1. Seejärel ühendatakse mõõteburett uuesti  
proovinõuga ning langetades elavhõbeda rõhuanumat täidetak-  
se mõõteburett skaala lugemini 10,00 (cm<sup>3</sup>). Mikrokrui (6)  
abil täpsustatakse skaala lugem (mõõtebureti). Nüüd suletakse  
kraan 5 ja avatakse kraan 7 atmosfääri suunas rõhu ühtlusta-  
miseks. Siis asetatakse kraan 1 seisus, mis ühendatakse mõõte-  
bureti absorptsiooninõude suunas ning kraanide 2, 3 ja 4  
abil ühendatakse kogu süsteem atmosfääriga. Märgistatakse  
meniskid M, M<sub>1</sub> ja M<sub>2</sub>. Seejärel ühendatakse termobaromeeter  
kraani 4 abil CO<sub>2</sub> absorptsiooninõu kapillaarse osaga kogu  
analüüsi ajaks. Kraan 3 asetatakse neutraalsesse seisus ja  
kraani 2 abil ühendatakse mõõteburett CO<sub>2</sub> absorptsiooninõuga.

#### CO<sub>2</sub> absorptsioon.

Analüüsi algul asetseb elavhõbeda rõhuanum (III) kõi-  
ge kõrgemas seisus. Avades kraani 5, surub elavhõbe mõõtebū-  
retis oleva õhu leelisenõusse (IV). Seejärel langetades elav-  
hõbeda rõhuanumat viiakse õhk tagasi mõõteburetti ning tõstes  
rõhuanumat surutakse õhk uuesti CO<sub>2</sub> absorptsiooninõusse. Sel-  
list võtet korratakse 6-8 korda, siis taastatakse meniskite  
seisud (M ja M<sub>1</sub>) ning loetakse mõõtebureti skaala näit. Et  
kontrollida CO<sub>2</sub> täielikku sidumist, viiakse analüüsitav õhk  
veel kord kontakti reaktiividega ja taastatakse meniskite  
seisud. Kui skaala lugem jääb samaks, siis on õhus olev CO<sub>2</sub>

seotud. Mõõtebureti skaala jaotused on  $1/100 \text{ cm}^3$  täpsusega. Luubi kasutamisel võib saada isegi täpsuse  $1/200$ .  $\text{CO}_2$ -protsendi leidmiseks tuleb  $10,00$ -st lahutada skaala lugem pärast  $\text{CO}_2$  sidumist ja korrutada saadud vahe  $10$ -ga. Näide: mõõtebureti skaala lugem pärast  $\text{CO}_2$  absorbeerimist oli  $9,68$ ;  $10,00 - 9,68 = 0,32$ ;  $0,32 \times 10 = 3,2$ . Seega oli  $\text{CO}_2$ -sisaldus õhus  $3,2\%$ .

#### $\text{O}_2$ absorptsioon.

Pärast  $\text{CO}_2$  absorbeerimist lülitatakse kraani 2 abil  $\text{CO}_2$  absorptsiooninõu välja ja ühendatakse mõõteburet  $\text{O}_2$  absorptsiooninõuga kraani 3 kaudu. Seejärel sooritatakse samasugune loksutamine nagu  $\text{CO}_2$  absorbeerimisel. Kuna  $\text{O}_2$ -sisaldus õhus on suhteliselt suur, siis tuleb loksutada  $18-20$  korda. Skaala lugemi saamiseks taastatakse meniski  $M_2$  nivoo ja tehakse kontroll-loksutamised seni, kuni skaala lugem jääb konstantseks. Analüüsi lõpetamise järel asetatakse kraanid 1, 2, 3 ja 4 vahepealsesse seisu.  $\text{O}_2$ -protsendi leidmiseks lahutatakse viimane skaalanäit  $\text{CO}_2$  absorptsiooni järgsest skaalanäidust ja saadud vahe korrutatakse  $10$ -ga. Näide: skaala lugem pärast  $\text{O}_2$  absorptsiooni -  $7,93$ , pärast  $\text{CO}_2$  absorptsiooni -  $9,68$ ;  $9,68 - 7,93 = 1,75$ ;  $1,75 \times 10 = 17,5\%$ , seega  $\text{O}_2$ -sisaldus õhus  $17,5\%$ . Pärast  $\text{CO}_2$  ja  $\text{O}_2$  absorbeerimist järelejäänud osa koosneb peamiselt lämmastikust ja üsna väikesest osast inertsetest gaasidest, mistõttu seda osa tähistatakse tavaliselt lämmastikuna ( $\text{N}_2$ ). Viimase protsendi saame sel teel, et korrutame  $\text{O}_2$  absorptsiooni järgse skaala lugemi  $10$ -ga. Bespool toodud näite põhjal oleks  $\text{N}_2$ -%:  $7,93 \times 10 = 79,3\%$ . Analüüsi tulemused kantakse alljärgnevasse tabelisse.

Analüüsitava õhu ruumala cm	Skaala lugem pärast $\text{CO}_2$ absorpts.	$\text{CO}_2$ cm <sup>3</sup>	$\text{CO}_2$ % pärast $\text{O}_2$	Skaala lugem	$\text{O}_2$ cm <sup>3</sup>	$\text{O}_2$ %	$\text{N}_2$ cm <sup>3</sup>	$\text{N}_2$ %
-----------------------------	---	-------------------------------	-------------------------------------	--------------	------------------------------	----------------	------------------------------	----------------

Sissehingata-  
v õhk

---

## Väljahingatud õhk

---

Töö järelduses märkida, missugused muutused esinevad väljahingatud õhus võrreldes sissehingatava õhuga.

### 7. Alveolaarõhu proovi võtmine ja alveolaarõhu koostise analüüs.

V a h e n d i d: 15 - 20-mm läbimõõduga ja ca 2 m pikkune klaastoru (joon. 4), mille ühes otsas on huulik ja selle lähedal väljavõte (klemmiga suletud kummitoru) ühendamiseks õhuproovi nõuga; Haldane'i gaasianalüsaator.

T ö ö k ä i k. Vaatlusalune võtab huuliku suhu. Väljavõtetoruga ühendatakse õhuproovi nõu. Viimase ja ühendustorud täidetakse veega kuni klaastoruni. Seejärel suletakse proovinõu kraanid ja Mariotte'i pudel asetatakse madalamale alveolaarõhu kogumise torust. Vaatlusalune sooritab sügava väljahingamise läbi toru, suleb siis keelega huuliku ava ja hingab rahulikult läbi nina seni, kuni proov võetud. Sügava väljahingamise lõpul klaastorusse jäänud õhk pärineb kopsu alveoolidest. Õhuproovi nõu kraanid avatakse ja klaastorust võetakse ca 50 - 100 ml õhku. Alveolaarõhu koostise määramine toimub Haldane'i gaasianalüsaatoriga.

Kõrvutada ja võrrelda sissehingatava, väljahingatud ja alveolaarõhu koostist ning põhjendada nende erinevused.

### 8. Süsihappegaasi osatähtsus hingamistegevuse regulatsioonis.

V a h e n d i d: Kroghi spiromeeter (vt. energiavaetus), oksühemomeeter, õhuproovi nõu, Haldane'i gaasianalüsaator, hapnik, stopper, desinfitseerimisvahendid.

T ö ö k ä i k. Vaatlusalune istub vabalt toolil. Hingamismask puhastatakse ja asetatakse näole. Esimene kat-

se: Kroghi spiromeeter täidetakse tavalise õhuga, süsihappegaasi ei seota. Kümograafi trumlil olevale millimeetri-paberile registreeritakse spirogramm ja määratakse igas minutis pulsisagedus. Spirogrammi analüüsi põhjal määratakse hingamissagedus ja kopsude ventilatsioon minutis. Katse eel ja katse lõpetamise järel võetakse spiromeetris olevast õhust proov ning Haldane'i gaasianalüsaatoriga määratakse õhu koostis. Katse keskmiseks kestuseks on tavaliselt 5-7 minutit. Kõik andmed kantakse järgmisse tabelisse.

Aeg min.	HbO <sub>2</sub> % <sup>2</sup>	Hingamis-sagedus	Minuti-ventilatsioon	Keskmine HM (1)	Pulsi-sage-dus	Spiromeetris oleva õhu koostis
1.						Katse algul:
2.						CO <sub>2</sub> .....%
3.						O <sub>2</sub> .....%
4.						Katse lõpul:
5.						CO <sub>2</sub> .....%
6.						O <sub>2</sub> .....%
7.						

Teine katse: Kroghi spiromeeter täidetakse hapnikuga (ca 5 l), süsihappegaasi ei seota. Katse viiakse läbi analoogiliselt esimesega ja saadud andmed kantakse samasugusesse tabelisse.

Kolmas katse: Kroghi spiromeeter täidetakse tavalise õhuga, kusjuures süsihappegaas seotakse katse ajal naatron-lubjaga. Taas kogutakse kõik andmed ja kantakse tabelisse.

Saadud tulemused kujutada graafiliselt, analüüsida ja teha tööst tulenevad järeldused.

M ä r k u s. Katsed lõpetada siis, kui HbO<sub>2</sub> % on langenud 25% võrra. Katseid peab jälgima juhendav õppejõud.

### 9. Korduva hingamispeetuse proov.

Proov võimaldab hinnata organismi kohastumisvõimet ebasoodsates gaasivahetuse tingimustes.

V a h e n d i d: stopper.

T õ õ k ä i k. Proov viiakse läbi järgmise skeemi kohaselt. Vaatlusalune istub vabalt, hingab sügavalt sisse ja välja ning järgneva sügava inspiiriumi järel peatab hingamise suutlikkuse piirini. Pärast hingamispeetuse katkestamist hingab vaatlusalune rahulikult ning sooritab 45 sekundi möödumisel analoogiliselt esimese hingamispeetusega teise ja seejärel 45 sekundi pärast veel kolmanda hingamispeetuse. Hingamispeetuste kestused väljendada sekundites. Reeglipäraselt toimub iga järgneva hingamispeetuse suurenemine. Korduv hingamispeetuse proov võimaldab hinnata kardiopulmonaalse süsteemi funktsionaalset seisundit ja organismi adaptatsioonivõimet ebasoodsais gaasivahetuse tingimuses.

Proovi teostab iga üliõpilane, tulemused kogu õpperühma kohta esitada tabeli kujul ja anda hinnang.

---

Jrk. nr.	Initsiaalid	Sugu	Va- Hingamispeetuste kestused sek.			Kõige suurem diferents sek.	Hinnang
			1.	2.	3.		

---

## V. E N E R G I A V A H E T U S

Elusorganismile on iseloomulik pidev ainete vahetus tema ja ümbritseva väliskeskkonna vahel. Ainevahetuse põhiülesanne seisneb selles, et organismi poolt vastuvõetud toiduained, tehes läbi terve rea keemilisi muutusi, vabastavad neis peituva potentsiaalse energia. Toiduainete koostisse kuuluvate toitainete keemiline energia muudetakse osaliselt mehaaniliseks, elektri- ja soojusenergiaks, osalt kasutatakse uute rakkude ehitamiseks, hormoonide ja fermentide sünteesimiseks ning organismi energeetiliste varude täiendamiseks.

Organismi energiavahetuse uurimine võimaldab kindlaks teha energiavahetust vastavalt füüsilise töö iseloomule ja intensiivsusele, hinnata mitmesuguste haiguslike seisundite iseloomu ning ulatust jne.

Organismi energiavahetuse mõõtühikuna kasutatakse kilokaloreid, kuna suurem osa energias vabaneb organismis soojusenergiانا. Energiavahetuse määramise meetodid jaotatakse otseseks ja kaudseks kalorimeetriaks.

### OTSENE KALORIMEETRIA

Organismi energiavahetuse määramist vahetult vabanevad soojushulga järgi nimetatakse otseseks kalorimeetriaks. Otsese kalorimeetria puhul kasutatakse kalorimeetrit (joon.1), mis kujutab endast mitmekordsete seintega hermeetiliselt suletavat kambrit. Seintevahelise ruumi temperatuur hoitakse püsival tasemel termoregulaatoriga nii, et sisemise kambri seinaga  $t^{\circ}$  on võrdne väliskambri sisepinna  $t^{\circ}$ -ga. Õhu puhastamise ja tsirkulatsiooni kambri tagavad absorbendid ja pump. Olulise osa moodustab kalorimeetris radiaatorite süsteem, millest voolab läbi vesi. Viimane soojeneb kambri viibivalt inimeselt või loomalt vabaneva soojuse arvel.

Teades kalorimeetrit läbinud vee hulka liitrites ja soojenemisastet (kraadides), saame nende korrutamisel organismi energiakulu katseperioodi vältel kcal-tes. Otsese kalorimeetria positiivseks küljeks on täpsus, kuid selle tehniline teostamine on keerukas, nõuab pikka aega ja ruumilise piiratuse tõttu pole rakendatav füüsilise töö puhul.

#### KAUDNE KALORIMEETRIA

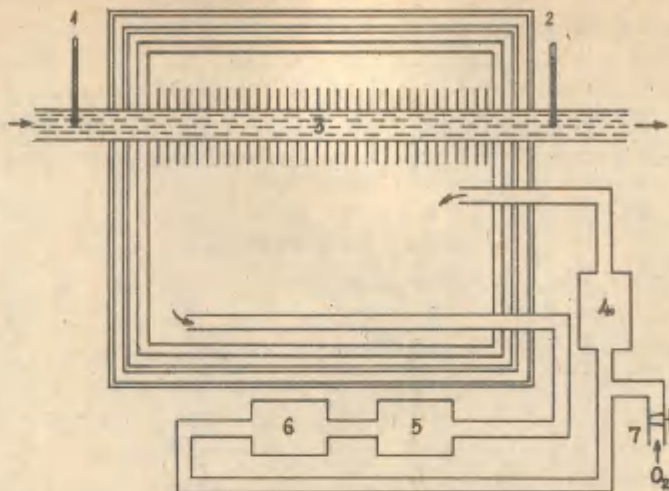
Põhineb organismi gaasivahetuse uurimisel, kus leitakse toitainete oksüdeerimiseks kasutatud hapniku hulk ja oksüdatsiooniprotsessides vabanenud süsihappegaasi hulk. Nii-  
melt esineb organismi gaasivahetuse ja energiavahetuse vahel vastavalt tingimustele kindel kvantitatiivne sõltuvus.

Kui organismi poolt kasutatud hapnik kuluks ainult toitainetes leiduva süsiniku oksüdeerimiseks, siis produtseeritud  $\text{CO}_2$  maht oleks võrdne tarvitatud  $\text{O}_2$  mahuga. Tavaliselt on organismi poolt toodetud  $\text{CO}_2$  maht väiksem, sest  $\text{O}_2$  kasutatakse veel toitainetes leiduvate teiste elementide (H, N, S jne.) oksüdeerimiseks. Organismi poolt produtseeritud süsihappegaasi ja kasutatud hapniku ruumalalist suhet nimetatakse hingamiskoeffitsiendiks ( $\text{HK} = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ ). Viimase

lähem käsitus näitab, et hingamiskoeffitsiendi põhjal võib otsustada, missuguseid toitaineid ja millistes vahekordades neid organismis oksüdeeriti.

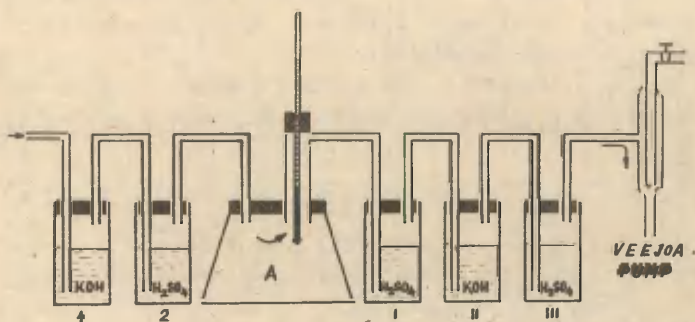
Kui organismis toimuks ainult süsivesikute oksüdatsioon, siis oleks hingamiskoeffitsient 1. Näiteks:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{CO}_2$   
 $+ 6\text{O}_2 - 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}; \quad \text{HK} = \frac{6\text{CO}_2}{6\text{O}_2} = 1.$

Tegelikult ei oksüdeerita organismis mitte üksnes süsivesikuid, vaid ka rasvu. Rasvrea ühendite keemilistest valemitest nähtub, et neis esineb suhteliselt vähe hapnikku. Kui süsivesikute molekulis piisab vesiniku oksüdatsiooniks



JOON. 1. OTSESE KALORIMEETRI SKEEM

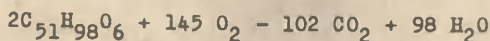
1, 2 - TERMOMEETRID, 3 - RADIATORITE SÜSTEEM VEE TSIRKULATSIOONIKS, 4 - ÕHU TSIRKULATSIOONI SAELITAV PUMP, 5 - VEE ABSORBENT, 6 - SÜSIHAPPEGAASI ABSORBENT, 7 - TOIMUB HAPNIKU JUURDEANDMINE.



JOON. 2. HALDANE'I LAHTISE MEETODI SKEEM

1 - KOH NÕU ÕHU  $\text{CO}_2$  SIDUMISEKS, 2 -  $\text{H}_2\text{SO}_4$  NÕU VEEAURU SIDUMISEKS, I, II, III - REAKTIIVIDE NÕUD KATSELOOMA POOLT ERITATUD  $\text{H}_2\text{O}$  JA  $\text{CO}_2$  SIDUMISEKS, A - KAMBER KATSELOOMA PAIGUTAMISEKS.

tema molekulis sisalduvast hapnikust, siis rasvade oksüdatsioonil kulub organismi poolt tarvitatud hapnikust peale süsiniku oksüdeerimise hapnikku veel vesiniku oksüdeerimiseks. Näiteks tripalmitiini ( $C_{51}H_{98}O_6$ ) molekulis on ainult 6 aatomit hapnikku, vesinikku aga 98 aatomit; selle ühendi oksüdatsiooniks keemiline võrrand oleks järgmine:



Kahe molekuli tripalmitiini oksüdeerimiseks on vaja 145 molekuli  $O_2$ , seejuures tekib ainult 102 molekuli  $CO_2$ . Seega hingamiskoeffitsient rasvrea ühendite puhul osutub väiksemaks ühest:

$$HK = \frac{102 CO_2}{145 O_2} = 0,7$$

Tavalistes tingimustes nii madalat hingamiskoeffitsienti ei väärtust ei esine, kuna rasvade kõrval oksüdeeritakse ka süsivesikuid. Vaetavalt sellele, kas oksüdeeritakse organismis rohkem süsivesikuid või rasvu, läheneb hingamiskoeffitsient kord 1-le või 0,7-le.

Teades ühelt poolt hingamiskoeffitsienti ja teiselt poolt oksüdatsiooniprotsessides kasutatud hapniku ruumala, on võimalik arvutada, kui palju oksüdeeriti organismis süsivesikuid ja rasvu ning kui suur oli vabanenud energia hulk. Järgnevalt arvutame oksüdeeritud süsivesikute, rasvade ja vabanenud energia hulga konkreetsetes näites.

Hingamiskoeffitsient oli katses 0,90 ja katse vältel kasutati 1 l hapnikku. Kõigepealt leitakse, kui palju kulus ühest liitrist kasutatud hapnikust süsivesikute ja kui palju rasvade oksüdatsiooniks. Ülesande lahendamiseks koostatakse võrrandsüsteem. Tarvitatud ühest liitrist hapnikust kulus  $x$  l  $O_2$  rasvade ja  $y$  l  $O_2$  süsivesikute oksüdatsiooniks, siit saame esimese võrrandi:

$$x + y = 1$$

Seejärel väljendatakse ka produtseeritud süsihappegaasi hulk  $x$  ja  $y$  abil. Kuna HK rasvade puhul on 0,7, siis produtseeritud  $CO_2$  hulk rasvade arvel võrdub

$$\frac{CO_2}{x} = 0,7 \text{ ehk } CO_2 = 0,7 x \quad (1)$$

Süsivesikute osas HK = 1 ning produtseeritud CO<sub>2</sub> hulk väljendatuna y abil võrdub

$$\frac{CO_2}{y} = 1 \text{ ehk } CO_2 = y \quad (1)$$

Kokku produtseeriti CO<sub>2</sub> antud juhul (0,7x + y) liitrit.

Järgnevalt väljendatakse hingamiskoeffitsiendi 0,90 puhul produtseeritud CO<sub>2</sub> hulk x ja y abil ning koostatakse süsteemi teine võrrand:

$$HK = \frac{CO_2}{O_2} = 0,90; \quad CO_2 = (0,7x + y)1, \quad O_2 = 1 \text{ l};$$

$$\frac{0,7x + y}{1} = 0,90; \quad 0,7x + y = 0,90$$

Saadud võrrandsüsteemi lahendamiseks kasutame lahutamismeetodit.

$$x + y = 1$$

$$\frac{0,7x + y = 0,90}{0,3x} = 0,1$$

$$0,3x = 0,1$$

$$x = \frac{0,1}{0,3} = 1/3 \quad (1)$$

$$y = 1 - 1/3 = 2/3 \quad (1)$$

Antud juhul kulus rasvade oksüdatsiooniks 1/3 l hapnikku ja süsivesikute oksüdatsiooniks 2/3 l hapnikku. Edasi on võimalik arvutada, kui palju oksüdeerib 1/3 l O<sub>2</sub> rasva ja 2/3 l O<sub>2</sub> süsivesikuid. Eespool nägime, et 2 gramm-molekuli tripalmitiini oksüdeerimiseks kulus 145 g-molekuli O<sub>2</sub>. Kuna gaasi gramm-molekuli ruumala on normaaltingimustes 22,4 l, siis kogu O<sub>2</sub> hulk on (145 · 22,4) l. Tripalmitiini g-molekul kaalub 806 g. Saadud andmete alusel saame arvutada, mitu g rasvrea ühendeid oksüdeeritakse 1 l hapniku poolt:

$$\frac{1612}{145 \cdot 22,4} = 0,5 \text{ g}$$

1/3 l hapnikku oksüdeerib seega 0,5 · 1/3 = 0,17 g rasva. Analoogiline arvutus tehakse oksüdeerunud süsivesikute hulga määramiseks. Näitena kasutame glükoosi, mille 1 gramm-

molekul kaalub 180 g. Viimase oksüdeerimiseks vajatakse 6 gramm-molekuli  $O_2$ , s.o. 134,4 l, 1 liiter hapnikku oksüdeerib seega  $\frac{180}{134,4} = 1,34$  g glükoosi;  $\frac{2}{3}$  l  $O_2$  oksüdeerib aga  $1,34 \cdot \frac{2}{3} = 0,9$  g glükoosi.

Belnev arvutuskäik näitab kujukalt, kuidas on võimalik hingamiskoeefitsiendi ja kasutatud hapniku mahu järgi välja arvutada organismis oksüdeerunud süsivesikute ja rasvade hulk grammides. Teades viimaseid suurusi, võime välja arvutada organismist vabanenud energia hulga. Selleks korrutame rasvade puhul grammide arvu 9,3 kcal-ga ja süsivesikute puhul 4,1 kcal-ga. Et antud juhul arvutasime glükoosi hulga, siis tuleb see korrutada 3,7 kcal-ga (1 g glükoosi oksüdatsioonil vabaneb 3,7 koal soojusenergiat), seega vabanes energiat rasvade oksüdatsioonist  $0,17 \cdot 9,3 = 1,58$  kcal ja glükoosi arvel  $0,9 \cdot 3,7 = 3,33$  kcal.

Kokku vabanes antud hingamiskoeefitsiendi (0,90) puhul ja 1 l hapniku kasutamisel 4,91 kcal soojusenergiat. Seda energia hulka, mis vabaneb 1 l hapniku kasutamisel oksüdatsiooniprotsessides, nimetatakse hapniku kaloriliseks ekvivalendiks e. kaloriliseks koeefitsiendiks; viimane sõltub hingamiskoeefitsiendist. Süsivesikute oksüdeerimisel (HK = 1) on 1 l hapniku kaloriline ekvivalent 5,05 kcal, rasvade puhul (HK = 0,71) 4,69 kcal. Seega kõiguvad hapniku kalorilise ekvivalendi väärtused olenevalt hingamiskoeefitsiendist 4,69 ja 5,05 kcal vahel. Hingamiskoeefitsient võimaldab ka kvalitatiivsest küljest hinnata organismis toimuvaid energiaallikate protsesse, sest ta näitab, milliste toitainete oksüdatsioon on ülekaalus.

Tabelites antakse hingamiskoeefitsientidele vastavalt hapniku kalorilised ekvivalendid (tabel 2).

Belnevast nähtub, et kaudse kalorimeetria puhul on tarvis teha sisse- ja väljahingatud õhu gaasianalüüs, mõõta väljahingatud õhu ruumala (via normaaltingimustele), määrata arvutuste teel kindlaks organismi poolt produtseeritud süsihappegaasi ja kasutatud hapniku hulk, millede ruumala-

line suhe annab hingamiskoefitsiendi. Viimasele leiame tabelist vastava kalorilise ekvivalendi, mille korrutamisel kasutatud hapniku hulgaga saame organismist vabanenud energia hulga teatud vaatlusperioodi vältel.

Järgnevais praktilistes töödes tutvume kaudses kalomeetrias enam kasutatavate meetoditega.

### 1. Energiavahetuse määramine väikeloomadel Haldane'i lahtisel meetodil.

Meetodi põhimõtte seisneb selles, et määratakse kindlaks katselooma (rott, merisiga jne.) poolt kasutatud  $O_2$  ja produtseeritud  $CO_2$  hulk. Organismis vabanenud vesi ja süsihappegaas seotakse vastavate reaktiividega. Kuna tavalises atmosfääri õhus esineb alati süsihappegaasi ja veeauru, siis on eelnevalt tarvis vabastada katselooma poolt sissehingatav õhk neist ühendeist. Ülevaate katsetest annab joonisel 2 toodud skeem.

V a h e n d i d: katselooma kamber, 2 KOH nõu, 3  $H_2SO_4$  nõu, ühendustorud, veejoa-vaakuumpump, amalüütilised kaalud.

Katseloom merisiga.

T õ ö k ä i k. Katseloom kaalutakse koos kambriga ja eraldi, samuti I, II ja III nõu (skeemi järgi) katse eel ja lõpul. Märgitakse katse kestus. Andmed kantakse tabelisse.

	Enne katset	Pärast katset	Diferents
Merisea kaal koos kambriga ( g )	816,55	814,84	-1,71
I nõu	348,65	349,93	+1,28
II nõu	321,23	321,93	+0,70
III nõu	354,15	355,70	+1,55
Kokku reaktiivinõude kaaluive			+3,53

Katse kestus 4 tundi, merisea kaal 270 g (♂).

Arvutused:

1. Produktseeritud  $\text{CO}_2$  hulk võrdub II ja III nõu kaaluibee summaga:  $0,70 + 1,55 = 2,25$  g.
2. Kasutatud  $\text{O}_2$  hulk võrdub nõude kaaluibee summa miinus katselooma kaalukaotus :  $3,53 - 1,71 = 1,82$  g.
3. 2,25 g  $\text{CO}_2$  ruumala normaaltingimustes on (1 g  $\text{CO}_2$  ruumala on 0,509 l)

$$2,25 \cdot 0,509 = 1,145 \text{ l.}$$

4. 1,82 g  $\text{O}_2$  ruumala normaaltingimustes on (1 g  $\text{O}_2$  ruumala on 0,700 l)

$$1,82 \cdot 0,70 = 1,27 \text{ l.}$$

5. Hingamiskoeffitsient võrdub antud juhul

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = \frac{1,145}{1,27} = 0,90.$$

6. Hingamiskoeffitsiendile 0,90 vastab hapniku kaloriline (tabel 2) ekvivalent 4,92 kcal.

7. Energiakulu 4 tunni vältel on seega

$$E_{4t} = 1,27 \cdot 4,92 = 6,23 \text{ kcal.}$$

8. Energiakulu 1 kg kehakaalu kohta ööpäevas on

$$\frac{6,23 \cdot 24}{4 \cdot 0,27} = 13,9 \text{ kcal/ kg.}$$

9. Energiakulu 1 m<sup>2</sup> kehapiinna kohta ööpäevas on

$$\frac{6,23 \cdot 24}{4 \cdot 0,036} = 1039 \text{ kcal/m}^2;$$

$$S \text{ keha} = 8,5^3 \cdot 270^2 = 8,5^3 \cdot 72900 = 8,5:42 = \\ = 357 \text{ (cm}^2\text{)} = 0,036 \text{ (m}^2\text{)}.$$

Vastus. Merisea energiakulu 1 kg kehakaalu kohta ööpäevas on 139 kcal ja 1 m<sup>2</sup> kehapiinna kohta ööpäevas 1039 kcal.

Märkus. Energia hulk väljendatakse tavaliselt ööpäevas nii 1 kg kehakaalu kui ka 1 m<sup>2</sup> kehapiinna kohta. Viimane ise-

loomustab täpsemalt energiavahetuse taset, kuna puhkeoleku tingimustes kulub suhteliselt suur osa energiast kehatemperatuuri säilitamiseks, kusjuures kulutuste suuruse määrab eelkõige kehapinna suurus.

Keha pindala arvutamiseks väikeloomadel kasutatakse järgmist valemit:  $S_{\text{keha}} = k \cdot R^2$ ,

$k$  - konstant, on loomaliikidel erinev (rott - 9,1; merisiga 8,5; koer 10,5 - 11,2),  $R^2$  - kehakaal ruudus (kui kaal grammides, saame pindala  $\text{cm}^2$ -tes).

### Energiavahetuse määramine inimesel.

Energiavahetuse määramisel saadud andmed võimaldavad igal konkreetsel juhul kindlaks teha, kas on tegemist füsioloogiliste kõikumiste piiri kuuluvate muutustega või patoloogiliste nihetega. Sel eesmärgil kasutatakse kõige sagedamini põhiainevahetuse määramist.

Energiavahetus suureneb igasuguse füüsilise pingutuse ja tegevuse puhul (ka siis, kui see pole seotud liikumisega), nagu istumine, seismine jne. Nii põhjustab istuv asend energiavahetuse suurenemise 5 - 10% ulatuses, võrreldes põhiainevahetusega, seismine 20 - 30%, käimine 80 - 100%, jooksmine aga 400% ja enam. Seda energiakulu, mis tekib seoses professionaalse töö ja sportliku tegevusega, nimetatakse tööainevahetuseks. Viimase suurus oleneb eelkõige lihastöö intensiivsusest ja kestusest.

### 2. Põhiainevahetuse määramine Kroghi järgi.

Põhiainevahetuse määramisel kasutatav Kroghi spiromeeter (joon. 3) kujutab endast metallist kahekordsete seinetega nõu, mis on täidetud veega. Spiromeetri liikuva kaane ( $K$ ) servad ulatuvad vette, mis võimaldab spiromeetri seesmise osa eraldada atmosfäärist. Spiromeetrisse on võimalik kraani 1 kaudu viia hapnikku.

Katsealune hingab spiromeetris olevat hapnikuga rikas-

tatud õhku hingamismaski abil, mis on varustatud sisse- $(V_1)$  ja väljahingamisventiiliga  $(V_2)$ . Väljahingatud õhk juhatakse läbi naatronlubja. Naatronlubi seob väljahingatud õhust  $CO_2$ , mistõttu spiromeetris olev õhk on  $CO_2$ -vaba. Et organism kasutab pidevalt hapnikku, siis väheneb spiromeetris oleva õhu ruumala organismi poolt ära kasutatud  $O_2$  hulga võrra. Spiromeetri ruumala vähenemine tehakse kindlaks liikuva kaane languse järgi, mis registreeritakse kumograafile. Saadud kõver e. spiogramm (joon. 4) kujutab endast järjest langevat siksakilist joont, mille sakid on tingitud sisse- ja väljahingamisfaasist.

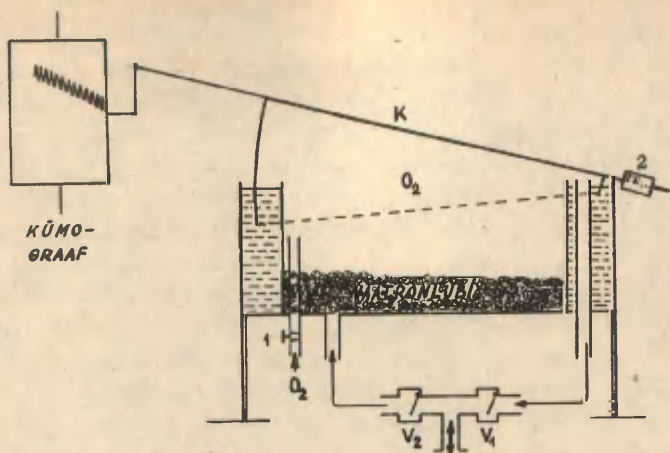
Kaane languse ulatuse kindlaksmääramiseks ühendatakse siksakilise kõvera ülemised tipud sirgega (a). Null- ehk ajajoonel märgitakse katse algus ja lõpp, milledest tõmmatakse nulljoonelt ristsirged lõikumiseni sirgega a. Sirge b näitab kaane kõrgust nulljoonest katse algul ja sirge o katse lõpul. Mõõtes sirgete b ja c pikkused mm-tes ja lahutades viimase esimesest, saame kaane languse millimeetrites, mis vastab (joon. 4) lõigule (b-o). Iga spiromeetri juures on märgitud spiromeetri ruumala vähenemine liikuva kaane languse 1 mm kohta. Korrutades kaane languse mm-tes spiromeetri mahu muutusega 1 mm kohta, leiame spiromeetri mahu vähenemise kogu katseperioodi vältel, mis vastab tarvitatud hapniku hulgale.

V a h e n d i d: Kroghi spiromeeter, hapnikupadi, desinfitseerimisvahendid, mõõtlaud, millimeetripaber, gaasomeetrilised tabelid.

A n d m e d vaatlusaluse kohta: initsiaalid, sugu, vanus, kaal, pikkus.

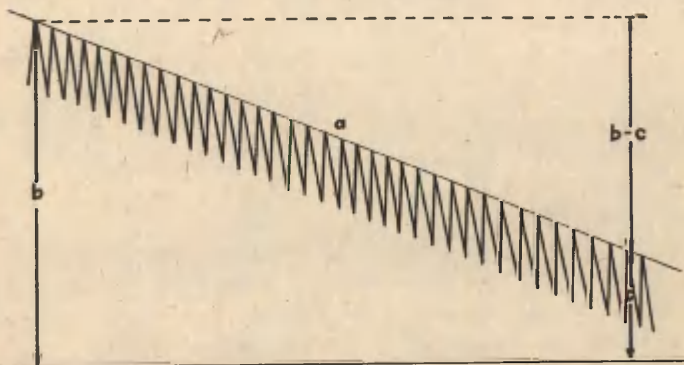
Andmed rõhu ja temperatuuri kohta.

T õ õ k ä i k. Katsealune lamab kušetil vaibaga kaetult 15 - 30 minutit. Kontrollitakse Kroghi spiromeetri ühendused ja täidetakse spiromeeter hapnikuga. Kumograafile fikseeritakse millimeetripaber, millega viiakse kontakti spiromeetri kaane kirjutaja. Kumograafi käivitamine toimub sünkroonmootoriga, mistõttu trumli liikumiskiirus on ühtlane (25 mm/min). Hingamismask puhastatakse 70%-lise alko-



Joon. 3. KROGHI SPIROMEETRI SKEEM.

1 - KRAAN SPIROMEETRI ÕHU RIKASTAMISEKS HAPNIKUGA, 2 - RASKUS SPIROMEETRI LIIKUVA KAANE (K) TASAKAALUSTAMISEKS,  $V_4$  - SISSEHINGAMISVENTIIL,  $V_2$  - VÄLJAHINGAMISVENTIIL.



Joon. 4. KROGHI SPIROGRAMMI ANALÜÜS (VAATA TEKST).

holilahusega, lastakse kuivada ja asetatakse katsealusele näole ning kontrollitakse hingamismaski ja kogu süsteemi hermeetilisust. Enne määramist on hingamismask ühendatud atmosfääriga, katse alustamisel lülitatakse hingamismask spiromeetri süsteemi, lülitatakse võrku kümograaf, märgitakse katse alguse aeg. Katse lõpetamisel ühendatakse hingamismask atmosfääriga, eemaldatakse hingamismask ja märgitakse katse lõpetamise aeg. Järgnevalt teostatakse kõvera analüüs ja mõõtmised eespool kirjeldatud viisil ning leitakse kasutatud hapniku ruumala.

Katsetulemuste võrdlemiseks omavahel ja standardnäitajatega tuleb kasutatud hapniku ruumala viia normaaltingimustele (760 mm Hg, 0°C, absoluutne kuivus). Normaaltingimustes on avaldatud ka kõik standardnäitajad, milledega võrreldakse uurimistel saadud tulemusi.

Gaasi ruumala ( $V_0$ ) arvutatakse ümber normaaltingimustele valemi järgi

$$V_0 = V_t \frac{P_t - (v_1 + v_2)}{760 (1 + \alpha_2 t)}, \quad \text{kus}$$

- $V_0$  - absoluutselt kuiva gaasi ruumala 0°C ja 760 mm Hg rõhu juures,
- $V_t$  - gaasi ruumala antud tingimustes,
- $P_t$  - õhurõhk (mm Hg) katsetingimustes,
- $V_1$  - baromeetri skaala parandus olenevalt õhurõhust ja temperatuurist (antud iga baromeetri passis),
- $v_2$  - veeauru pinge õhus antud temperatuuri juures (leitakse vastava tabeli järgi),
- $t$  - gaasi temperatuur (praktiliselt võrdne ruumi temperatuuriga, kus katset läbi viiakse),
- 1/273 (gaaside paisumiskoeffitsient).

Asendades valemis leiduvad sümbolid vastavate arvuliste näitajatega ja teostades arvutuse, saadakse gaasi ruumala normaaltingimustes. Et vältida pikka ja keerukat arvutust, on olemas tabelid, kus parandatud õhurõhu  $P_t - (v_1 + v_2)$  ja temperatuuri ( $t$ ) järgi leitakse nn. reduktsioonifaktor

(tabel 3). Viimane näitab konkreetsetes katsetingimustes mõõdetud 1 l gaasi ruumala, üleviiduna normaaltingimustele. Korrutades reduktsioonifaktori katses määratud gaasihulgaga ( $V_t$ ), saadakse gaasi ruumala ( $V_0$ ) normaaltingimustes.

Energiakulu arvutamiseks korrutatakse normaaltingimustele ümberarvutatud  $O_2$  ruumala hapniku kalorilise ekvivalendiga 4,825. Nimelt on hulgalise katsematerjali alusel kindlaks tehtud, et põhiainevahetuse tingimustes toimub süsivesikute ja rasvade oksüdatsioon enam-vähem kindlas vahekorras, kusjuures hingamiskoeffitsient võrdub 0,82-ga. Viimasele vastav hapniku kaloriline ekvivalent on aga 4,825. Seega piisab Kroghi meetodil energiakulu määramiseks ainult kasutatud hapniku ruumala leidmisest, kuna hapniku kaloriline ekvivalent on ette antud, mis mõnevõrra vähendab meetodi täpsust, kuid lühendab tunduvalt uurimise kestust.

Põhiainevahetuse standardväärtused on antud 24 tunni kohta. Tavaliselt saame energiakulu 10 minuti kohta, mille alusel arvutatakse 24 tunni energiakulu. Sagedamini kasutatakse põhiainevahetuse standardi leidmiseks Harris-Benedicti tabeleid, mis arvestavad kehakaalu, kehapiikkust, vanust ja soolist erinevust. Harris-Benedicti tabelid on koostatud ulatusliku faktilise materjali läbitöötamisel saadud andmete põhjal. Tabelid on mõeldud konkreetsete määramistulemuste võrdlemiseks, et hinnata, kas vaatlusaluse põhiainevahetus on füsioloogilise normi piires või sellest tunduvalt kõrvalekalduv. Ekslik on arvamus, et tabelite põhjal saabki määrata põhiainevahetust. Samuti ei kajasta tabelid kunagi individuaalseid iseärasusi, mida saab kindlaks teha ainult konkreetsel uurimisel.

Harris-Benedicti tabelid on eraldi naistele ja meestele ning koosnevad omakorda kahest osast: A ja B. Tabelis A on toodud vastavalt kehakaalule kcal-te arv, millele liidetakse tabelist B (vastavalt kehapiikkusele ja vanusele) leitud kcal-te arv. Ülgu näiteks meessoost isiku kehakaal 80 kg, kehapiikkus 180 cm ja vanus 21 aastat. Tabelist A saame 80 kg kohta 1167 kcal ja tabelist B vanuse (21 a.) ja ke-

TABEL 4

## VEEAURU PINGE

T °C	mm Hg	T °C	mmHg
10	9,14	18	15,33
11	9,77	19	16,32
12	10,43	20	17,36
13	11,14	21	18,46
14	11,86	22	19,63
15	12,67	23	20,86
16	13,51	24	22,15
17	14,39	25	23,52

TABEL 5  
Q<sub>1</sub> KALORILINE EKVIIVA-  
LEMT VASTAVALT HINGAMISEKSIFIT-  
SI ENDSILE

HK	Keel	HK	Keel
070	4,686	0,86	4,875
072	4,702	0,88	4,900
074	4,727	0,90	4,924
076	4,752	0,92	4,948
078	4,776	0,94	4,973
080	4,801	0,96	4,997
082	4,825	0,98	5,022
084	4,850	1,00	5,047

TABEL 3

## TABEL REDUKTSIOONIFAKTORI LEIDMISEKS

T °C	PARANDATUD õHURÕHK mmHg									
	716	718	720	722	724	726	728	730	732	734
14	0,8982	0,8997	0,9012	0,9037	0,9062	0,9087	0,9112	0,9137	0,9162	0,9187
15	31	56	0,8981	0,6	34	56	0,9080	0,6	30	55
16	0,8900	35	50	0,8975	0,9000	24	49	0,9074	0,9099	24
17	0,8869	0,8894	19	44	0,8908	0,8933	18	43	68	0,9092
18	39	63	0,8868	1,3	38	62	0,8987	12	36	61
19	08	33	57	0,8882	07	34	56	0,8981	05	30
20	0,8778	03	28	52	0,8877	04	26	50	0,8975	0,8999
21	49	0,8773	0,8798	22	46	0,8871	0,8895	20	44	69
22	19	4,3	68	0,8792	17	44	65	0,8890	14	38

T °C	PARANDATUD õHURÕHK mmHg									
	736	738	740	742	744	746	748	750	752	754
14	0,9212	0,9237	0,9262	0,9287	0,9312	0,9337	0,9362	0,9387	0,9412	0,9438
15	0,9180	05	30	0,9280	05	30	0,9380	05	30	0,9480
16	49	0,9174	0,9198	23	48	0,9273	0,9298	23	46	0,9372
17	17	42	67	0,9194	16	41	66	0,9290	15	40
18	0,9086	10	35	60	0,9184	09	34	58	0,9283	08
19	54	0,9079	04	28	53	0,9177	02	27	51	0,9276
20	24	48	0,9073	0,9097	21	46	0,9171	0,9195	20	44
21	0,8993	16	42	66	0,9091	15	40	64	0,9189	13
22	63	0,8987	11	36	60	0,9084	08	33	58	0,9182

ha pikkuse (180 cm) lõikumise kohalt 759 koal, mis kokku annavad 1926 kcal. Seega on antud isiku põhiainevahetuse standard 1926 kcal ööpäevas.

Kui Harris-Benedicti tabelleid pole käepärast, siis võib põhiainevahetuse standardi arvutada valemi järgi, kusjuures täpsus, võrreldes Harris-Benedicti tabelite alusel saaduga, on väiksem. Meeste ja naiste põhiainevahetuse standardi arvutamiseks on eri valemid:

$$PA_{\text{mehed}} = 68 + 14R + 5L - 7A$$

$$PA_{\text{naised}} = 650 + 10R + 2L - A$$

PA - põhiainevahetuse standard kcal,

R - kehakaal kg ,

L - kehapikkus cm ,

A - vanus aastates.

Sageli väljendatakse põhiainevahetuse suurust  $1 \text{ m}^2$  kehapinna kohta tunnis. Alljärgnev tabel annab ülevaate põhiainevahetuse standardist  $1 \text{ m}^2$  kehapinna kohta 1 tunnis vastavalt eale ja soole.

Vanus aastates	P A V kcal-tes $1 \text{ m}^2/\text{t}$ .	
	mehed	naised
5	53,0	51,6
10	49,5	45,8
14-16	46,0	43,0
16-18	43,0	40,0
18-20	41,0	38,0
20-30	39,5	37,0
30-40	39,0	36,5
40-50	38,5	36,0
50-60	37,5	35,0
60-70	36,5	34,0
70-80	35,5	33,0

HARRIS-BENEDICTI TABEL PÕHIAINEVAHETUSE STANDARDI MÄÄRAMISEKS  
( N A I S T E L E )

TABEL A - KEHAKAALU(kg) JÄRGI

Kg	Kcal	Kg	Kcal	Kg	Kcal
40	1038	57	1200	74	1363
41	1047	58	1210	75	1372
42	1057	59	1219	76	1382
43	1066	60	1229	77	1391
44	1076	61	1238	78	1401
45	1086	62	1248	79	1411
46	1095	63	1258	80	1420
47	1105	64	1267	81	1430
48	1114	65	1277	82	1439
49	1124	66	1286	83	1449
50	1133	67	1296	84	1458
51	1142	68	1305	85	1468
52	1152	69	1315	86	1478
53	1162	70	1325	87	1487
54	1172	71	1334	88	1497
55	1181	72	1343	89	1506
56	1191	73	1353	90	1516

TABEL B - PIKKUSE(cm-tes) JA VANUSE(aastates) JÄRGI

PIKKUS cm	A A S T A D												
	17	19	21	22	25	27	29	31	33	35	37	39	
136	139	130											
140	155	146											
144	171	162											
148	187	178											
152	201	192	183	174	164	155	146	136	127	117	108	99	
156	215	206	190	181	172	162	153	144	134	125	116	106	
160	229	220	198	188	179	170	160	151	142	132	123	114	
164	243	234	205	196	186	177	168	158	149	140	130	121	
168	255	246	213	203	194	184	175	166	156	147	138	128	
172	267	258	220	211	201	192	183	173	164	154	145	136	
176	279	270	227	218	209	199	190	181	171	162	153	143	
180	291	282	235	225	216	207	197	188	179	169	160	151	
184	303	294	242	233	223	214	204	195	186	177	167	158	
188	313	304	250	240	231	221	215	203	193	184	175	165	
192	322	314	257	248	238	229	220	210	201	191	182	173	
196	333	324	264	255	246	236	226	218	208	199	190	180	
200		334	272	262	253	244	234	225	216	206	197	188	

HARRIS-BENEDICTI TABEL PÕHIAINEVAHETUSE STANDARDI MÄÄRAMISEKS  
(M E E S T E L E)

Kg	Kcal	Kg	Kcal	Kg	Kcal
45	675	64	947	83	1208
46	699	65	960	84	1222
47	713	66	974	85	1235
48	727	67	988	86	1249
49	740	68	1002	87	1263
50	754	69	1015	88	1277
51	768	70	1029	89	1290
52	782	71	1043	90	1314
53	795	72	1057	91	1318
54	809	73	1070	92	1332
55	823	74	1084	93	1345
56	837	75	1098	94	1359
57	850	76	1112	95	1373
58	864	77	1125	96	1387
59	878	78	1139	97	1406
60	892	79	1153	98	1414
61	905	80	1167	99	1428
62	919	81	1180	100	1442
63	933	82	1194	101	1455

PIKKUS cm	A A S T A D												
	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	
140	553	528											
144	593	568											
148	633	608											
152	673	648	619	605	592	578	585	551	538	524	511	497	
156	713	678	639	625	612	598	585	571	558	544	531	517	
160	743	708	659	645	632	618	605	591	578	564	551	537	
164	773	738	679	665	652	638	625	611	598	584	571	557	
168	803	768	699	685	672	658	645	631	618	604	591	577	
172	823	788	719	705	692	678	665	651	638	624	611	597	
176	843	808	739	725	718	698	685	671	658	644	631	617	
180	863	828	759	745	732	718	705	691	678	664	651	637	
184	883	848	779	765	752	738	725	711	698	684	671	657	
188	903	868	799	785	772	758	745	721	718	704	691	677	
192	923	888	819	805	792	778	765	751	738	724	711	697	
196	—	908	839	825	812	798	785	771	758	744	731	717	
200	—	—	859	845	832	818	805	791	778	764	751	737	

Et väljendada põhiainevahetuse suurust  $1 \text{ m}^2$  kehapinna kohta, on vaja teada keha pindala. Kehapindala leitakse vastavate valemite või nomogrammi järgi. Kehapindala leidmiseks kasutatakse järgmisi valemeid:

1) Dubois' valem  $S_{\text{keha}} = 167,2 \cdot R \cdot L \text{ (cm}^2\text{)}$

R - kehakaal kg-des, L - kehapikkus cm-tes

2)  $S_{\text{keha}} = 0,11 \cdot R^2 \text{ (m}^2\text{)}$

R - kehakaal kg-des.

Nomogrammi põhjal saab keha pindala määrata sel teel, et kehakaalu ja kehapikkuse skaala vastavad punktid ühendatakse sirgega, mis, läbides nende vahel asuvat kehapindala skaalat, näitab viimasel keha pindala  $\text{m}^2$ -tes.

Kui soovitakse võrrelda paljude vaatlusaluste põhiainevahetuse suurust  $1 \text{ m}^2$  kehapinna kohta tunnis, siis tuleb kõikide katsealuste kehapindala arvutada ühe valemi järgi või nomogrammi põhjal.

Rakendades üht eespool mainitud kehapindala määramise viisi, arvutada põhiainevahetuse suurus  $1 \text{ m}^2/\text{t}$ . ja võrrelda standardiga.

Põhiainevahetuse määramisel on oluline kinni pidada järgmistest nõuetest ja tingimustest:

- 1) määramine peab toimuma hommikul pärast ärkamist;
- 2) katsealune peab olema söömata olnud vähemalt 12-14 tundi;
- 3) ruumis, kus teostatakse määramist, peab temperatuur olema  $20-22^\circ\text{C}$ ;
- 4) katsealune peab lamama 15-30 minutit enne määramist maksimaalselt lõdvestatud lihastega;
- 5) määrata hapniku tarbimist 10 minuti jooksul ja korduvalt.

Kroghi meetodi eelised:

- 1) tehniliselt hõlpsasti läbiviidav,
- 2) kiiresti teostatav,
- 3) ei vaja täiendavaid analüüse, sest määratakse ainult kasutatud hapniku hulk.

Puuduseks on asjaolu, et antud meetod ei võimalda määrata produtseeritud  $\text{CO}_2$  hulka ega arvutada hingamiskoeffitsienti, vaid viimane on ette antud. Ka pole Kroghi meetodit võimalik kasutada energiavahetuse määramiseks töö puhul selle meetodi statsionaarse iseloomu ja spiromeetri ruumi piiratuse tõttu.

### 3. Energiavahetuse määramine Douglas-Haldane'i järgi.

Töö- kui ka spordifüsioloogias on kõige laialdasemat kasutamist leidnud Douglas-Haldane'i meetod, mis võimaldab energiavahetuse määramist igasuguse füüsilise tegevuse puhul (jooksmine, suusatamine, ujumine jne.).

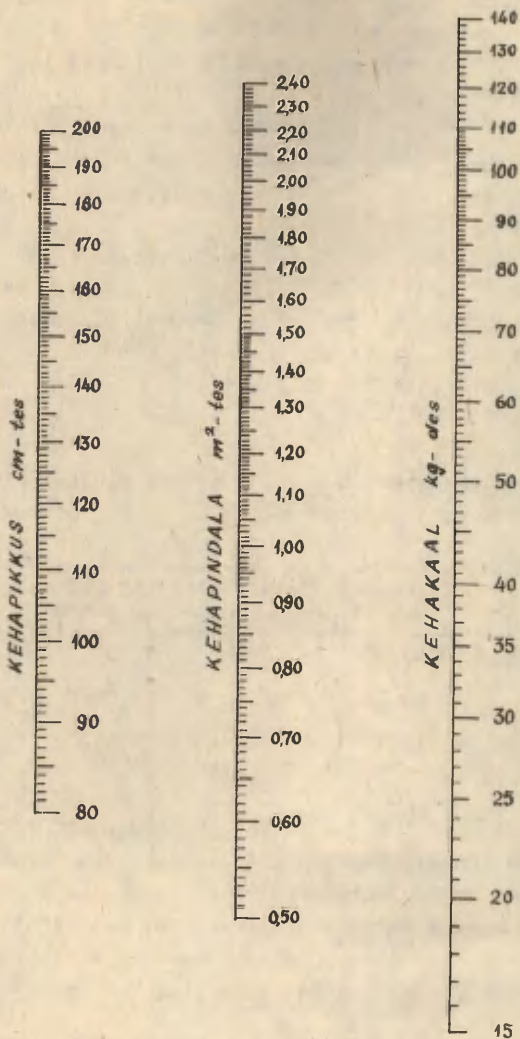
Douglas-Haldane'i meetodi printsiip.

Katsealune hingab maski kaudu sisse atmosfääri õhku, kuna väljahingatud õhk juhitakse Douglase kotti, mille maht valitakse vastavalt töö iseloomule. Põhiaine vahetuse määramisel kasutatakse 50-liitrise mahuga, töö puhul 150-200-liitrise mahuga Douglase kotte. Douglase kotile võib kinnitada kanderihmad koti selgavõtmiseks.

Katsealusel lastakse hingata vastava töö ajal niikaua Douglase kotti, kuni võimaldab selle maht. Põhiaine vahetuse määramisel lastakse hingata Douglase kotti vähemalt 10 minutit. Samaaegselt väljahingatud õhu kogumisega võetakse antud kohas atmosfäärist õhuproov. Pärast tööd võetakse laboratooriumis väljahingatud õhust proov (ca 100 ml). Sisse- ja väljahingatud õhk analüüsitakse Haldane'i gaasianalüsaatoriga (vt. "Hingamine" - töö nr. 6). Mõõdetakse õhurõhk, temperatuur ja väljahingatud gaasi ruumala gaasimõõtjaga. Seejärel asutakse vajalike arvutuste tegemisele.

1) Põhiaine vahetuse määramine Douglas-Haldane'i järgi.

V a h e n d i d: Douglase kott (mahuga 100 l), hingamismask, desinfitseerimisvahendid, 2 õhuproovi võtmise nõu, gaasimõõtja, Haldane'i gaasianalüsaator, baromeeter, termo-



**NOMOGRAMM KEHAPINDALA MAARAMISEKS**

meeter, stopper, gasomeetrilised tabelid, Harris-Benedicti tabelid.

Andmed katsealuse kohta: elukutse, initsiaalid, sugu, vanus, kehapiikkus, kehakaal. Kui katsealune tegeleb süsteemiliselt mingi spordialaga, siis märkida spordiala ja kvalifikatsioon sellel alal.

T Õ Õ k ä i k. Ettevalmistus katseks on analoogiline eelmise tööga. Näole asetatakse tihedalt hingamismask, mis on eelnevalt puhastatud, ning käivitatakse stopper; märgitakse katse alguse kellaaeg.

Täpselt 10 minuti möödumisel (stopperi järgi) katse lõpetatakse ja Douglase koti gofreeritud torule asetatakse peale pitsut väljahingatud õhu võimalike kadude vältimiseks (kui väljahingamisventiil ei sulgu tihedalt).

Seejärel võetakse õhuproovid

- 1) katseruumi õhust (soovitav katse ajal võtta),
- 2) Douglase kotist.

Õhuproovid analüüsitakse Haldane'i gaasianalüsaatori-ga ning tulemused kantakse tabelisse.

	Sissehingatavas õhus %-des	Väljahingatavas õhus %-des
CO <sub>2</sub>	0,05	2,50
O <sub>2</sub>	20,82	18,05
N <sub>2</sub>	79,13	79,45

Douglase kotis olev õhk juhitakse läbi gaasimõõtja, selleks eraldatakse hingamismask ja gofreeritud toru ühendatakse gaasimõõtjaga. Registreeritakse gaasimõõtja lugem ja mõõdukalt Douglase kotile surudes tühjendatakse kott läbi gaasimõõtja. Douglase koti tühjendamise järel fikseeritakse gaasimõõtja lõpplugem ja arvutatakse väljahingatud õhu ruumala.

Gaasimõõtja lõpplugem. . . . . 3456,60 (1)  
 Gaasimõõtja alglugem . . . . . 3355,40 (1)

Väljahingatud õhu hulk . . . . . 101,20 (1)

Proovi hulk . . . . . 0,10 (1)

Kokku väljahingatud õhu hulk 10 min. - 101,30 (1)

Katse läbiviimise ajal mõõdetakse õhurõhk ja temperatuur, mis on vajalikud väljahingatud õhu ruumala ümberarvutamiseks normaalingimustele.

Õhurõhk - 765,1 mm Hg,  $t^{\circ}$  - 18 $^{\circ}$ C.

Kõigi eespool saadud andmete põhjal tehakse järgmised arvutused:

1. Väljahingatud õhu ruumala ümberarvutamine normaalingimustele.

Vastavatest tabelitest leiame baromeetri skaala paranduse, mis antud juhul on 1,06 mm Hg ja veeauru pinge 18 $^{\circ}$  juures - 15,33. Parandatud õhurõhk võrdub 765,1 - (1,06 + 15,33), s.o. 765,1 - 16,39 = 748,71 mm Hg.

Tabelist leiame parandatud rõhu 748,71 ja temperatuuri 18 $^{\circ}$  järgi reduktsioonifaktori, mis antud juhul on 0,9243.

$$V_0 = V_t \cdot 0,9243 = 101,30 \cdot 0,9243 = 93,63 \text{ (1)}$$

2. CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ja N<sub>2</sub> ruumala arvutamine väljahingatud õhus, mida tehakse väljahingatud õhu gaasanalüüsil saadud protsentuaalse koostise alusel:

a) CO<sub>2</sub> % on väljahingatud õhus (vhõ) 2,5%, seega

$$\text{CO}_2 \text{ (vhõ)} = \frac{93,63 \cdot 2,5}{100} = 2,33 \text{ (1)}$$

b) O<sub>2</sub> % on väljahingatud õhus 18,05%, seega

$$\text{O}_2 \text{ (vhõ)} = \frac{93,63 \cdot 18,05}{100} = 16,90 \text{ (1)}$$

c) N<sub>2</sub> % on väljahingatud õhus 79,45%, seega

$$\text{N}_2 \text{ (vhõ)} = \frac{93,63 \cdot 79,45}{100} = 74,40 \text{ (1)}$$

3. Sissehingatud õhu ruumala arvutamine väljahingatud õhus leiduva lämmastikuhulga põhjal.

Nagu sisse- ja väljahingatud õhu analüüsandmetest nähtub, on lämmastiku protsent väljahingatud õhus pisut suurem kui sissehingatud õhus. Lämmastik kui indiferentne aine gaasivahetusest osa ei võta, nii palju kui hingatakse sisse lämmastikku, hingatakse teda ka välja. Seega peab lämmastiku protsentuaalse sisalduse muutus olema tingitud teistest teguritest. Nimelt on väljahingatud õhu ruumala väiksem sissehingatud õhu ruumalast. See asjaolu on tingitud sellest, et sissehingatud õhust kasutatakse organismi poolt oksüdatsiooniprotsessides hapnikku, mistõttu hapniku hulk väheneb väljahingatud õhus. Oksüdatsiooniprotsessides tekkinud süsihappegaasi eritatakse kopsudes väljahingatavasse õhku ja  $\text{CO}_2$  hulk väljahingatud õhus suureneb.

Seega asendab  $\text{CO}_2$  suurenenud hulk väljahingatud õhus organismi poolt ärakasutatud hapnikku. Kui kopsude kaudu eritatava  $\text{CO}_2$  ruumala oleks võrdne organismi poolt tarvitatud hapniku hulgaga, oleks sisse- ja väljahingatud õhu ruumala võrdne. Nagu hingamiskoefitsiendi käsitlemisel selgus, saab selline olukord esineda siis, kui organismis toimuks ainult süsivesikute oksüdatsioon, s.o. hingamiskoefitsiendi 1 puhul. See võimalus esineb aga kaunis harva, peamiselt intensiivse töö algperioodil, mil energia vabaneb täielikult süsivesikute arvel.

Tavaliselt kasutab organism energiavahetuses süsivesikute kõrval rasvu, mistõttu organismi poolt produtseeritud  $\text{CO}_2$  hulk on alati väiksem kui tarvitatud  $\text{O}_2$  hulk, sest rasvade oksüdatsioonil on hingamiskoefitsiendi väärtus ainult 0,7. Seega sissehingatud õhust äratarvitatud  $\text{O}_2$  hulka ei asendata temaga võrdse ruumala  $\text{CO}_2$ -ga väljahingatud õhus. Et lämmastik ei võta osa organismi gaasivahetusest, siis jääb tema ruumala muutumatuks. Seetõttu osutubki lämmastiku protsent suuremaks väljahingatud õhus, sest viimase ruumala on väiksem sissehingatud õhu ruumalast. Selle asemel et mõõta sissehingatud õhu hulka, mis teeks katse läbiviimise keeru-

kanaks, võime selle välja arvutada lämmastiku ruumala kui muutumatu suuruse baasil.

Eespool leitud lämmastiku hulk, s.o. 74,40 l, moodustab sissehingatavast õhust 79,13%. Järelikult on sissehingatud õhu (shõ) ruumala

$$V_{shõ} = \frac{74,40 \cdot 100}{79,13} = 93,88 \text{ (l)}$$

4. Et kindlaks määrata organismi poolt produtseeritud CO<sub>2</sub> ja tarvitatud O<sub>2</sub> hulka, tuleb leida CO<sub>2</sub> ja O<sub>2</sub> hulk sissehingatud õhus.

a) CO<sub>2</sub>% sissehingatud õhus on 0,05%, seega

$$CO_2 \text{ (shõ)} = \frac{93,88 \cdot 0,05}{100} = 0,05 \text{ (l)}$$

b) O<sub>2</sub>% sissehingatud õhus on 20,70%, seega

$$O_2 \text{ (shõ)} = \frac{93,88 \cdot 20,70}{100} = 19,43 \text{ (l)}$$

5. Arvutada produtseeritud CO<sub>2</sub> ja tarvitatud O<sub>2</sub> ruumala

$$\begin{aligned} a) V_{CO_2(\text{prod.})} &= V_{CO_2(\text{vhõ})} - V_{CO_2(\text{shõ})} = 2,33 - 0,05 = \\ &= 2,28 \text{ (l)} \end{aligned}$$

Produtseeritud CO<sub>2</sub> hulga arvutamisel peame sissehingatud õhus sisalduva CO<sub>2</sub> lahutama väljahingatud õhu CO<sub>2</sub> ruumalast, sest see on tavalises atmosfääri õhus leiduv CO<sub>2</sub>, mida organism pole produtseerinud, vaid sisse hinganud.

$$\begin{aligned} b) V_{O_2(\text{tarvit.})} &= V_{O_2(\text{shõ})} - V_{O_2(\text{vhõ})} = \\ &= 19,43 - 16,90 = 2,93 \text{ (l)} \end{aligned}$$

Nagu saadud andmeist nähtub, on produtseeritud CO<sub>2</sub> ruumala tarvitatud O<sub>2</sub> hulgast 0,25 l võrra väiksem (2,53 - 2,28 = 0,25), s.o. niisama palju, kui on väljahingatud õhu ruumala väiksem sissehingatud õhu ruumalast (93,88 - 93,53 = 0,25). (Vt. seletust punktist 3.)

6. Hingamiskoefitsiendi arvutamine.

$$HK = \frac{CO_2}{O_2} = 2 \frac{2,28}{3,53} = 0,90$$

7. Hapniku kalorilise ekvivalendi leidmine.

Tabelist leiame, et HK-le 0,90 vastab  $O_2$  kaloriline ekvivalent 4,924 (kcal).

8. Määrame põhiainevahetuse (PA) 10 min., 1 ja 24 t. kohta.

$$PA_{10 \text{ min.}} = O_2(\text{tarvit.}) \cdot O_2(\text{kal.ekv.}) = 2,53 \cdot 4,924 = 12,46 \text{ koal;}$$

$$PA_{1 \text{ t.}} = \frac{12,46 \cdot 60}{10} = 74,76 \text{ koal;}$$

$$PA_{24 \text{ t.}} = 74,76 \cdot 24 = 1794,24 = 1794 \text{ koal.}$$

9. Leida katsealusele vastav põhiainevahetuse standard Harris-Benedicti tabeli järgi, näiteks:

Tabel A: 70 kg . . . . . 1029 koal

Tabel B: 21 a. ja 172 cm . . . . . 719 koal

---

PA standard . . . . . 1748 koal

10. Võrrelda katses saadud põhiainevahetuse suurust PA standardiga ja näidata erinevus protsentides.

PA Douglas-Haldane'i järgi . . . . . 1794 koal

PA standard Harris-Benedicti järgi . . . 1748 koal

---

Erinevus . . . . . +46 koal

Douglas-Haldane'i järgi määratud põhiainevahetuse väärtus osutub PA standardist suuremaks ca 2,6% võrra.

11. Järeldus katsealuse põhiainevahetuse kohta (PA loetakse normi piires olevaks, kui erinevus võrreldes PA standardiga ei ületa + 10%). Võrrelda andmeid, mis saadud Kroghi ja Douglas-Haldane'i meetodil põhiainevahetuse kohta ühel ning samal isikul.

2) Energiavahetuse määramine Douglas-Haldane'i järgi õppetöö tingimustes.

V a h e n d i d samad mis eelmises töös.

Andmed katsealuse kohta: initsiaalid, sugu, vanus, kehapiikkus, kehakaal.

T ö ö k ä i k. Töö, analüüside ja arvutuste kõik analoogiline eelmisega. Kui põhiainevahetus on samal katsealusel eelnevalt määratud, siis võrreldakse õppetöö puhul saadud energiavahetuse suurust põhiainevahetusega ja näidatakse, mitme protsendi võrra on vastava töö puhul energiavahetus suurem põhiainevahetusest. Katsealuse puhul, kellel põhiainevahetust pole määratud, leitakse PA standard Harris-Benedicti tabeli järgi ja võrreldakse sellega energiavahetust õppetöö tingimustes.

3) Energiavahetuse määramine Douglas-Haldane'i järgi füüsilise töö puhul.

V a h e n d i d samad mis eelmistes töödes, lisaks metronoom.

Andmed katsealuse kohta.

T ö ö k ä i k analoogiline eelmistega.

Katsealusele asetatakse näole hingamismask ja lastakse sooritada paigaljooksu metronoomi taktis 180 sammu minutis 3 minuti vältel.

Töö ülesandeks on arvutada tööainevahetus juhul, kui sellist tööd peaks tegema 1 tund, ühtlasi leida, mitme protsendi võrra tõuseb energiavahetus võrreldes põhiainevahetusega antud töö puhul.

M ä r k u s. Intensiivsete füüsiliste pingutuste puhul pole võimalik Douglas-Haldane'i meetodit rakendada, sest sellise töö algul eritatakse organismist rohkem CO<sub>2</sub>, kui seda tegelikult tekib ainevahetusprotsessides, hapniku tarbimine aga jääb esialgu "hapnikuvõla" tekkimise tõttu vähemaks. Seejärel tõuseb töö algperioodil hingamiskoeffitsient üle 1. Sellisel juhul ei iseloomusta gaasivahetuse uurimisel saadud

andmed organismi energiavahetust. Nimetatud asjaolu tõttu määratakse energiavahetust intensiivsete pingutuste puhul mitte kohe töö alguses, vaid 1-2 min. pärast töö algust, s. o. püsivseisundi saavutamisel.

#### NAHAPINNA TEMPERATUURI MÄÄRAMINE KEHA ERI PIIRKONDADES

V a h e n d i d: elektritermomeeter.

Uuring viiakse läbi inimesel.

T ö ö k ä i k. Enne tööle asumist määrata ruumi  $t^{\circ}$  ja tutvuda elektritermomeetri tööjuhiseiga. Määramiseks viiakse elektritermomeetri tumblerlülitit asendisse "kontroll" ja potentsiomeetri "ustanovka na  $42^{\circ}$ " abil viime osuti skaalal jaotuskriipsule 42. Nüüd viiakse tumblerlülitit asendisse "vkljutšeno" ja mõõdetakse nahapinna temperatuuri keha järgmistes piirkondades: laubal, põsel, ninaotsal, huultel, kaelal, turjal, õlavarre ja küünarvarre dorsaalsel ja volaarsel pinnal, käeseljal, peopesal, sõrmeotsal, sääre dorsaalsel ja plantaarsel pinnal, jalaseljal, jalatallal, varbaotsal. Tulemused märgitakse protokollivihikusse joonistatud inimese kujutisel vastavatesse punktidesse. Viime tumblerlülitit asendisse "võkl.". NB! Termistori ots tuleb mõõtmisel asetada nahapinna vastu kergelt nii, et ta ei deformeeriks nahka.

#### Küsimused.

1. Millises mõõdetud punktis oli nahapinna temperatuur kõige kõrgem, millises kõige madalam?
2. Kui suur oli temperatuuride erinevus naha eri piirkondade vahel?
3. Missuguse üldjäreltuse võime mõõtmistulemustest teha nahapinna temperatuuri topograafiliste erinevuste kohta?
4. Miks mõõdetakse kehatemperatuuri tavaliselt kaenlaaugus?

## VI. S E E D I M I N E

Seedenäärmete sekretsioonitsükkel kujutab endast spetsiifiliste produktide sünteesi, kogunemise ja eritumise keerukat protsessi rakkudes. Oluliseks lõiguks sekretsioonitsükli uurimisel on seedenõrede koostise üksikasjalik analüüs. Seedefermente esineb ka veres, kuna suurem osa fermentidest lahkub näärrest seedetrakti valendikku, väiksem osa läheb sekretoorsetest rakkudest verre.

Eksperimentaalne seedeelundite talitluse uurimine viiakse läbi mitmesugustel loomadel, peamiselt koertel. Kroonilised katsed I.P. Pavlovi järgi annavad võimaluse koguda puhtaid seedenõresid ning jälgida seedenäärmete talitlust seedekanali mitmesugustes osades.

Inimesel saadakse seedenõresid sondeerimise teel ja kasutatakse seedenäärmete talitluse hindamiseks ka kaudseid uuringuid.

### 1. Süljenäärmete sekretsiooni uurimine.

V a h e n d i d: pukkalus, süljekapsel, Mendelejevi pasta, 10 katseklaasi ( $\phi$  ca 0,8 cm), filterpaber, marli, gaasipõleti või keeduplaat, stopper; leivapulber (20 g), niiske leivapulber (10 g leivapulbrit pluss 10 ml vett), lihapulber (20 g), niiske lihapulber (10 g kuiva lihapulbrit + 10 ml vett), leivatükk (40 g), lihatükk (40 g), 0,25%-line soolhape ja liiv või kivikesed.

Katseloom - koer (parotid'e fistuliga).

T ö ö k ä i k. Koer asetatakse pukki. Mendelejevi pasta soojendatakse, kuni muutub vedelaks, ja kaetakse süljekapsli servad ühtlaselt pastaga. Süljefistuli ümbrus kuivatatakse marlitampooni ja filterpaberiga; soojendatakse pastaga kaetud

süljekapslit veel kord (et pasta muutuks vedelamaks) ja asetatakse süljekapsel kiiresti tihedalt fistuli ava vastu. (Jälgida, et kapsel ei oleks kuum!) Süljekapsli otsa pannakse katseklaas ning alustatakse vaatlust. Jälgitakse seda, et ärritajate puudumisel sülg ei eritu. Näidatakse loomale toitu ja jälgitakse süljeeritust. Protokollitakse. Antakse loomale toitu eespool toodud järjekorras. Jälgitakse reaktsiooni, protokollitakse. Mittesöödavaid aineid viiakse suhu vägivaldselt. Sülg kogutakse iga mõjustuse järel 1-2 min. jooksul. Iga järgnev toiteärritaja antakse umbes 4-5 min. järel. Iga aine kasutamise järel vahetatakse kogumisklaas süljekapsli juures. Otstarbekas on protokolle pidada tabeli kujul.

Katse N.

Koer XY

Jrk. nr.	Kella-aeg	Söömise algus	Söömise lõpp	Süljeerituse algus	Sülje hulk (ml)	Looma käitumine
----------	-----------	---------------	--------------	--------------------	-----------------	-----------------

Töö järelduses on vaja anda vastus järgmistele küsimustele: millal eritub sülg koeral, kui pikk on süljenäärmete talitluse aeg, kuidas oleneb sülje hulk toidu konsistentsist, veesisaldusest, kuidas reageerivad süljenäärmed mittedöövate ainete suhu sattumisele?

#### Küsimused.

- 1 Missugune mehhanism on aluseks süljeeritusele toidu näitamisel?
- 2 Süljerefleksi kaare lülid (aferentsed, eferentsed osad).
- 3 Tingitud süljerefleksi kaar.

## 2. Inimese ja koera sülje tärklisest seediva toime võrdlus.

V a h e n d i d: 10 katseklaasi, koera sülge, inimese sülge, 1%-line tärklislahus (20 ml), üks osa sellest keeta, teine osa keetmata, 10%-line NaOH-lahus, 1%-line  $\text{CuSO}_4$ -lahus, Lugoli lahus, gaasipõleti, 5-ml mahuga pipette 10 tk., veevann, metallstatiiv.

T õ õ k ä i k. Kasutatakse koera sülge, mis kogutud eelmises katses. Inimese sülge koguvad katse läbiviijad iseendalt. Võetakse neli katseklaasi - 1. ja 2. klaasi pipeteeritakse 2 ml koera sülge, 3. ja 4. klaasi 2 ml inimese sülge. Nüüd lisatakse 1. ja 3. klaasi 1 ml keedetud tärklislahust ja 2. ning 4. klaasi 1 ml keetmata tärklislahust. Kõik katseklaasid asetatakse 30 min. veevanni temperatuuril  $37^{\circ}\text{C}$ . Seejärel valatakse kõikide katseklaaside sisu pooleks ja ühega tehakse joodtest, teisega Trommeri proov. Protokollida tabelisse.

Katseklaasi nr.	Sülge (2 ml)	Tärklislahus (1 ml)	Joodtest Trommeri proov
1.	Koera	Keedetud	
2.	- " -	Keetmata	
3.	Inimese	Keedetud	
4.	- " -	Keetmata	

Järelduses iseloomustada inimese ja koera sülje toime erinevusi keedetud ja keetmata tärklise suhtes. Suure vaatlusaluste arvu puhul on võimalik ka individuaalsete erinevuste jälgimine inimese süljes.

## 3. Maonäärmete sekretsioon gastroösofagotomeeritud koeral ("näilise toitmise katse").

V a h e n d i d: pakkalus, maonõre kogumisnõu, mõõtesilinder, lakmuspaber (või kongopaber), nõu sooja veega ( $30-35^{\circ}\text{C}$ ) mao loputamiseks, lehter kummivoolikuga (25-30 cm pikk),

kaks nõu koerale toidu andmiseks, toit - 100-200 g liha või 400-600 ml piima (toidu kaal valitakse vastavalt koera suurusele).

Katseloom: gastroösofagotomeeritud koer.

**T õ õ k ä i k.** Magu loputatakse maofistuli ava kaudu sooja veega. Pärast maoloputust jälgitakse maosekretsiooni 10-15 min. jooksul, kontrollitakse lakmus-või kongopaberiga maosisaldise reaktsiooni (märgitakse tulemused protokollis). Pärast seda alustatakse toitmist: toidetakse 10 min. (märki-da kellaaeg!). Toitmise ajal langeb toit söögitoru avausest välja. Selle toidu kogumiseks ja vajaduse korral uuesti manustamiseks asetatakse teine nõu. Maonõre reaktsiooni kontrol- litakse iga 30 sek. järel. Kui maonõre muutub happeliseks, märgitakse kellaaeg ja jätkatakse maonõre kogumist, kinnita- des maofistuli kohale kogumisnõu. Maonõre hulk mõõdetakse iga 15 min. järel kuni intensiivse sekretsiooni vaibumiseni (vähemalt 1 - 1,5 tunni jooksul). Määratakse nõre soolhappe- sisaldus, proteolüütilised omadused, pH ja valk. Saadud and- med protokollitakse tabeli kujul ja joonistatakse graafikusse.

Kellaaeg	Maonõre hulk ml	Maonõre analüüside tulemused					Valgu %	Märkused
		Vaba HCl	Seotud HCl	Üld- HCl	Üldhap- pesus	pH		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Pöörata tähelepanu maonäärmete peiteaja kestusele "näi- lisel toitmisel", hinnata sekretsiooni intensiivsust ja dü- naamikat; iseloomustada nõre soolhappesisaldust - vaba HCl, seotud HCl ja üld-HCl omavahelist vahetõrka sekretsiooniprot- sessi vahel.

Küsimused.

1. Missugune mehhanism on aluseks maonäärmete sekretsii-

oonil näilise toitmise puhul?

2. Millised on refleksikaare lülid?
3. Kas gastroösofagotomeeritud loomal saadakse maonäärmete sekretsiooni toidu näitamisel?

4. Maosekretsiooni jälgimine Pavlovi järgi opereeritud väikese maoga koeral.

V a h e n d i d: pukkalus, maosond (5-6 cm pikk), maonõre kogumiskoostis, kummipael, mõõtesilinder (10 ml), katseklaasid (3-4 tk.), lakmus- või kongopaber, toit (keedetud liha 200 g ja 600 ml piima), reaktiivid maonõre soolhappe tiitrimiseks.

T ö ö k ä i k. Väikese maoga koeral viiakse väikeses- se maku sond ja kinnitatakse see kummipaelaga. Kontrollitakse maonõre reaktsiooni: 10-15 min. jooksul jälgitakse tühja mao sekretsiooni. Antakse koerale toit, märgitakse söömise alguse ja lõpu kellaaeg. Maonõre reaktsiooni kontrollitakse lakmus- või kongopaberiga iga 1 min. järel, kuni maonõre reaktsioon muutub happeliseks. Protokollitakse ja jätkatakse kogumist. Maonõre hulka mõõdetakse iga 15 min. järel. Katse viiakse läbi kuni intensiivse maosekretsiooni vaibumiseni (3-5 tundi).

Põrdata tähelepanu maonäärmete sekretsiooni peiteaja kestusele, iseloomustada maonõre koostist ja selle dünaamikat sekretsiooniprotsessi vältel. Joonistada sekretsioonikõver ja võrrelda katsetulemusi kirjanduse andmetega.

5. Maosekretsiooni jälgimine Heidenhaini järgi opereeritud väikese maoga koeral.

V a h e n d i d ja töö käik sama mis töös nr.4.

Töö tulemusi võrrelda nende tulemustega, mis saadi töös nr.3 ja nr.4.

Küsimus: kuidas uurida maosekretsiooni I ja II faasi?

## 6. Maosekretsiooni uurimine keemiliste ainete suhtes.

Tööd viiakse läbi gastroösofagotomeeritud või väikese maoga koertel. Maonäärmete sekretsiooni mõjustajatena kasutatakse histamiini (annus 1 ml 0,1%-list lahust subkutaanselt), insuliini (annus 0,15 - 0,2 üh/kg subkutaanselt).

T ö ö k ä i k analoogiline töödega nr.3,4,5.

Tulemusi võrrelda nende andmetega, mis saadi maosekretsiooni uurimisel mitmesuguste toiduainete suhtes.

### Küsimused.

1. Maosekretsiooni uurimise viisid.
2. Naturaalsed tingitud refleksid maonäärmete töös.
3. Liitreflektoorne faas maosekretsioonis.
4. Tingimatu reflektoorne maosekretsiooni mehhanism.
5. Maonäärmete sekretsiooni vallandajad.
6. Maosekretsiooni erinevus keemiliste ainete ja toidu suhtes.
7. Maosekretsioon histamiini, insuliini suhtes.

## 7. Pankrease sekretsiooni uurimine kroonilise pankreasejuha fistuliga koeral.

V a h e n d i d: pukkalus, nõre kogumisõu, lehter, mõõtesilinder, toit (200-300 g liha või 400-600 ml piima; toidu kaal valitakse vastavalt katselooma suurusele).

Katseloom koer.

T ö ö k ä i k. Koerale on viimati toitu antud 16-20 t. tagasi. Enne söötmist kontrollitakse pankrease fistuli ava piirkonda ja märgitakse protokollis, kas sekretsiooni oli võimalik kindlaks teha või mitte. Siis asetatakse fistuli ava kohale kogumislehter, kinnitatakse see kummipaelaga ümber koera keha, lehtri otsa asetatakse nõre kogumisõu (sobib gradueeritud tsentrifuugiklaas). Jälgitakse sekretsiooni 30 min. vältel, et kindlaks teha nn. basaalsel sekretsiooni. Siis antakse koerale toit, märgitakse söötmise alguse ja lõpu kellaaeg. Pankrease nõre hulk mõõdetakse iga poole tunni järel ja sekretsiooni

ooni jälgitakse 3-4 t. jooksul. Analüüsitakse pankrease nõre amülelütütilist, proteolütütilist ja lipolütütilist aktiivsust, viiakse läbi pankrease nõre elektroforees.

Hinnata pankrease sekretsiooni intensiivsust, ajalist sekretsiooni, nõre omadusi. Võrrelda katses saadud andmeid kirjanduse andmetega ja nendega, mis on saadud teistes õppe-rühmades.

#### 8. Amülaasi aktiivsuse dünaamika inimese veres.

A n a l ü ü s i k ä i k. Isikul, kes on olnud sööma-ta 16-18 t. jooksul, võetakse sõrmest verd ja selles määra-takse amülaasi aktiivsus Smith-Roe mikromeetodil. Siis antak-se juua 100 ml vett, milles on lahustatud 50 g suhkrut. Tunni aja pärast võetakse sõrmest verd amülaasi aktiivsuse määrami-seks ja antakse veel juua 100 ml vett 50 g suhkruga. Verd võetakse analüüsiks ühe ja kahe tunni pärast.

Saadud tulemuste hindamiseks kasutatakse kolme koefit-sienti: 1) arvutatakse aktiivsuse suhe ühe tunni järel pärast esimest koormust ja tühja kõhuga (tervetel on see suhe 0,77);

2) aktiivsus ühe tunni järel pärast teist koormust jagatakse aktiivsusega tühja kõhu puhul (tervetel - 0,94);

3) aktiivsus kahe tunni järel pärast teist koormust jagatakse aktiivsusega tühja kõhu puhul (tervetel - 0,90).

Üldjoontes näitab tervetel isikutel vere amülaasi ak-tiivsus suhkru koormuse järgselt langustendentsi. Nende koe-fitsientide kõrged väärtused vihjavad sellele, et amülaasi läheb pankreasest verre suurel hulgal. Madalaid koefitsientide väärtusi interpreteeritakse kui kiiret pankrease kurnatus-seisundi arenemist kasutatud koormuse puhul.

#### 9. Soole motoorika jälgimine küülikul

või meriseal in situ.

V a h e n d i d: eeter, narkoosimask, operatsioonilaud, Ringeri lahus, prepareerimisvahendid.

Katseloom küülik või merisiga.

T 8 8 k ä i k. Katseloom narkotieeeritakse eetriga, fikseeritakse operatsioonilauale. Avatakse kõhuõõs ja operatsioonilaud asetatakse 45°-se nurga all kaldu ning sooled asetatakse + 38°-eesse Ringeri lahusesse. Jälgitakse soolte mootorikat (pendelliigutusi, segaentatsiooni- ja peristaltilisi liigutusi).

Iseloomustada jälgitud liigutuste liike ja füsioloogilisi ülesandeid.

#### 10. Isoleeritud soole pendelliigutuste registreerimine (Magnuse järgi).

V a h e n d i d: eelmises katses kasutatud katseloomalt võetud sooletükikesed (3-4 om pikkused), aeratsiooniseadeldis, veevann, soojendusahi, termomeeter, 100-ml mahuga keeduklaas, niit, nõel, kirjututi, Tyrode lahus, kümograaf, statiiv.

T 8 8 k ä i k. Adrenaliini, atsetüülkoliini ja atropiini lähtelahused valmistatakse ja lahjendatakse ex tempore. Sooletükid asetatakse +38°-sesele Tyrode lahusesse, millest juhitakse läbi õhku võti O<sub>2</sub>. Vanni, milles on vesi, asetatakse keeduklaas Tyrode lahusega. Sooletikike fikseeritakse ühte otsa pidi klaastoru külge, viimane on vooliku abil ühendatud aeratsiooniseadisega. Soole teine ots kinnitatakse niidi abil kirjututile, ais puudutab kümograafi trumlit (tangentsiaalselt, horisontaalselt). Toitlahuse t<sup>o</sup> tuleb hoida kogu aeg + 38°C piires ja jälgida lahuse aereerimist.

Pärast soole pendelliigutuste registreerimist manustatakse lahusesse 2-3 tilka atsetüülkoliinilahust, jälgitakse toonuse ja pendelliigutuste muutumist, vahetatakse Tyrode lahus. Algmootorika taastumise järel lisatakse lahusele 2-3 tilka adrenaliinilahust. Jälgitakse toonuse ja liigutuste aktiivsuse muutusi ning vahetatakse Tyrode lahus. Registreeritakse uuesti mootorikat ja manustatakse atsetüülkoliini eelmises annuses (kui see osutus toimivaks). Atsetüülkoliini toime kõrgpunktis lisatakse toitelahusele 0,5 - 1 ml atropiini lahust ja jälgitakse soole mootorika muutusi.

Protokollida tšš kõik, joonistada kromogrammid, analüüside saadud tulemused ning teha vastavad järeldused.

### Küsimused.

1. Millist osa etendab parasümpaatiline ja millist sümpaatiline innervatsioon sooletraktil?
2. Millist füsioloogilist ülesannet täidavad atsetüülkoliin ja adronaliin?
3. Milleks kasutati selles tššs atropiini?

Beskirjad fermentide toime määramiseks  
pankrease nõres.

- 1) Amülolüütilise toime määramine (Smith-Roe järgi).

Meetod põhineb amülaasi võimalikult lagundada tärklis. Fotomeetriselt mõõdetakse tärklise värvusreaktsiooni joodiga.

Aparatuur: termostaat, katseklaasid, mõõtekolvid 500 ml, pipetid, fotoelektriline kalorimeeter.

Reaktiivid: 1,2%-line värskelt valmistatud tärklislahus, fosfaatpuhver pH 7,2 (7,62 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  + 20,45 g  $\text{Na}_2\text{PO}_4$  (veevabad) lahustatakse 1 liitris dest.vees (mõõtekolvis), 0,5 M NaCl (29 g NaCl 1000 ml dest.vees), 1 N HCl, 0,3%-line joodilahus (0,3 g J + 3 g KJ 100 ml-s dest.vees).

Katseklaasidesse A ja B pipeteeritakse 5 ml tärklislahust, 3 ml fosfaatpuhvrit ja 1 ml NaCl-lahust. Klaasi C pipeteeritakse tärklise asemel 5 ml dest. vett. Katseklaasid soojendatakse veega täidetud vannis 37°-ni. Seejärel lisatakse katseklaasi A 1 ml pankrease nõret (fermenti lahust lahjendatud fosfaatpuhvriga või füsioloogilise lahusega 1:2000) ja termostateeritakse täpselt 30 min. Siis lisatakse kiiresti kõigisse katseklaasidesse 2 ml 1 N HCl, see viib pH 2-ni, kus amülaasi toime lakkab. Nüüd lisatakse 1 ml pankrease nõret ka katseklaasidesse B ja C ning segatakse. 2 ml

igast katseklaasist pipeteeritakse 500-ml mõõtekolbi, kus enne oli umbes 400 ml d. vett ja 5 ml 1 N HCl. Lisatakse 1 ml joodilahust ja täidetakse kolvid märgini.

Tekkinud sinist värvust mõõdetakse fotoelektrilise kolorimeetriga lainepikkusel 620 nm (punane filter). Kolorimeeter nullistatakse katseklaasis C oleva lahuse järgi. A näitab tärglilise hulka pärast fermenti toimet, B - ilma fermenti toimet. Optimaalse tiheduse vahedest arvutatakse fermentisisaldus kas eelnevalt valmistatud kalibrimisgraafiku järgi või Smith ja Roe poolt defineeritud akt. ühikutes.

$$\frac{D_B - D_A}{D_B} \cdot 60 = \text{mg tärglist hüdroliüüsis}$$

Amülaasi ühikut defineeritakse kui fermenti hulka, mis katalüüsib 60 mg tärglisest 10 mg lagunemise 30 min. jooksul. Kirjeldatud meetod sobib amülaasi määramiseks pankrease nõres.

2) Lipolüütilise toime määramine (Weberi meetodi modifikatsioon).

Aparatuur: termostaat, emulgaator, mikrobürett, katseklaasid, pipetid.

Reaktiivid: oliiviõli

trispuhver pH 8,0,

0,1 N NaOH,

96°-ne etüülalkohol,

1%-line fenoolftaleiin (etüülalkoholi lahust),

0,4%-line Na-desoksükolaat

Määramisel kasutatakse värskest valmistatud oliiviõli emulsiooni puhverlahuses (30:170), lisatakse 2 ml Na-desoksükolaati. Emulgeeritakse 5 min. 0,2 ml pankrease nõrele lisatakse 0,1 ml Na-desoksükolaati (aktivaator) ja 3 ml oliiviõli emulsiooni. Pimekatses võetakse nõre asemel vastav hulk füsioloogilist lahust. Katseklaase termostateeritakse 37° juures 1 tund. Fermenti toime katkestamiseks lisatakse

10 ml etanooli ja tiitritakse NaOH-ga, lisades 2-3 tilka indikaatorit.

Lipaasi ühikuks on selline fermenti hulk, mis katsetingimustes vabastab 10 ekvivalenti hapet minutis.

Tiitrimistulemustest arvutatakse vabanenud happe mikroekvivalentide arv, mis definitsiooni järgi arvutatakse ümber lipaasi ühikuteks.

### 3) Proteolüütilise toime määramine (Charney' ja Tomarelli järgi).

Aparatuur: termostaat, katseklaasid, fotoelektriline kolorimeeter, klaaslehter.

Reaktiivid: substraat - 1%-line asokaseiinilahus  
ammooniumpuhvril (pH = 8,2),  
0,005 n HCl (nõre lahjendamiseks),  
5%-line triklooräädikhappelahus,  
5 N NaOH.

Värskelt valmistatud substraadilahus ja lahjendatud nõre (0,005 N HCl-ga) soojendatakse ette termostaadis. Määramiseks võetakse 2 ml lahjendatud nõret ja lisatakse nii-sama palju substraadi lahust. Termostateeritakse täpselt 20 minutit. Reaktsiooni katkestamiseks lisatakse 4 ml triklooräädikhappelanust ja jäetakse 30 minutiks seisma seedinata valgu koaguleerimiseks. Seejärel lahus filtreeritakse ja 5 ml filtraadile lisatakse 1 ml 5 N NaOH. Tekkiva oranži värvuse intensiivsust mõõdetakse fotokolorimeetriga, kasutades sinist filtrit ja aparadi nullistamiseks destilleeritud vett. "Pimekatse" viiakse läbi reaktiivide kontrolliks, kusjuures nõre asemel kasutatakse 0,005 N HCl.

Uuritava lahuse ja "pimekatse" optiliste tiheduste vahel järgi leitakse trüpsiinisaldus kaliibrimisgraafikult. Teades kaliibrimiseks kasutatud trüpsiini 1 g aktiivsust, võib graafiku ehitada ka teljestikus: optiline tihedus - aktiivsuse ühikud.

Aktiivsuse ühikuks loetakse selline trüpsiini aktiivsus, mis antud tingimustel põhjustab optilise tiheduse suu-

renemise i ühiku võrra ainutia.

### Maonõre tiitriaine (Michaelis).

Vajalikud reaktiivid: 0,1 N NaOH-lahus, 0,5 % paradimetüülaminosobensooli etüülalkoholis, 1 % fenoolftaleiini etüülalkoholis.

Tiitrimise käik. Maonõrele lisatakse 1-2 tilka kumbagi indikaatorit (vaba HCl olemasolul maonõres tekib helepunane värvus). Tiitritakse 0,1 N NaOH-lahusega kuni lõheroosa värvuse tekkimiseni (esimene punkt), edasi jätkatakse tiitrimist kuni sidrunkollase värvuseni (teine punkt), tiitritakse edasi kuni punase värvuseni (kolmas punkt). Aritmeetiline keskmine teise ja kolmanda punkti andmetest annab aluse üld-HCl väljaarvutamiseks ja kolmanda punkti järgi arvutatakse välja maonõre üldhappesus. Tiitrimisel kulunud 0,1 N NaOH hulka arvutatakse 100 ml maonõre kohta ning saadud arve nim. maonõre tiiterühikuteks.

Näide: 10 ml maonõre tiitrimiseks kulus:

esimese punktini (lõheroosa)	4,10 ml
teise " (sidrunkollane)	4,44 ml
kolmanda " (punane)	6,36 ml

Järelikult:

vaba HCl . . . . .  $4,10 \times 10 = 41,0$  tiiterühikut  
üld-HCl . . . . .  $\frac{4,44 + 6,36}{2} \times 10 = 54,0$  "

üldhappesus  $6,36 \times 10 = 63,6$

seotud HCl (üld-HCl - vaba HCl) .  $54,0 - 41,0 = 13,0$  "

Maonõre soolhappesisaldust väljendatakse ka milliekvivalentides 1 l maonõre kohta. Tiiterühikutest ümberarvutamisel mekv/l tuleb arvestada seda, et 0,1 N NaOH-ga tiitrimisel määratakse kindlaks 0,1 N HCl sisaldus maonõres. Seega tiiterühik näitab 0,1 N HCl hulka 100 ml maonõres.

1 ml 0,1 N HCl sisaldab aga 0,00365 g HCl ehk 0,1 milliekvivalenti. Seda tuleb arvestada ka maonõre soolhappesisalduse väljendamisel protsentides.

## VII. E R I T U S

1. Diureesi jälgimine koeral veekoormuse puhul.

Katseloom koer (väljaviidud kusejuhadega).

V a h e n d i d: uriinikogumise lehtrid ja nõud, mõõtesilindrid, purgid 30 tk. (mahuga 10-50 ml), uromeeter, reaktiivid, veemõõ (maht 600 ml), keeduplaat või gaasipõleti aluse ja restiga, termomeeter, lehtliga sond ja auguga pulk, kell.

T õ õ k ä i k. Kummagi ureetri ava kohale asetatakse uriinikogumise lehtrid, mis fikseeritakse kummipaelaga. Lehtrite otsa seotakse uriinikogumise nõud. Määratakse diureesi lähtefoon 30 min. jooksul, määratakse hulk iga 15 min. järel. Seejärel viiakse sondiga katseloomale makku vesi (25 ml 1 kg kehakaalu kohta). Märgitakse kellaaeg ja jälgitakse diureesi vähemalt 2 tunni jooksul. Kogumismõudest valatakse uriin välja iga 15 minuti järel ja mõõdetakse hulk, määratakse erikaal ning kloriidisisaldus. Määramiste tulemused kantakse tabelisse.

Katse nr.

Proovi nr.	Kella-aeg	Diureesi suurus (ml)	Kloriidide sisaldus mg/ml	Eritunud kloriidide hulk mg	Erikaal	Eritunud vee hulk ml-tes, lähtudes foonist
		vasak, parem neer	vasak, parem neer	vasak, parem neer	vas. par neer	

Joonistada graafik ja analüüsida saadud tulemusi.

### Küsimused.

1. Kuna algas veekoormusjärgne diureesi suurenemine ja kuidas muutus uriini koostis diureesi tõusul?
2. Diureesi maksimum ja kui kaua kestis suurenenud diurees?
3. Kui palju sisseviidud veest eritus 2 tunni jooksul?

### 2. Diurees koeral keedusoolakoormuse puhul.

Katseloom, vahendid ja töö käik samad mis eelmises töös. Keedusoolakoormuseks võetakse 1 g NaCl kg kehakaalu kohta. Lahus valmistatakse umbes 3%-line, kuna tugevama kontsentratsiooniga lahus ärritab magu ja loom oksendab.

Töö käik. Määratakse diureesi lähtefoon, jälgitakse diureesi dünaamikat pärast keedusoolakoormust ja võrreldakse saadud tulemusi veekoormuse puhul esinevatega. Selgitada erinevuste põhjusi, arvutada, kui palju sisseviidud keedusoolast ja veest eritub.

Katsetulemused kanda tabelisse, joonistada graafikud, analüüsida tulemusi, võrrelda veekoormusega.

Küsimused samad mis eelmises töös.

### 3. Antidiureetilise hormooni (ADH) toime.

Jälgitakse ADH mõju diureesile katses veekoormusega. Manustatakse loomale pituitriini, mis sisaldab antidiureetilist hormooni.

Vahendid: pituitriin, steriilne süstal koos nõelaga, muu sama mis töös 1.

Töö käik. Alguses sama mis töös nr.1. Maksimaalse diureesi ajal (pärast veekoormust) süstitakse koerale naha alla 0,3 - 0,5 üh. pituitriini. Seejärel määratakse eritunud uriini hulk iga 5 minuti järel 15-20 minuti jooksul ja edasi iga 15 min. järel.

Katsetulemused kantakse tabelisse, joonistatakse graa-

fikud. Analüüsitakse tulemusi.

Küsimused.

1. ADH toimemehhanism.
2. Kuidas muutus ADH manustamisel kloriididesisaldus uriinis?

4. Endogeense karbamiidi puhastumuse määramine.

Puhastumuse all mõistetakse vere hulka, mida neerud on suutelised 1 min. jooksul täielikult vabastama, puhastama teatud ainest. Puhastumust määratakse ka veres olemasolevate ja pidevalt eritavate ainete, nagu karbamiid, kreatiniin kohta. Neerude puhastumusvõimet nende ainete suhtes nimetatakse vastavalt endogeense kreatiniini ja endogeense karbamiidi puhastumuseks.

Katseloom koer (väljaviidud kusejuhadeaga).

V a h e n d i d: karbamiidisisalduse määramiseks veres ning uriinis on vajalikud vastavalt Kovarski ja Borodini aparaat.

T õ õ k ä i k. Kõrge diureesi saamiseks antakse koerale veekoormus. Kui diurees saavutab vajaliku kõrge tase (1 ml/min), võetakse kõrvaveenist 3 ml verd, samal ajal määratakse uriini eritus 5 min. jooksul ja määratakse karbamiidisisaldus.

Analüüsidesaadud andmete põhjal arvutada karbamiidi puhastumus

$$C = \frac{U \cdot V}{P}$$

C - karbamiidi puhastumus (ml/min),

U - karbamiidisisaldus uriinis (mg/ml),

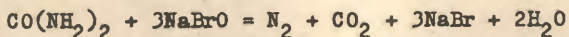
V - uriini hulk (ml/min),

P - karbamiidisisaldus veres (mg/ml).

Arvutada filtratsiooni suurus  $F = \frac{C \cdot 100}{60}$ , arvestades, et karbamiidist reabsorbeerub ligikaudu 40 %.

### Karbamiidi määramine.

Karbamiid määratakse tema molekulis leiduva lämmastiku põhjal. Borodini meetod karbamiidisisalduse määramiseks uriinis ja Kovarski meetod vereplasmas leiduva karbamiidi jaoks põhinevad järgmisel reaktsioonil:



Eraldub  $\text{CO}_2$  seotakse reaktiivis leiduva  $\text{NaOH}$  abil, gaasina eraldub ainult  $\text{N}_2$ . Karbamiidi hulk arvutatakse reaktsioonis eraldunud gaasilise lämmastiku hulga põhjal.

### Karbamiidi määramine uriinis.

V a h e n d i d: Borodini aparaat, leeliseline  $\text{NaBrO}$ -lahus, küllastatud  $\text{NaCl}$ -lahus, dest.vesi, pipetid.

M ä ä r a m i s e k ä i k. Uriin lahjendatakse vahekorras 1:5 (võtta 5 ml uriini ja 20 ml dest.vett). Borodini aparaadi gradueeritud bürett täidetakse küllastatud  $\text{NaCl}$ -lahusega rõhuanuma abil kuni vahekraanini ja suletakse seejärel vahekraan. Järgnevalt valatakse mõned milliliitrid lahjendatud uriini büreti kraanist ülevalpool asuvasse nõusse selle puhastamiseks  $\text{NaCl}$  jääkidest. Loputamiseks kasutatud uriin lastakse kõrvalkraani kaudu välja. Seejärel valatakse sisse lahjendatud uriin kuni märgini 0, jälgides, et õhumulle ei jääks kraani piirkonda. Vahekraani avamisega lastakse 5-8 ml lahjendatud uriini valguda büreti alumisse ossa ( $\text{NaCl}$  küllastatud lahuse peale). Märgitakse uriini hulk vahekraani all asuvas büreti osas. Järelejäänud uriin ülemises nõus lastakse kõrvalkraani kaudu välja ja bürett loputatakse dest. veega.

Nüüd valatakse ülemisse nõusse kraani kohal  $\text{NaBrO}$ -lahus. Oodatakse, kuni lõpeb reaktsioon nõu seintele jäänud uriini jääkides leiduva karbamiidiga, s.t. kuni gaasimullikeste tekkimine lõpeb. Kõrvaldatakse mehaaniliselt (klaaspulgakesega reaktiivi segades) tekkinud gaasimullikesed ja lastakse nüüd vahekraani kaudu aeglaselt 1-2 ml reaktiivi

voolata alla lahjendatud uriinisse. Algab  $N_2$  moodustumine. Oodatakse, kuni gaasimulle enam ei teki, lastakse uuesti 1-2 ml NaBrO-lahust alla voolata jne., kuni uus reaktiivliisamine enam ei põhjusta gaasimullide eraldumist (reaktsioon kestab tavaliselt 12-15 min.). Loksutatakse gaasimullid nõu seina küljest lahti, tasakaalustatakse ja määratakse tekkinud gaasi hulk. Üheaegselt määratakse õhurõhk ja lahuse temperatuur (kraani kohal olevas nõus).

Eraldunud lämmastiku hulga põhjal arvutatakse uriini karbamiidisisaldus, kasutades vastavaid tabeleid.

Uriini karbamiidisisalduse arvutamine eraldunud lämmastiku hulga põhjal.

Kuna karbamiidisisaldust väljendatakse tavaliselt grammides, siis tuleb arvutustes lähtuda sellest, et 1 ml puhast  $N_2$  kaalub normaaltingimustes 0,0012508 g ja et  $N_2$  paisumiskoeffitsient on 0,00367. Lämmastiku hulk grammides (p) arvutatakse valemi

$$p = \frac{V \times (b - f) \times 0,0012508}{760 \times (1 + 0,00367 \times t^{\circ})}$$

põhjal, kus V -  $N_2$  ruumala, b - baromeetiline rõhk mmHg-des, f - veeauru pingeline analüüsi teostamise temperatuuril mmHg-des.

Teadu saanud  $N_2$  hulga grammides, arvutatakse, kui suurest karbamiidi kogusest see vabanes. Kuna 60,048 kaaluühikule karbamiidile vastab 28,016 kaaluühikut  $N_2$ , siis 1 kaaluühikule lämmastikule vastab 2,143 kaaluühikut karbamiidi. Karbamiidisisaldus uriinis väljendatakse protsentides, seepärast tuleb arvutada karbamiidi hulk 100 ml uriini kohta. Arvestada tuleb ka uriini lahjendamist analüüsimise käigus. Uriini karbamiidisisalduse arvutamine toimub niisiis valemi põhjal

$$x = V \times \frac{(b - f) \times 0,0012508 \times 2,143}{760 \times (1 + 0,00367 \times t^{\circ})} \times \frac{n+N}{n} \times \frac{100}{m}$$

kus n - lahjenduseks võetud uriini hulk ml-tes, N-lahjendamisel lisatud destilleeritud vee hulk ml-tes, m - lahjenda-

tud uriini hulk ml-tes, mis võeti analüüsiks. Valemis toodud esimese murru väärtus saadakse tabelist temperatuuri ja baromeetrilise rõhu põhjal ja seda tähistatakse tähega "a". Seega näeks toodud valem lihtsustatult välja järgmiselt:

$$X = V \cdot a \cdot x \cdot \frac{n+H}{n} \cdot X \cdot \frac{100}{m}$$

Kuna "a" väärtused tabelis on antud milligrammides, tuleb karbamiidi protsentuaalse sisalduse leidmiseks X väärtus jagada tuhandega.

#### Karbamiidi määramine vereplasmas.

Analüüsiks võetud 3 ml verele lisatakse kohe paarkümmend mg tahket Na-oksalaati, trikloorhädikhappega 1:1 sades-tatakse verevalgud (sademesse jäävad ka vormelemendid). Sade eraldatakse tsentrifuugimise teel. Analüüsiks võetakse 2,5 ml oksalaatplasmast. Karbamiidi määramiseks kasutatakse Kovarski aparati. Reaktiivid ja määramise käik on põhimõtteliselt samad nagu Borodini meetodi puhul. Erinevusena võetakse siin analüüsiks täpselt mõõdetud hulk vereplasmat (2,5 ml), mis kõik lastakse vahekraani kaudu alumisse nõusse küllastatud NaCl-lahuse peale. Plasma jääkide kättesaamiseks nõu seintelt viiakse sinna 0,5 ml dest. vett ja lastakse see vahekraani kaudu (samuti nagu vereplasmagi) alla büreti alumisesse osasse.

Nii nagu Borodini meetodi puhul tuleb ka Kovarski meetodiga määramisel oodata reaktsiooni lõppemiseni (10-15 min.), siis võrdsustada anumate (graduateeritud ja graduateerimata bürettide) vedelikuni ja võtta lugem - eraldunud  $N_2$  hulk. Arvutused viia läbi eraldi selleks väljatöötatud tabelite andmetel.

#### Uriini erikaalu määramine.

Uriini erikaalu määramiseks kasutatakse spetsiaalseid aeromeetreid, nn. urometreid skaalaga 1000-1020 ja 1020-

1060. Uriin kallatakse vastavasse klaassilindrisse, mille läbimõõt peab olema nii suur, et uromeeter ei puutuks vastu silindri seina. Kuiv uromeeter lastakse silindrisse ja märgitakse ära uriini alumise meniski seis uromeetri skaalal. Erikaal väljendatakse täisarvudes.

Kui uriini hulk osutub erikaalu määramiseks väheseks, võib teha uriini lahjendusi dest. veega. Uriini tõelise erikaalu saamiseks lahjendamise puhul korrutada uromeetri skaala näidu kaks viimast kohta vastava lahjendusega. Kui näiteks on uriini lahendus 1:2 ja saadud erikaal 1012, siis tegelik uriini erikaal on 1024.

#### Kloriidide määramine uriinis.

Kloriidide määramine Volhardi järgi. Määramise põhimõtte seisneb selles, et kloriidid sadestatakse hõbenitraadiga ( $\text{AgNO}_3$ ) ja hõbenitraadi ülejääk tiitritakse tagasi ammooniumrodaniidiga ( $\text{NH}_4\text{CNS}$ ), kusjuures indikaatorina kasutatakse raudammooniummaarjast.

#### Vajalikud reaktiivid.

Lahjendatud lämmastikhape ( $\text{HNO}_3$ ) 1:9 happelise keskkonna loomiseks, raudammooniummaarjase ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) 40%-line lahus, 0,02 n hõbenitraadilahus, 0,02 n ammooniumrodaniidilahus.

#### Määramise käik.

Pipetiga võetakse keeduklaasi 1 ml uuritavat uriini, lisatakse büretist 9 ml dest. vett, 2 ml lahjendatud lämmastikhapet, ca 1 ml raudammooniummaarjase 40%-list lahust, 0,02 n hõbenitraadilahuse büretist lisatakse 10 ml 0,02 n hõbenitraati, tekib valge sade (hõbekloriid -  $\text{AgCl}$ ). Hõbenitraadi ülejääk tiitritakse tagasi 0,02 n ammooniumrodaniidiga vastavast büretist.

Tiitritakse valgel foonil. Tiitrimine lõpetatakse püsiva punaka värvuse ilmunisel, mis tekib raudammooniummaarjase ja ammooniumrodaniidi vahelises reaktsioonis, kui esi-

neb viimase ülejääk. Kui lahuse tiitrimisel tekib punane värvus juba ammooniumrodaniidi esimese tilga puhul, siis lisatakse juurde 5 ml 0,02 n hõbenitraati (vajalik siis, kui kloriidide kontsentratsioon on uriinis kõrge, näit. keedusoolakoormuse puhul).

Kloriidide-sisalduse arvutamise.

1 ml 0,02 n hõbenitraati seob 1,17 mg kloriide. Kui tagasitiitrimiseks kulus 1,2 ml ammooniumrodaniidi, siis kloriidide poolt seoti 10-1,2, s.o. 8,8 ml 0,02 n hõbenitraati. 1 ml uriinis on seega kloriide  $(8,8 \cdot 1,17) = 10,296$  mg/ml. Vastavas uriini koguses olev kloriidide hulk võrdub ühes milliliitris sisalduva kloriidide hulga (mg) ja uriini hulga (ml) korrutisega.

## VIII. LIHAS JA NÄRV

Füsioloogilistes tingimustes võetlihased käivitatakse neile närvidelt saabuvate impulssidega, seepärast käsitletakse sageli lihast koos teda innerveerivate närvielementidega - ühtse neuromuskulaarse aparaadina. Ühiseks nähtuseks selle süsteemi osades on leviv erutusprotsess. Närvikiud on spetsialiseerunud erutuse juhtimisele, kuna lihaste puhul on peamine tähtsus leviva erutusprotsessiga kaasneval mehaanilisel tegevusel - lihase kontraktsioonil.

Praktiliste tööde järgnevas tsüklis on uurimise objektiks reaktsioonid, mida saadakse mootorsetele närvikiududele või otseselt lihasele antud ärrituste mõjul. Sobivamad on ärritused, mida on võimalik täpselt doseerida nii tugevuse kui ka toime kestuse osas ja mille kasutamisel ei toimu koos pöörduvatuid muutusi. Nendele nõuetele vastab kõige enam elekterärritus. Elekterärrituste kõrval rakendatakse vajaduse korral ka teisi - keemilisi, mehaanilisi, termilisi, osmootseid jna. ärritusi.

Erutusprotsessiga lihases kaasneb selle kokkutõmme. Kui võrd erutusprotsess närvist lihasele üle kandudes kutsub esile lihaskiu kontraktsiooni, siis on lihase kontraktsiooni põhjal võimalik jälgida mitte üksnes lihase enese, vaid ka teda innerveerivate mootorsete närvikiudude ja perifeersetes neuromuskulaarsetes sünapsite talitlust, nende funktsionaalset seisundit ja selle seisundi muutusi.

Klassikaliseks objektiks närvi ja lihase füsioloogiliste omaduste uurimisel on konna närv-lihaspreparaat.

## 1. Konna ischiadious-gastrocnemius-preparaadi valmistamine.

Konna närv-lihaspreparaadi valmistamiseks ja kasutamisele asudes tuleb silmas pidada, et konna puhul ei tarvita eksperimenteerimisel nuga - kõik lõiked tehakse kääridega. Närvi ei tohi puudutada prepeareerimisvahenditega. Koed, eriti närv, tuleb hoida niisketena, kasutades niisutamiseks Ringeri lahust kõigusoojastele.

V a h e n d i d: prepeareerimisriistad, vatt, klaas-kausike, Ringeri lahus kõigusoojastele.

T õ õ k ä i k. Purustatakse konnal pea- ja seljaaju. Kõhukoopaelundeid kõrvale surudes lõigatakse läbi lülisammast ca 1 cm kraniaalsemal articul.sacroiliacast (kui konna haarata alajäsemetest ja hoida käes peaga ülespoole, siis tekib konna ülakeha ettekaldumisel selle liigese kohal terav küür). Pikendatakse tekkinud nahalõiget mõlemal küljel kaudaalsele. Haarates ühe käe sõrmedega lülisambakõndist, teisega konna eeskehast, tõmmatakse nahk maha alakehalt. Eemaldatakse sisikond ja lõigatakse sooletrakt sümfüüsi kohal läbi. Preparaat asetatakse kausikesse Ringeri lahusesse. Seejärel tuleb käed ja prepeareerimisvahendid pesta, kuna konna nahasekreet avaldab ebasoodsat toimet närvi- ja lihaskoesse.

Reie dorsaalsel pinnal surutakse sõrmedega lihased laiali - lihastevahelises vaos tuleb nähtavale istmikunärv. Suuremad närviharud reie piirkonnas lõigatakse peatüvest kaugemal läbi ja närv eraldatakse ettevaatlikult (närvi mitte venitada!) ümbritsevatest kudetest, närvitüvi lõigatakse võimalikult kõrgelt läbi ja vabastatakse lõplikult ning asetatakse närv säärelihastele - lihaste suurema massi tõttu on kuivamine siin aeglasem. Puhastatakse reieluu lihastest, liikudes põlve poolt ülespoole, ja vabastatakse tema pähik puusaliigesest. Teine alajäse jäetakse tagavaraks Ringeri lahusesse. Katsetes, kus lihase kontraktsioone pole vaja graafiliselt registreerida, kasutataksegi preparaati sellisel kujul - nn. konna tagajäseme reoskoopiline preparaati.

Prepareerimist jätkates viiakse gastrocnemius'e alt läbi üks kääriharu ja vabastatakse võimalikult pikalt Achilleuse kõõlus ning lõigatakse läbi allpool kontskõhre. Lõpuks eemaldatakse lõikega allpool põlveliigest ülejäänud säärelihased koos sääreluu ja labajalaga.

Sellisel valmistatud konna närv-lihaspreparaat koosneb istmikunärvist (n. ischiadicus), säärepainutajalihasest (m. gastrocnemius) ja reieluust (femur). Preparaat kinnitatakse femurit pidi müograafi luuklemmi vahele, läbi Achilleuse kõõluse torgatakse haak, mis niidi abil on ühendatud kirjutikangiga. Kirjutikangi ja luuklemmi statiivil nihutatakse nii, et niit asetseb vabalt, vertikaalselt, kirjutiga röötsalt või otsaga veidi allapoole. Istmikunärv asetatakse ärrituselektroodile.

## 2. Mitmesugused ärritused konna närv-lihaspreparaadil.

V a h e n d i d: ischiadicus-gastrocnemius-preparaat, müograaf, kumograaf, lüliti, akupatarei, juhtmed, Induktor, käepidemega vasktraat,  $H_2SO_4$ , keedusool, Ringeri lahus (kon-nale), vatt, 10-g raskus.

T ö ö k ä i k. Korrastatakse aparatuur, ühendatakse induktori primaarpool vooluallikaga ning sekundaarpool müograafi elektroodidega. Primaarahelasse paigutatakse lüliti. Kumograaf varustatakse tahmapaberiga. Närv-lihaspreparaat kinnitatakse müograafile, paigaldatakse kirjutikang ja sellele asetatakse 10-g raskus.

1. Mehaanilised ärritused. Näpistatakse pintsettidega järsult närvi läbilõigatud otsast. Vaadeldakse kontraktsiooni ja registreeritakse kumograafile. Nüüd näpistatakse pintsettidega lihast. Panna tähele, et esimesel juhul kontraheerub kogu lihas, teisel aga vaid osa kiude.

2. Termiline ärritus. Puudutatakse närvi labilõigatud otsa kuuma traadiga; antakse sama ärritus otse lihasele.

3. Keemiline ärritus. Asetatakse närvi läbilõigatud otsale tilgake  $H_2SO_4$ . Jälgitakse ja registreeritakse preparaadi reaktsiooni. Hape loputatakse Ringeri lahusega ära. Kui kontraktsioonid on lakanud, asetatakse happe tilgake otse lihasele (väike tilgake!). Jälgitakse reaktsiooni ja loputatakse preparaat hapest Ringeri lahusega.

4. Osmootsed ärritused. Närv asetatakse elektroodidele ja lastakse kuivada: jälgitakse ja registreeritakse kontraktsioone. Närvi niisutatakse Ringeri lahusega, ja kui kontraktsioonid on lakanud, asetatakse närville NaCl-kristall. Jälgitakse ja registreeritakse kontraktsioone. Kui efekt saadud, eemaldatakse soolakristall ja loputatakse närvi Ringeri lahusega kuni lihase täieliku lõtvumiseni. Asetatakse NaCl-kristallid otse lihasele. Kui reaktsioon saadud, loputatakse Ringeri lahusega lihast kuni kontraktsioonide kadumiseni.

5. Elekterärritused. Kasutatakse preparaati teisest tagajäsemest.

a) Ärritamine induktsioonivoolu üksikimpulssidega. Asetatakse preparaadi närv ärrituselektroodidele. Vooluallikana primaarahelas kasutatakse akupatareid. Voolu primaarahelas kord sisse, kord välja lülitades jälgitakse lihase kontraktsioonide amplituudi sekundaarpooli ja primaarpooli mitmesugustel vahekaugustel.

b) Ärritamine vahelduvvooluga. Kasutatakse primaarahelas madalpingelist (6-8 V) vahelduvvoolu (50 Hz). Ärritatakse preparaati sekundaarpooli mitmesugustel vahekaugustel.

o) Ärritamine alalisvooluga. Ärritamiseks kasutatakse alalisvoolu akupatarei 1-2 purgist. Voolu tugevuse muutmiseks lülitatakse vooluahelasse reohord. Katset korratakse otsese ärritamise tingimustes. Selleks tuleb välja lülitada eelnevalt erutuse neuromuskulaarne ülekanne ja induktori sekundaarpooli või reohordi klemmid ühendada müograafi luuklemmi ning (peene juhtmega) Achilleuse kõõlust läbiva konksuga.

Tõsks vaadatakse ja registreeritakse kumograafile kontraktsioonid kõigi kasutatud ärrituste puhul. Püütakse võimalikult täpselt kirjeldada vaadeldut protokollis (tingimata

märgitakse ärrituste andmise kellaajad). Erilist tähelepanu tuleb pöörata järgmistele asjaoludele: kas preparaat reageerib ärritamise algusele, lõpule või kogu ärritamise vältel; kas viimasel juhul on märgata efekti muutumist ajas? Kui kiiresti saabub efekt ärritamise alustamisel, kui kiiresti kaob pärast ärritamise lõpetamist? Kas kontraheeruvad lihase kõik kiud või ainult osa; kas lihaskiud kontraheeruvad korraga, kas pidevalt või mitte? Kontraktsiooni tugevus (amplituud kümogrammil).

#### Küsimused.

1. Millised on kasutatud ärritusviiside hüved ja puudused (doseeritavus, korduva ärritamise võimalikkus, saadava efekti muutuvus või püsivus jms.)?
2. Tõsta esile erinevate ärritustega saadud reaktsioonide iseärasused.
3. Missugused on erinevused lihase otsesel või närvi kaudu ärritamisel saadud efekti iseloomus, eriti vajalikus ärrituse tugevuses?
4. Miks lihase otsesel ärritamisel elektrivooluga eelnevalt blokeeritakse erutuse ülekanne närvilt lihasele?

### 3. Künnsärrituse ja kontraktsiooni olenevus ärrituste tugevusest.

#### 1. Ärritamine induktsioonivoolu impulssidega.

V a h e n d i d: gastroonemius-ischiadicus-preparaat, müograaf, niiske kamber, kümograaf, akupatarei, lüliti, juhtmete komplekt, induktor (stimulaator), vatt, Ringeri lahus (konnale), 10-g raskus.

T õ õ k ä i k. Koostatakse vooluring preparaadi ärritamiseks induktsioonivoolu üksikimpulssidega. (Võimaluse korral on siin ja järgnevates töedes induktori asemel soovitatav kasutada elektronstimulaatorit.) Sekundaarpooli klemmid ühendatakse katoodostsillograafi sisendiga ja vaadeldakse primaarahela sulgemisel ning katkestamisel sekundaarahelas

tekinud vooluimpulsse, nende kuju, suurust. Järgnevalt paigutatakse induktori sekundaarahelasse kahest diodist koostatud skeem, mis suunab preparaadile üksnes primaarahelas voolu katkemisel tekkiva impulsi, primaarahela sulgemisel tekkiva impulsi aga kõrvaldab. Vaadeldakse impulsse sekundaarahelas ostsillooskoobi abil.

Fikseeritakse närv-lihaspreparaat müograafi niiskesse kambrisse ja ühendatakse sekundaarpooli klemmid müograafi elektrodidega, viiakse kirjuti tangentsiaalselt vastu kümograafi ja asetatakse kangile 10-g raskus. Närv asetatakse ärrituselektroodidele. Sekundaarpool viiakse võimalikult kaugemale primaarpoolist. Lülitiga primaarahelat sulgedes ja katkestades antakse preparaadile ärritusi induktsioonivoolu üksikimpulssidena. Kui ärritamisel lihase kontraktsiooni ei teki, nihutatakse sekundaarpooli 1 cm võrra primaarpoolile lähemale ja korratakse uuesti ärritust. Teatud poolidevahelisel kaugusel saadakse primaarahela katkestamisel esmakordselt lihase märgatav kontraktsioon. Kõige nõrgem ärritus, mis veel annab lihase märgatava kontraktsiooni, on künnisärritus antud preparaadi jaoks antud tingimustes. Märgitakse tema suhteline tugevus (poolide vahekaugus cm-tes).

Jätkatakse katsed sekundaarpooli sentimeeterhaaval primaarpoolile lähendades. Iga poolidevahelise kauguse juures antakse ärritus, sealjuures mitte sagedamini kui kord 0,5-1 min. tagant, et vältida preparaadi väsimist. Lihase kontraktsioonid registreeritakse seisvale kümograafi: üksikute ärrituste vahel pööratakse trumlit 1 cm võrra edasi. Iga kontraktsioonikõvera alla kirjutatakse tahmapaberile poolidevaheline kaugus cm-tes ärrituse antud tugevuse puhul.

Järgnevalt korratakse kõike eeltoodut, andes ärritusi lihasele otseselt. Edasi muudetakse lihase funktsionaalset seisundit, langetades keskkonna temperatuuri. Selleks asetatakse niiskesse kambrisse sobiva suurusega jäätükike.

Tulemused protokollitakse tabeli kujul, märkides ärrituse tugevuse (kaugus poolide vahel cm-tes) ja kontraktsiooni suuruse (kümograafil saadud graafiku amplituud mm-tes) kõi-

gis eri tingimustes.

#### Küsimused.

1. Kuidas iseloomustab ärrituskünnis koe erutuvust?
2. Milline on preparaadi erutuvus närvi kaudu ärritamisel võrreldes otsese ärritamisega?
3. Kuidas mõjustab preparaadi erutuvust ümbritseva keskkonna temperatuur?
4. Kuidas muutub kontraktsiooni tugevus ärrituse tugevuse kasvades?
5. Kuidas seletatakse kontraktsiooni tugevuse muutumist närv-lihaspreparaadi ärritamise tugevuse muutumisel? Millised pidepunktid sellise järelduse tegemiseks annab käesolev töö?
6. Kui me sekundaarahelasse dioode ei asetaks, kas saaksime siis suurema poolidevahelise kauguse korral künniaärrituse voolu primaarahelas sisselülitamisel või katkestamisel? Miks?

#### Ärritamine alalisvooluga.

V a h e n d i d: konna tagajäseme reoskoopiline preparaat, alalisvooluallikas, reohord, lüliti, juhtmete kompleks, mittepolariseeruvad elektrodid, statiiv niiske kambri- ja elektrodide kinnitamiseks, Ringeri lahus (konnale), vatt, prepeareerimisriistad.

T ö ö k ä i k. Kasutatakse  $Zn-ZnSO_4$  mittepolariseeruvaid elektroode. Voolitakse savist saapakesed teravneva kiilu kujuga, et kontaktpind elektrodidele asetatud närviga oleks väike.

Vooluahel preparaadi ärritamiseks koostatakse nii, et reohordi liugkontakt oleks seisus, kus ärritusahelasse minev vool on praktiliselt null. Konna tagajäseme reoskoopiline preparaat kinnitatakse statiivile. Närv asetatakse elektrodidele nii, et katood oleks lihasele lähemal, ja tehakse järgmised vaatlused.

Reohordi liugkontakti ääres seisust järk-järgult eemale

nihutades lülitatakse igas uues asendis vool 3 sekundiks sisse. Reohordi millimeeterskaala järgi märgitakse üles liugkontakti asukoht momendil, kui preparaat esmakordselt reageerib ärritusele minimaalse kontraktsiooniga. Panna tähele, kas see toimub vooluahela sulgemisel või katkestamisel! Liugkontakti järk-järgult veelgi kaugemale viies tugevdakse ärritust. Märgitakse liugkontakti asend momendil, mil preparaat reageerib rakendatud ärritusele kahe kontraktsiooniga. Katse lõpetatakse, kui ärrituse edasine tugevdamine enam ei põhjusta kontraktsiooni tugevuse märgatavat kasvu.

#### Küsimused.

1. Millal kontraheerub lihas alalisvooluärrituse kasutamisel: kas voolu sisselülitamisel, voolu läbimisel või voolu väljalülitamisel?
2. Millisel p.l toodud juhtudest on alalisvoolu ärritav efekt suurem?
3. Kuidas muutub kontraktsiooni tugevus ärrituse tugevdamisel ja kuidas seda seletatakse?

#### 4. Alalisvoolu ärritava mõju polaarsuse seadus.

V a h e n d i d samad mis eelmises katses, lisaks niiti ja ristkommutaator. Kasutatakse reoskoopilist preparaati konna kahest tagajäsemest, mis omavahel on ristluukõndi kaudu jäetud anatoomilisse ühendusse.

T õ õ k ä i k. Koostatakse vooluahel alalisvooluärrituse andmiseks. Kahe mittepolariseeruva elektroodi vahel, mis asetsevad üksteisest 3 cm kaugusel, ligeeritakse närv peene niidiga. Sellega rikutakse närvikiudude füsioloogiline terviklikkus (samuti erutusjuhtivus), seevastu anatoomiline terviklikkus, seega ka voolujuhtivus säilib. Reohordi liugkontakt viiakse ääresseisu, kus ärritusvool on minimaalne: ristkommutaatori algseis selline, et lihasele lähemal on ka-

Reohordi liugkontakti nihutades tugevdatakse järk-järgult ärritavat voolu. Vooluahelat sulgedes ja katkestades ning voolu suunda muutes määratakse lihasele lähemal olev elektrood juhtudel, kui preparaati reageerib voolu tugevuse muutumisel kontraktsiooniga. Märgitakse üles liugkontakti asend reohordil ja hinnatakse tekkiva kontraktsiooni tugevust: puudub -, nõrk +, keskmine ++, tugev +++ . Vaatlustulemused protokollitakse tabelina:

Lihasele lähemal asetsev elektrood	Liugkontakti asend reohordil	Kontraktsioon	
		vooluahela sulgemisel	vooluahela katkestamisel

Asetatakse üks elektrood ühe, teine teise istmikunärvi alla. Ärritust järk-järgult tugevdades määratakse liugkontakti asendid, kui preparaadi jäsemelihased hakkavad voolu tekkimisele või lakkamisele reageerima kontraktsiooniga. Jälgida, kumb jäsemetest liigutab voolu sisselülitamisel, kumb väljalülitamisel, kummal elektroodil asetseb seda preparaati innerveeriv närv. Vaatlustulemuste hindamisel arvestada nn. füsioloogiliste elektroodide võimalikkust.

#### Küsimused.

1. Katsetulemustele tuginedes järeldada, kus tekib erutus koos vooluahela sulgemisel ja katkestamisel?
2. Kuidas seletatakse erutuse tekkimist vooluahela sulgemisel?
3. Kuidas on võimalik seletada erutuse tekkimist vooluahela katkestamisel?
4. Miks pole vooluahela sulgemisel ja katkestamisel ärritavad efektid ühetugevused?
5. Kuidas on seletatav preparaadi reageerimine kontraktsiooniga nii voolu sisse- kui väljalülitamisel? (2 seletusvõimalust)

## 5. Ärritava mõju olenevus voolupinge muutumise kiirusest.

V a h e n d i d samad mis töös "Künnisärritus ja kontrakttsiooni tugevuse olenevus ärrituse tugevusest" lõik 2.

T ö ö k ä i k. Reohordi liugkontakt viiakse ääreseisu, kus preparaadile suunduv vool on minimaalne. Vooluahel suletakse ja liugkontakti reohordil erineva kiirusega nihutades tugevdatakse või nõrgendatakse ärritavat voolu kiiremini või aeglasemalt.

### Küsimused.

1. Millisel juhul saadakse preparaadil kontrakttsioon - kas liugkontakti kiirel või aeglasel liigutamisel?
2. Määrates iga kord kontrakttsiooni saamiseks vajaliku liugkontakti nihutamise ulatuse, selgitada, kuidas sõltub ärrituskünnis voolu tugevuse kasvamise kiirusest.
3. Kuidas seletada täheldatud kaasaja teooriate järgi?

## 6. Närv-lihaspreparaadi reageerimine voolupinge kõikumistele.

V a h e n d i d samad mis eelmises töös, lisaks 1 reohord ja 1 lüliti.

T ö ö k ä i k. Koostatakse vooluring preparaadi ärritamiseks alalisvooluga. Suletakse lüliti teist reohordi sunteerivas vooluahelas. Liugkontakti esimesel reohordil nihutades ning voolu ahelas sisse ja välja lülitades leitakse liugkontakti selline asend, kus ärritus annab minimaalse lihase-kontrakttsiooni. Vool lülitatakse sisse. Avades lüliti teist reohordi sunteerivas ahelas, tõstetakse mõjuva voolupinget järsult. Jälgitakse, kas tekib kontrakttsioon. Sunteeriva ahela katkestamisel tekkiva voolutugevuse tõusu ulatust on võimalik reguleerida teisel reohordil liugkontakti nihutades.

Kuidas seletada kontrakttsiooni tekkimist ärritusvoolu pinge järskuldel kõikumistel.

## 7. Teetanus ja teetanusejärgne kontraktuur.

V a h e n d i d: isohiadiosus-gastrocnemius-preparaat, müograaf, kümograaf, liuginduktor, akupatarei, lüliti, juhtmete komplekt, vatt, Ringeri lahus (konnale), 10-g raskus.

T õ õ k ä i k. Koostatakse vooluahel preparaadi ärritamiseks induksioonivoolu üksikimpulssidega. Määratakse kaugus poolide vahel, mille puhul preparaat reageerib ärritusele maksimaalse üksikkontraktsiooniga. Käivitatakse kümograaf (soovitav tahmalindi liikumise kiirus 2-3 mm/s) ja antakse 5-6 ärritust sekundiste intervallidega. Pärast viimast ärritust lastakse trumlil liikuda edasi 15-20 mm ja seisatakse kümograaf. Pool minutit hiljem käivitatakse taas kümograaf ja antakse uus 5-sekundise kestusega seeria ärritusi, tõstes ärrituste sageduse kahekordseks. Edasistes seeriates tõstetakse ärrituste sagedust: 3 impulssi sekundis, 4 imp/s, 6 imp/s, 8 imp/s, 10 imp/s. Lõpuks antakse ärritusi maksimaalselt võimaliku sagedusega. Järgnevalt muudetakse primaarahelat selliselt, et saaks kasutada elektromagnetilist katkestit ja antakse 5-sekundine ärritus faraadilise vooluga. Võimalikult vahetult pärast seda antakse üks üksikärritus. Selleks tõkestatakse kiiresti katkesti liikumine (sobiva paksusega paberitükikesega). Järgnevalt eemaldatakse paber ja antakse veel kaks seeriat ärritusi faraadilise vooluga: seeriade kestused 5-10 sekundit. Kahe viimase ärrituste seeria puhul lastakse kümograafil pärast kontraktsioone liikuda seni, kuni lihas on praktiliselt saavutanud lähtepikkuse. Tahmalindile kõvera alla märgitakse ärrituste sagedus.

Jälgitakse, millisest sagedusest alates tekib osaline ja millisest täielik teetanus. Graafikul mõõdetakse kontraktsioonide maksimaalsed amplituudid, protokollitakse tabelina ja võrreldakse. (Panna tähele, et korduval ärritamisel muutub lihase lõtvumine järjest aeglasemaks.) Võrreldakse teetanusejärgse üksikkontraktsiooni amplituudi esialgu saadud üksikkontraktsioonide amplituudiga.

### Küsimused.

1. Mis selgus vaatlusest, kus vahetult pärast teetanust anti üksikärritus?

2. Milline on teetanuse tekkemehhanism?
3. Mida kujutab endast posttetaaniline e. jääkkontraktuur ja kuidas ta sõltub eelneva kontraktsiooni kestusest?

6. Füsioloogiline elektrootonus konna  
närv-lihaspreparaadil.

V a h e n d i d: ischiadicus-gastroonemius-preparaat, kümograaf, müograaf, 2 akupatareid, 2 lülitiit, reohord, induktor, mittepolariseeruvad elektroodid, traatelektroodid, elektroodihoidjad, juhtmete komplekt, Ringeri lahus, vatt, kausike, prepareerimisriistad.

T õ õ k ä i k. Koostatakse kaks vooluringi preparaadi mõjustamiseks alalis- ja faraadilise vooluga. Müograafi niiskes kambris asetatakse preparaadi närvi alla üksteisest 3 cm kaugusele mittepolariseeruvad alalisvooluelektroodid, lihasepoolsemale alalisvooluelektroodile võimalikult ligidale pannakse traatelektroodid ärritamiseks faraadilise vooluga. Rietkommutaatori lihasepoolseks alalisvooluelektroodiks on katood.

- a) Määrame faraadilise voolu künnisärrituse (kaugus poolide vahel) katoodi piirkonnas mitmesuguse tugevusega alalisvoolu (olenevalt reohordi liugkontakti asukohast) korral ja
- b) vahetult pärast alalisvoolu väljalülitamist.
- c) Viime reohordi liugkontakti asendisse, kus alalisvool veel ei anna kontraktsiooni. Lülitame alalisvoolu välja. Määrame faraadilise ärrituse lävitugevuse. Ärritades preparaati lävitugevuseline faraadilise vooluga jälgitakse, kuidas muutub kontraktsiooni tugevus, kui lülitada mõneks sekundiks alalisvool sisse, samuti ka alalisvoolu katkestamise järel. Vaatlust korratakse 3-4 korda, siis katkestatakse ka faraadiline vool.

Ristkommutaatoriga muudame lihasepoolse (ärrituselektroodide-lähedase) alalisvooluelektroodi anoodiks.

- g) Määrame faraadilise voolu läviärritustugevuse anoodi juu-

res mitmesuguse tugevusega alalisvoolu korral ja

d) vahetult pärast alalisvoolu väljalülitamist.

f) Lelame liugkontakti asendi, kus preparaat reageerib alalisvoolu ärritusele kontraktsiooniga. Ärritades preparaati faraadilise vooluga, mis annab submaksimaalse teetanuse, lülitame korduvalt mõneks sekundiks sisse alalisvoolu ning jälgime, kuidas muutub kontraktsiooni amplituud alalisvoolu sisselülitamisel ja pärast selle katkestamist.

Enne tahmalindi fikseerimist teha müogrammile vajalikud märked!

### 9. Füsioloogiline elektrotoonus konna südamel.

V a h e n d i d: konn, akupatarei, reohord, mittepolariiseeruvad elektroodid, ristkommutaator, vatt, prepareerimisriistad, Ringeri lahus.

T õ õ k ä i k. Koostatakse alalisvooluring nagu eelmistes töödes. Mittepolariseeruvatest elektroodidest üks on laia tõmbi otsaga, teine aga koonusekujuline. Viimase teravasse otsa on vajutatud peen 0,5 cm pikkune taht, mis on niisutatud Ringeri lahuses. Konnal purustatakse kesknärvisüsteem, avatakse rindkere, eemaldatakse perikard ja asetatakse konn selili prepareerimislauale. Tõmbi otsaga elektrood asetatakse konna kõhule, teise elektroodi taht puudutab konna südame vatsakest.

Jälgitakse vatsakeste kuju ja värvuse muutumist tsükli vältel enne mõjustamist alalisvooluga. Siis pannakse ristkommutaator asendisse, kus tahiga elektrood on anood. Jälgitakse vatsakest mõne südamsükli kestel, kui alalisvool on sisse lülitatud, samuti väljalülitamisele järgneva paari tsükli vältel. (Vool katkestada võimalikult vahetult enne süstoliti!) Vaatlusi korratakse voolu tugevust järk-järgult tõstes. Seejärel viiakse voolu tugevus minimaalseks, tahiga elektrood muudetakse katoodiks ja eelnevaga analoogiliselt korratakse vaatlusi.

Tulemused kirjeldada täpselt protokollis.

Küsimused.

1. Mis on elektertoonus (füüsikaline)?
2. Mida kujutab endast "füsioloogiline elektretoonus"?
3. Kuidas muutub erutuvus katoodi piirkonnas erineva tugevusega alalisvoolu korral? Anda seletus.
4. Kuidas muutub erutuvus erineva tugevusega alalisvoolu puhul anoodi piirkonnas? Anda seletus.
5. Millised on erutuvuse muutused katoodil ja anoodil pärast alalisvoolu väljalülitamist? Nende muutuste seletus.
6. Kuidas seletate, lähtudes eelnevast, lõigu a) vaatluste 1, 2, ja 3 tulemusi?
7. Kuidas seletate lõigu a) vaatluste 4, 5 ja 6 tulemusi?
8. Kuidas seletate lõigu b) vaatluse 1 tulemusi?
9. Kuidas seletate lõigu b) vaatluse 2 tulemusi?
10. Miks on vaatlustes konna südamel võimalik avastada vaid erutuvust langetavaid mõjusid?

10. Pflügeri kontraktsiooniseadus.

Seadus võtab kokku lihase reaktsioonid, mis saadakse teada innerveeriva närvi ärritamisel erineva suuna ja tugevusega alalisvoolu abil.

Voolu tugevus	Voolu suund			
	tõusev		langev	
	vooluahela sulgemine	vooluahela katkestamine	vooluahela sulgemine	vooluahela katkestamine
Nõrk	+	-	+	-
Keskmine	+	+	+	+
Tugev	-	+	+	-

Märkus. - tähistab kontraktsiooni puudumist, + tema esinemist.

Voolu suund ja tugevus on tinglikud. Tõusvaks nimetatakse voolu siis, kui lihasele lähemal asetsevaks elektroodiks närvil on anood. Kui lähemal on katood, siis on vool langev. Vool on nõrk, kui läviärritustugevus on ületatud üksnes sisselülitamisel katoodil. Kui erutus tekib sisselülitamisel katoodil ja väljalülitamisel anoodil, erutusjuhtivuse elektrotooniline langus elektroodidel aga ei ulatu veel täieliku blokaadini, on voolu tugevus keskmise. Tugev on selline vool, kus erutusjuhtivuse elektrotooniline langus ulatub juhtivuse täieliku kadumiseni.

V a h e n d i d: konna tagajäseme reoskoopiline preparaat, akupatarei, reohord, ristlüliti, lüliti, juhtmete komplekt, mittepolariseeruvad elektroodid, müograaf, prepareerimisriistad, Ringeri lahus, vatt.

T õ õ k ä i k. Koostatakse vooluahel preparaadi ärritamiseks alalisvooluga nagu eelnevates töödes. Alustatakse nõrkadest ärritustest. Voolu tugevust järk-järgult tõstes ja ristkommutaatori abil voolu suunda muutes uuritakse preparaadi reageerimist kasvava tugevusega alalisvooluärritustele voolu mõlema suuna puhul.

Tulemused protokollitakse Pflügeri kontraktsiooniseadust kujutava tabelina, kus märgitakse ka minimaalseim voolu tugevus (reohordi liugkontakti asendi kaudu), mille puhul tõusev või langev vool oli eespool antud tähenduses nõrk, keskmine või tugev.

Anda seletus kontraktsiooni tekkimisele või mittetekkimisele kasutatud ärrituste korral, lähtudes teoreetilistest teadmistest alalisvoolu mõju kohta ning rakendades eelnevate tööde tulemusi.

11. Alalisvoolmärrituse toime (galvaanilise erutuvuse) seaduspärasused inimesel.

Seda meetodit nimetatakse ka Walleri kontraktsoonivalemi määramiseks. Nahapinnale asetatud elektroodide kaudu ärritatakse mingit lihast innerveerivat närvi alalisvooluga; erutuse tekkimist närvis näitab vastava lihase kontraheerumine. Määratakse erutuse tekitamiseks vajalik väikseim ärritava voolu tugevus (või konstantse R korral voolu pinge) voolu sisselülitamisel katoodil ja katkestamisel anoodil. Ärritamistingimused on keerukamad kui isoleeritud närvil: elektrood ei asetse vahetult närvil, närv on ümbritsetud juhtivatest kudedest. Seetõttu anoodi all vool mitte ainult ei tungi närvi, vaid ka väljub sealt ümbritsevasse kudedesse, katoodi all aga ümberpöörduvalt. Tulemuseks on primaarsete, anoodi ja katoodi all vastasmärgiliste sekundaarsete e. füsioloogiliste elektroodide tekkimine. Voolu sisselülitamisel tekib erutus seetõttu kas primaarsel katoodil või füsioloogilisel katoodil, voolu katkestamisel aga primaarsel anoodil või füsioloogilisel anoodil (s.o. primaarse katoodi all). Et erutuse tekkimise kohta selgitada, muudetakse üks nahapinnale asetatavatest elektroodidest inaktiivseks, indiferentseks (suurem kontaktpind võrreldes aktiivse e. diferentse elektroodiga). Kuna erutuse tekkimise üle otsustatakse kontraktsooni tekkimise põhjal, siis räägitakse juhul, kui aktiivseks elektroodiks on katood, kontraktsoonist vooluahela sulgemisel kui katood-lülituskontraktsoonist (KIK), katkestamisel kui katood-katkestuskontraktsoonist (KKK). Viimasel juhul tekkis erutus katoodi all oleval füsioloogilisel anoodil. Kui aktiivne elektrood on anood, saadakse anood-lülitamiskontraktsoon (ALK), kus erutus tekib füsioloogilisel katoodil, või anood-katkestuskontraktsoon (AKK). Normaalselt on vastavate kontraktsoonide saamiseks vajalik läviärrituste tugevuste vahekorid (Walleri kontraktsoonivalemi) järgmine:  $KIK < ALK < AKK < KKK$ .

V a h e m d i d: kronaksimeeter, elektroodid, vatt, 1-3% line NaCl.

T õ õ k ä i k. Kontraktsioonivalem määratakse käsivarre või käelihasel. Aktiivne elektrood asetatakse lihase motoorsesse punkti (leitakse Erbi tabelist), inaktiivne sellest kõrgemale käsivarrele või õlavarrele. Täpsustatakse motoorse punkti asukoht. Antakse ärritusi mõõduka pinge juures (50-70 V) ja leitakse aktiivse elektroodi selline asukoht, mille puhul kontraktsioon on kõige tugevam. Edasi nullistatakse pinge ja määratakse kontraktsioonivalem pinget järk-järgult tõstes, voolu suunda muutes ja voolu sisse ning välja lülitades. Lähedes teoreetilistest alustest seletada tulemused.

## 12. Jõu-ajakõvera määramine konna m. gastroonemiusel.

V a h e n d i d: mittepolariseeruvad elektroodid, elektroodihoidjad, niiske kamber, kronaksimeeter, Ringeri lahus.

Katseloom konn.

T õ õ k ä i k. Valmistatakse konna tagajäseme reoskoopiline preparaadi ja niiskes kambris kinnitatakse preparaadi femur klemmi vahele, närv tõstetakse elektroodidele. Elektroodid on kronaksimeetriga ühendatud nii, et lihasele lähemal on katood. Kasutatakse 10000 šunti. Paremal asetsev lüliti on asendis "reobaza". Andes preparaadile alalisvooluärritusi määratakse voolu künnistugevus - reobaas - voltides. Järgnevalt asetatakse lüliti ümber asendisse "hronaksija" ning laetakse reguleeritava mahtuvusega kondensaatoreid reobaasilise pingega. Klahvlülitile vajutades antakse preparaadile ärritusi, mille kestus sõltub kasutatud kondensaatori mahtuvusest: antud šundi puhul on mahtuvusel  $1 \mu F$  ärrituse efektiivne kestus 4 ms. Määratakse minimaalne mahtuvus, mille puhul preparaadil saadakse märgatav kontraktsioon. Korrutades mahtuvuse  $F$ -tes 4-ga, saame aja millisekundaiks, mille kestel peab mõjuma reobaasiline ärritus, et esile kutsuda erutust. Seda aega nimetatakse kasulikuks ajaks.

Järgnevalt tõstame kondensaatori laadimiseks kasutatava voolu pinget 0,5 V kaupa ja määrame igale uuele pingele vasta-

va minimaalselt vajaliku mõjumisaja (mahtuvus x 4). Määramisi jätkatakse seni, kuni pinge tõstmine ei võimalda enam lühendada vajalikku ärrituse kestust. Tulemused protokollitakse tabelina ja joonistatakse graafik, märkides ordinaadile ärrituse tugevuse voltides ja abstsissile kestuse millisekundites.

Tulemustest selgub, milline seos valitseb ärrituse tugevuse ja erutuse saamiseks vajaliku kestuse vahel. Kuidas seletatakse seda sõltuvust? Millistel kaalutlustel määratakse ärrituse kestus just kahekordse reobaasilise ärritustugevuse jaoks?

### 13. Sensorse ja motoorse kronaksia määramine inimesel.

Motoorsete närvide ja lihaste kronaksia inimesel on 0,06-0,8 ms piirides. Käe painutajalihasete kronaksia (keskm. 0,08-0,16 ms) on suhtelises puhkeolukorras väiksem kui sirutajalihasel (keskm. 0,16-0,32 ms). L. Latmanizova andmetel on mõnede ülajäseme närvide ja lihaste keskmised kronaksia-väärtused (millisekundeis) järgmised:

n. radialis	0,36	m.abduct.poll.long.	0,58
n. ulnaris	0,36	m.ext.poll.long.	0,58
n. medianus	0,26	m.flex.carpi uln.	0,27
m. ext.carpi.rad			
long	0,24	m.adduct.poll.	0,24
m.ext.dig.comm.	0,58	m.flex.dig.comm.	0,22
		m. abduct.poll.brev.	0,58

Sensorsete närvi kiudude kronaksiaväärtused on üldiselt samas suurusjärgus kui vastavate närvide motoorsetel kiududel.

V a h e n d i d samad mis Walleri kontraktsioonivalemi määramisel.

T õ ö k ä i k. Määrame kronaksia mõnedel käsivarre ja käelihastel ja närvidel. Katse käik on algul analoogiline tööga nr.11 (kontraktsioonivalemi määramine). Kasutatakse šunti 10000Ω. Aktiivseks elektroodiks katood. Määratakse sensorse või motoorse efekti (vastavalt kas "voolutorge" või li-

hase kontraktsioon) saamiseks vajalik ärrituse künnistugevus (pinge voltides), s.o. sensoorne või motoorne kronaksia. Järgnevalt viiakse lüliti asendisse "hronaksija" ja leitakse ärritamisel kahereobaasilise vooluga künnisefekti saamiseks vajalik kondensaatori minimaalne mahtuvus. Viimane korrutatakse 4-ga, mis annab kronaksia väärtuse millisekundeis. Kronaksia määratakse mitmel eri lihasel ja eri isikutel. Mõnel lihasel määratakse kronaksia väärtus uuesti, pingutades samal ajal tahteliselt teise kätte vastavat lihast. Tulemused protokollitakse ja võrreldakse neid omavahel.

#### Küsimused.

1. Mis selgus katsetulemuste võrdlemisel?
2. Kuidas iseloomustavad reobaas ja kronaksia jõu-ajakõverat?
3. Millisel määral saab kronaksiat kasutada koe labiilsuse hindamisel ja mistõttu see on võimalik?

#### 14. Ärrituste sageduse ja tugevuse optimum ning pessimum.

V a h e n d i d: konna isohiadious-gastroonemius-preparaat, müograaf, stimulaator, kümograaf, juhtmete komplekt, Ringeri lahus, prepareerimisriistad.

T õ õ k ä i k. Preparaat asetatakse müograafile, mille elektrodid on ühendatud stimulaatori väljundiga.

Ärrituste sageduse optimumi ja pessimumi uurimiseks määratakse voolu tugevus, mis ärrituste sagedusel 60 impulssi sekundis annab tugeva tetaanilise kontraktsiooni. Ärritamine katkestatakse ja tõstetakse ärrituste sagedus 200 impulssini sekundis. Ärritamisel sellise sagedusega annab lihas alguses kõrge tetaanilise kontraktsiooni, mille amplituud aga peatselt kahaneb. Muutmata ärrituse tugevust väljendatakse järsult sagedust kuni 60 impulssini sekundis. Kontraktsiooni amplituud tõuseb. Suurendatakse uuesti sagedust - kontraktsiooni amplituud langeb.

Ärritustugevuse optimumi ja pessimumi jälgimiseks är-

ritatakse preparaadi närvi konstantse sagedusega 60 imp/sek. Ärrituse järkjärgulisel tugevdamisel nähakse, et kontraktsiooni amplituud esialgu kasvab, teatud, optimaalse ärritustugevuse ületamisel aga hakkab kahanema. Kui ärritust nüüd uuesti nõrgendada, suureneb kontraktsiooni amplituud jälle.

#### Küsimused.

1. Milles avaldub ärrituste sageduse ja tugevuse optimum ja pessimum konna närv-lihaspreparaadil?
2. Kuidas seletatakse ärrituste sageduse ja kuidas ärrituste tugevuse pessimumi tekkimist?

#### 15. Lihase elastsus ja plastilisus.

V a h e n d i d: konna m.gastrocnemius'e preparaat, müograaf, kümograaf, üks 50-g ja viis 10-g vihti, Ringeri lahus, prepeareerimisriistad.

T õ õ k ä i k. Lihastelt tuleva niidi kinnituskohal hakatakse kirjutikangile asetama 10-g vihte, pöörates iga vihi lisamise järel käega kümograafi 0,5-1 cm võrra edasi. Saadakse trepikujuline kõver, mille astmed on algul kõrgemad, hiljem madalamad. Kui koormus ulatub 50 g-ni, hakatakse vihte ükshaaval eemaldama, oodates iga kord 1-2 minutit, et lihas saaks lüheneda. Nüüd saadakse tõusev "trepp". Pärast kõigi vihtide eemaldamist võrreldakse lihase pikkust tema algpikkusega, ja kui need pole võrdsed, oodatakse ning märgitakse aeg, millal lihas saavutab esialgse pikkuse.

Järgnevalt tõstetakse kümograafitrumlit ülespoole ja käega trumlit pöörates kirjutatakse tahmapaberile lihase algpikkust näitav rõhtjoon. Trummel pööratakse tagasi ja lihast koormatakse 10-g vihiga. Kümograaf käivitatakse (aeglane käik) ja eemaldatakse viht. Jälgitakse, kuidas lihas omandab taas algpikkuse, ja määratakse selleks kuluv aeg. Trummel pööratakse tagasi, koormatakse lihast 50-g vihiga, käivitatakse kümograaf ja võimalikult samal momendil kui eelmine kord eemaldatakse ka nüüd raskus, registreeritakse lihase algpikkuse taastumine ja määratakse selleks kuluv aeg. Enne

tahmapaberi fikseerimist tehakse kõverate juurde vajalikud märkused.

### Küsimused.

1. Mida mõistetakse elastsuse, mida plastilisuse all ja kuidas nad avalduvad lihastel, milliste lihaskiu struktuuri elementidega nad on seotud?
2. Kuidas iseloomustas lihaste nimetatud omadusi käesolevat katset?

### 16. Lihase kontraktsiooni olenevus lihase venitatusest.

V a h e n d i d: konna ischiadious-gastrocnemius-preparaat, müograaf, kümograaf, induktor, akupatarei, lüliti, juhtmete komplekt, 10-g vihik, Ringeri lahus, prepareerimisriistad.

T õ õ k ä i k. Koostatakse vooluahel preparaadi ärritamiseks faraadilise vooluga. Leitakse voolu selline sagedus ja tugevus, mis annavad maksimaalse tetaanilise kontraktsiooni. Kirjutikangi alla pannakse tugi, mis ei lase lihasel koormamisel venitada. Lihast koormatakse 30-g raskusega. Leitakse tugevuse ja sagedusega ärritatakse lihast 1 s ja registreeritakse toelt tehtud tõste amplituud seisval kümograafil. Nüüd pööratakse trumlit edasi ja eemaldatakse tugi. Kui lihas saavutab uue pikkuse, pööratakse trumlit veel kord. Ärritatakse uuesti lihast.

Kuidas mõjustab kerge venitamine kontraktsiooni amplituudi, kui koormus jääb muutumatuks? Kuidas leiab täheldatud nähtus rakendamist inimese igapäevase elu tingimustes?

### 17. Lihase töö sõltuvus koormusest.

V a h e n d i d samad mis eelmises katses, lisaks veel 50-g vihte.

T õ õ k ä i k. Katse korraldus sama mis eelmises töös - kasutame sama preparaati. Ärritus sama mis eelmises katses (peab kogu katses olema ühesugune). Põõratakse trumlit 0,5 om edasi, antakse ärritus. 10 g kaupa suurendatakse koormust kuni 50 g-ni, kuni lihas ei suuda enam raskust tõsta. Koormuse iga tõstmise järel põõratakse trumlit edasi ja antakse ärritus. Kuna lihas venib, kaldub kirjutiti horisontaalsuunast allapoole, mistõttu tuleb aeg-ajalt tema asendit korrigeerida. Kõverale märgitakse iga kord tõstetava raskuse suurus. Pärast lindi fikseerimist mõõdetakse igale tõstele vastav kõvera tõusu amplituud (h), mis suhtub (sarnased kolmnurgad, teatud ligikaudsusega) tõste tegelikku kõrgusse (x) peaaegu nii nagu kirjutikangi pikkus (a) tema lõigu (b) pikkusesse, mis jääb lihase kinnituskoha ja kangi telje vahele.

$$\frac{x}{h} = \frac{b}{a}, \text{ kust } x = \frac{bh}{a}$$

Arvutatakse lihase poolt igal tõstel tehtud töö gcm-tes. Andmed kantakse tabelisse.

Jrk. nr.	Koormus g	Kontraktsiooni kõvera amplituud (h,cm)	Lihase tegelik lühenemine (x,cm)	Töö gcm	Märkusi
----------	-----------	--	----------------------------------	---------	---------

Tulemused võetakse kokku graafikuna, kus abstsissil on koormus g-des ja ordinaadil töö gcm-tes.

#### Küsimused.

1. Kuidas muutub kontraktsiooni amplituud koormuse suurenemisel?
2. Kuidas muutub lihase poolt tõstmisel tehtud töö hulk koormuse muutumisel? = 142 =

3. Millise raskuse puhul on tehtud töö hulk suurim?  
Millise "seadusena" seda tuntakse?
4. Mis on lihase absoluutne jõud? Kuidas seda määratakse?

18. Väsimuse arenemine neuromuskulaarses aparaadis.

V a h e n d i d: konna ischiadicus-gastrocnemius-preparaat, mittepolariseeruvad ja traatelektroodid, müograaf, kümograaf, induktor, rehord, 2 lüliti ja ristlüliti, 2 akupatareid, juhtmete komplekt, Ringeri lahus, prepareerimisriistad.

T ö ö k ä i k. Koostatakse 2 vooluringi. Müograafile kinnitatud preparaadi närvi alla asetatud mittepolariseeruvad elektroodid on preparaadi mõjustamiseks alalisvooluga, voolu tugevust reguleeritakse rehordi abil. Anood asetatakse võimalikult lähedale lihasele, katood võimalikult kaugemale. Induktorist saadavat faraadilist voolu saab ristlüliti abil suunata kas otse lihasele või närvi alla mittepolariseeruvate elektroodide vahelise lõigu keskohta asetatud traatelektroodidele.

Alalisvoolu sisse lülitamata leitakse faraadilise ärrituse selline tugevus, mis nii otseselt kui kaudselt annaks korraliku tetaanilise kontraktsiooni. Järgnevalt lülitatakse sisse alalisvool ja leitakse selline tugevus, kus erutuvuse langus anoodil ulatub erutuse juhtimise täieliku blokaadini. Voolud lülitatakse välja.

Närv on suhteliselt väsimatu. Lihast ärritatakse kaudselt 1 s vältel ja registreeritakse kontraktsioon. Ärritust katkestamata lülitatakse sisse erutuse lihasele levimist blokeeriv alalisvool. Kümograaf seisatakse ja jätkatakse ärritamist 2 min. vältel. Kümograaf käivitatakse uuesti ja alalisvool katkestatakse. Võrreldakse pärast blokaadi eemaldamist saadud kontraktsiooni amplituudi esialgsega.

Neuromuskulaarse sünapsi kiire väsimine. Jätkatakse katkestamatult närvi ärritamist, jälgitakse väsimuskõvera arengut. Täielikuks loetakse väsimust siis, kui lihas pärast är-

rituse lühiajalist katkestamist ei reageeri uuele ärritusele enam kontraktsiooni märgatava tugevnemisega. Määratakse aeg blokaadi eemaldamisest kuni täieliku väsimuse tekkeni.

Väsimus lihases. Ristkommutaatoriga suunatakse ärritusvool otse lihasele. Kontraktsiooni amplituud kasvab uuesti. (Mida see näitab?) Määratakse jälle aeg, mis kulub täieliku väsimuse kujunemiseks.

Küsimused.

1. Millises järjestuses areneb väsimus perifeerses neuromuskulaarses aparatis ja kuidas tõendavad seda käesoleva töö tulemused?
2. Kuidas seletada väsimuse tekkimist just eeltoodud järjestuses?

19. Ergograafia.

V a h e n d i d: Mosso ergograaf, kümograaf, 6- ja 3-kg kaaluvihid.

T ö ö k ä i k. Kümograaf pannakse lauale horisontaalasendisse ja trummel viiakse ergograafi kirjutiti vastu. Kümograaf varjatakse vaatlusaluse eest.

Uuritakse rütmi ja koormuse mõju väsimuse arenemisele. Töötamisel täieliku väsimuseni registreeritakse ergogrammide kahe erineva raskuse (3 ja 6 kg) puhul, mõlemaga töötatakse üks kord tempos 60 töstet minutis, teine kord 30 töstet minutis. Iga uuringu järel puhatakse 5 min. Fikseeritud kümogrammilt mõõdetakse töstete kõrgused, liidetakse, ja korrutades töstetud raskusega, arvutatakse täieliku väsimuse tekkimiseni tehtud tööde suurused. Määratakse aeg, mis kulub täieliku väsimiseni, ja tehtud töstete arv. Tulemused protokollitakse tabelina.

Raskus (kg)	Rütm (töset minutis)	Töstete arv	Aeg täieli- ku väsimuse tekkeni	Tehtud töö (kgm)	
				parema käega	vasema käega

Saadud tulemustest leitakse, millisel uuritud neljast varian- dist oli täieliku väsimuseni tehtud töö hulk suurem.

Aktiivse puhkuse (I.M.Setšenovi järgi) tähtsuse selgi- tamiseks töötab vaatlusalune tempos 60 töstet minutis kolmel korral täieliku väsimuseni. Puhkepauside keetus on 3 minutit. Esimesel puhkepausil istub vaatlusalune rahulikult, teise puh- kepausi ajal sooritab tösteid puhanud käega. Kõigi kolme tös- teteseeria puhul arvutatakse tehtud töö hulk. Võrreldakse pä- rast aktiivset ja pärast passiivset puhkust tehtud töö suu- rust esialgu tehtuga (mitu % moodustavad esialgsest tööst kui 100 %-st).

Verevarustuse osa lihaste töövõime taastumisel selgitav katse koosneb samuti kolmest tööst: rütmis 60 min., raskusega 3 kg, puhkepausi kestus 3 min. Esimese puhkepausi ajaks ase- tatakse töötava käe õlavarrele Riva-Rooci aparaadi mansett, milles rõhk hoitakse kõrgemal süstoolsest arteriaalsest rõhu- st (pulss a. radialis'el puudub). Kordustöö alguses eemaldatakse mansett. Teise puhkeperioodi ajal masseeritakse töötanud kätt; silutakse käsivart piki vere- ja lümfisoonte kulgu südame suu- nas, muljutakse ning klopitakse kergelt. Pärast puhkust kor- ratakse tööd täieliku väsimuseni. Mõõdetakse tehtud tööde suu- rused ja võrreldakse.

Järgnevas kolmest tööperioodist koosnevas vaatluses, kus koormus, rütm ja puhkepauside kestus on samad kui eelmises vaatluses, registreeritakse teine kordustöö kümograafil kõrvu- ti esimese kordustööga nii, et vaatlusalune saab vaadata kü- mograafile. Talle tehakse ülesandeks töötada kestvamalt kui eelmisel korral.

#### Küsimused.

1. Milline tähtsus on täieliku väsimuseni tehtud töö koguhulga juures tööliigutuste rütmil ja töstetaval koormusel?
2. Milles avaldub efekt aktiivse puhkuse puhul?
3. Milline tähtsus on lihase töövõime taastamiseks li- hase verevarustusel puhkeperioodi ajal? Milline on massaaži osa?

4. Kuidas mõjustab väsimuse saabumist kindla sihi olemasolu tõstatamisel? Millele see osutab?

20. Galvani I katse (kontraktsioon metalliga, 1786).

V a h e m d i d: konna tagajäseme reoskoopiline preparaat, klaaskonksuke, klaasplaat, Galvani hark, prepareerimisriistad.

T õ õ k ä i k. Preparaat asetatakse puhtale kuivale klaasplaadile, klaaskonksuga kergitatakse närvi ja puudutatakse seda bimetallhargiga. Jälgitakse reaktsiooni - millal tekib, milles avaldub? Mis on kontraktsiooni tekkimise põhjusks?

21. Galvani II katse (kontraktsioon metallita, 1794).

V a h e n d i d samad mis eelmises katses.

T õ õ k ä i k. Preparaadi kõrvale klaasplaadile asetatakse tugev reielihas, mis keskelt läbi lõigatud. Klaaskonksuga tõstetakse preparaadi närv ja heidetakse lihasele nii, et ta ühes kohas puudutab lihase vigastamata, teises vigastatud pinda.

Millisel momendil preparaadi lihas kontraheerub ja miks? Kuidas nimetas Galvani ärritavat faktorit?

22. Lihase vigastus- ehk demarkatsiooni- potentsiaalid.

V a h e n d i d: kapillaarelektromeeter, puuvillatahikeseaga mittepolariseeruvad elektroodid, elektroodihoidjad, konna, prepareerimisriistad, 0,3%-line, 0,65%-line (toatemperatuuril ja 4°C) ning 0,95%-line NaCl-lahus, 0,8%-line KCl-lahus, vannike keeva veega.

T õ õ k ä i k. Konnal purustatakse kesknärvisüsteem ja

ta asetatakse prepareerimislauale seljaga ülespoole. Lõigatakse lahti nahk säärel. Prepareeritakse vabaks m.gastrocnemius, hoidudes tema vigastamisest. Üks mittepolariseeruvatest elektroodidest viiakse lihasega kontakti Achilleuse kõõluse juures, teise tahike puudutab lihaskõhtu.

Kõigepealt uuritakse vigastamata lihast. Avatakse kapillaarelektromeetrit šunteeriv lüliti. Kui lihas on vigastamata, siis ei toimu Hg-nivoo nihkumist.

Teises vaatluses uuritakse t<sup>o</sup> mõju. Achilleuse kõõluse poolses osas niisutatakse lihast jaheda (4<sup>o</sup>C) 0,65%-lise NaCl-lahusega. Avatakse šunteeriv lüliti, määratakse potentsiaalide erinevuse suurus kahe erinevais tingimustes viibiva lihasepiirkonna vahel ja selgitatakse, kumb osutub negatiivselt laetuks.

Kolmandas vaatluses niisutatakse lihase Achilleuse kõõluse poolset otsa isotoonilise (0,8%) KCl-lahusega. Mõõdetakse potentsiaalide diferents ja tehakse kindlaks, milline piirkond on negatiivse laenguga. Seejärel niisutatakse lihast isotoonilise (0,65%) NaCl-lahusega kuni potentsiaalidiferentsi lakkamiseni.

Neljandas vaatluses jälgime osmootse rõhu mõju. Lihaskõhtu niisutame hüpotoonilise (0,3%), Achilleuse kõõluse lähedast piirkonda hüpertoonilise (0,95%) NaCl-lahusega. Teeme kindlaks, kumb piirkond on negatiivse laenguga ja kui suur on potentsiaalide diferents. Seejärel niisutatakse lihast kogu ulatuses isotoonilise (0,65%) NaCl-lahusega.

Vigastusvoolu mõõtmiseks tehakse lihase Achilleuse kõõluse poolsesse otsa sisselõige ja siinpoolne elektrood asetatakse vigastatud pinnale. Teine elektrood jääb vigastamata lihaskõhule. Avatakse šunteeriv lüliti ja määratakse, kumb piirkond on negatiivse laenguga, kui suur on potentsiaalide diferents.

Lõpuks asetatakse lihas korraks keevasse vette ja seejärel kontrollitakse, kas surnud lihas on veel suuteline genereerima bioelektrilisi potentsiaale.

Kuidas seletada potentsiaalidiferentside teket igal vaadeldud juhtudest?

### 23. Sokundaarne teetanus.

V a h e m d i d: klaasplaat, induktor, akupatarei induktor, lüliti, traatelektroodid koos hoidjaga, prepareerimisriistad. Katseloom kann.

T õ õ k ä i k. Koostatakse vooluahel ärritamiseks faraadilise vooluga. Valmistatakse kaks konna tagajäseme reoskoopilist preparaati ja asetatakse nad kuivale klaasplaadile nii, et nad ei puudutaks üksteist. Teise preparaadi n. ischiadious asetatakse esimese preparaadi m. gastrocnemius'ele piki lihaskiudude kulgu. Esimese preparaadi närv asetatakse elektrootidele ja ärritatakse teda nõrga faraadilise vooluga, mis tekitab esimese preparaadi lihastes tetaanilise kontraktsiooni - kontraheeruvad ka teise preparaadi lihased. Selleks et välja lülitada haruvoolude elektrootidelt teise preparaadi närvile levimise võimalus, võidakse esimese preparaadi närvi alla elektrootide ja lihase vahele asetada hästi maandatud metallplaat. Katset lõpetades võidakse esimese preparaadi närv tugevasti ligeerida, katkestades selliselt erutuse levimise võimalikkuse. Kui nüüd uuesti ärritatakse, siis vaatamata sellele, et elektrivoolu levimine esimese preparaadi närvis on endiselt võimalik, ei teki kontraktsiooni kummagi preparaadi lihastel.

#### Küsimused.

1. Mis on erutuse tekkimise põhjuseks teises preparaadis?
2. Kuidas iseloomustab teisel preparaadil kontraktsiooni tekkimine erutusprotsessi esimese preparaadi tetaanilisel kontraheerumisel?

24. Bifaasiliselt registreeritud aktsioonipotentsiaal ja närvitüvel registreeritud aktsioonipotentsiaali kompleksne iseloom.

V a h e m d i d: katoodostsillograaf, bioelektriliste potentsiaalide võimendaja, elektronstimulaator, ekraaneeritud kamber, niiske kamber, milles maandus-, ärritus- ja registreerimiselektroodid, juhe ostsillograafi sidestamiseks stimulaatoriga, konn, Ringeri lahus, prepareerimisriistad.

T õ õ k ä i k. Käivitatakse ostsillograaf, võimendaja ja stimulaator. Katoodkiire horisontaalkallutus vallandatakse sisemisest generaatorist, mille käivitusimpulsside sagedust on võimalik reguleerida. Sellelt generaatorilt antavate impulssidega toimub ka stimulaatori käivitamine. Selleks ühendatakse ostsillograafi sünkronisatsiooniväljund stimulaatori sünkronisatsioonisisendiga. Kui aparaadid soojenenud, reguleeritakse võimendust ostsillograafil ja bioelektriliste potentsiaalide võimendajal selliselt, et 1-mV kalibratsioonisignaali annaks ostsillograafi ekraanil 2-sentimeetrise amplituudiga kõvera.

Isoleeritakse võimalikult pikalt konna n. isohiadicus ja asetatakse niiskesse kambrisse elektroodidele. Ärritusvoolust põhjustatud artefakti vähendamiseks on ärritus- ja maanduselektroodide vahele paigutatud lai metallplaat-maanduselektrood.

Ärritusimpulsse tugevdatakse seni, kuni nad hakkavad esile kutsuma närvis aktsioonipotentsiaale (AP). Nüüd reguleeritakse ostsillograafi kiire horisontaalkallutuse kiirust ja kallutuste sagedust selliselt, et AP laius abstsissstelje suunas oleks 5-6 cm, ja tänu üksteisele järgnevate AP-de kujutiste kattumisele (ostsillograafi ekraani järelhelenduse tõttu) saadakse ekraanil enam-vähem püsiv kujutis AP-st. Jälgitakse, kuidas ja millistes piirides muutub AP amplituud ärrituse tugevuse tõstmisel. Määratakse bifaasilise AP amplituud (mV) mitmesugustel ärritustugevustel, kaasa arvatud maksimaalne amplituud: mõõdetakse ajavahemik ärritusartefaktist kuni AP alguseni ja tipp-potentsiaali tõusufaasi kestus. Protokollivihikus-

se joonestatakse bifaasilise AP kuju horisontaalkallutuse mitmesuguste kiiruste juures.

#### Küsimused.

1. Millest on tingitud AP bifaasilisus antud registreerimistingimustes?
2. Kuidas muutub närvitüvelts registreeritud AP amplituud ärrituse tugevdamisel? Miks ta muutub?

#### 25. Monofaasiliselt registreeritud aktsioonipotentsiaal.

V a h e n d i d samad mis eelmises katses.

T õ õ k ä i k. Katsekorraldus on sama mis eelmises katses. Pintsettidega pigistades purustatakse närvi ots kaugemal registreerimiselektroodil. Antakse uuesti tõusva tugevusega ärritusi nagu eelmises katses, kuni lakkab AP amplituudi edasine tugevnemine ärrituse tugevdamisel. Protokollivihikusse joonestatakse aktsioonipotentsiaal monofaasilisel kujul horisontaalkallutuste mitmesuguste kiiruste juures. Mõõdetakse AP tipp-potentsiaali maksimaalne amplituud (mV), määratakse AP peiteaja, tipp-potentsiaali tõusufaasi ja langusfaasi, võimaluse korral ka negatiivse järelpotentsiaali kestus.

#### Küsimused.

1. Millised on AP osad ja millised on nende ajalised ning amplituudilised vahekorrad?
2. Millest on põhjustatud AP üksikud faasid?
3. Miks muutub ärrituse tugevdamisel AP amplituud ja kui suures ulatuses?

#### 26. Summatsioon.

V a h e n d i d samad mis eelmises katses.

T õ õ k ä i k. Jälgitakse eelmist katset. Leitakse selline ärritustugevus, mille puhul närvilts registreeritakse minimaalne AP. Nüüd antakse ühe ärritusimpulsi asemel kaks impulsi intervalliga alla 1 ms. Jälgitakse AP amplituudi.

Vaatlust korratakse, suurendades impulsside arvu grupis 3,4 ja 5-ni.

Millest on põhjustatud AP amplituudi suurenemine ärritamisel rea üksteisele kiiresti järgnevate impulssidega?

## 27. Suhtelise ja absoluutse refraktaarperioodi määramine.

V a h e n d i d samad mis eelmises katses.

T 8 8 k ä i k. Jätkatakse eelmist katset. Leitakse ärrituse minimaalne tugevus, mille puhul AP saavutab maksimaalse amplituudi. Nüüd antakse preparaadile kaks ärritust üksteise järel. Intervalli ärrituse vahel vähendades leitakse kõige väiksem intervall, mille puhul AP saavutab maksimaalse amplituudi. Nüüd antakse preparaadile kaks ärritust üksteise järel. Intervalli ärrituse vahel vähendades leitakse kõige väiksem intervall, mille puhul teisele ärritusele saadava AP amplituud on veel võrdne esimesega.

Absoluutse refraktaarperioodi määramiseks vähendatakse edasiselt intervalli ärrituste vahel ja leitakse maksimaalne intervall, kus vaatamata ärrituse tugevuse tõstmisele ei saada AP-d vastuseks teisele ärritusele.

### Küsimused.

1. Miks AP amplituud hakkab kahanema teise ärrituse suhtes, kui ärritusi üksteisele lähendatakse?
2. Miks ei ole võimalik saada AP-d vastuseks teisele ärritusele, kui ärritusi lähendada teineteisele alla teatud intervalli?
3. Milliste närvikiudude suhteline ja absoluutne refraktaarperiood määratakse antud katsekorralduse puhul?

## 28. Labiilsus ja rütmi transformatsioon.

V a h e n d i d samad mis eelmises katses.

T õ õ k ä i k. Valitakse ärrituse seäline tugevus, kus AP saavutab maksimaalse amplituudi. Antakse ühe impulsi asemel kümnest impulsist koosnev grupp ärritusi. Impulsse üksteisele lähendades määratakse minimaalne intervall, kus veel vastuseks igale ärritusele tekib kõigis närvitüvesse kuuluvates kiududes erutusimpulss. Ärrituste sageduse edasisel tõstmisel pole närv enam suuteline kõigile ärritustele erutusprotsessiga reageerima ja saadakse ärrituste rütmi transformeerimine.

### Küsimused.

1. Mida mõistetakse labiilsuse all (Vvedenski järgi) ja millest oleneb labiilsuse määr?
2. Kui suur oli uuritud närvi labiilsus?
3. Mida kujutab endast rütmi transformatsioon, millistes tingimustes tekib, millistes ärrituste sageduse piirides esineb?

## 29. EMG ja selle registreerimine inimesel (nahapinnalt).

V a h e n d i d: elektroentsefalograaf (või elektrokardiograaf), metallplaat-elektroodid, käsidünamomeeter (või tennisepall), eeteralkohol, vatt, 1%-line NaCl-lahus.

T õ õ k ä i k. Uuritakse sõrmede painutajalihaste ja sirutajalihaste elektrilist aktiivsust käsidünamomeetri (tennisepalli) pigistamisel. Selleks kinnitatakse üks elektroodide paar käsivarrele painutajalihaste kohale. Nahk elektroodide all puhastatakse eeteralkooliga. Elektroodi alla asetatakse 1%-lise NaCl-lahusega niisutatud õhuke vatitups. Kaugus elektroodide vahel kummaski paaris 2 cm, üks elektroodidest asetatakse võimalikult vastava lihase innervatsioonipunkti, teine sellest kaugemale. (Mingil juhul ei tohi teine elektrood olla teisel pool innervatsioonipunkti!)

Vaatlusalusel palutakse pigistada dünamomeetrit mõõ-

dukalt. Registreeritakse EMG 10 e vältel. Antakse korraldus pigistada maksimaalse tugevusega, registreerida 10 s.

Väsimuse uurimiseks antakse korraldus säilitada võimalikult kaua maksimaalselt tugevat pigistust, registreeritakse iga 1/2 min. järel 5 s vältel EMG. Kui EMG amplituud märgatavalt kahaneb, antakse tahtelise mõjustuse selgitamiseks korraldus pigistada veel kord kõigest jõust. EMG-s tekkivad muutused demonstreerivad suuraju kõrgemate osade mõju.

Pärast 5-minutist puhkust lastakse vaatlusalusel teha rütmiliselt maksimaalse tugevusega pigistusi, iga pigistuse järel lihaseid võimalikult kiiresti ja võimalikult täielikult lõdvestades. Lastakse töötada kuni täieliku väsimuseni, jälgides muutusi EMG-s väsimuse arenemisel.

Saadud EMG-de analüüsimisel määratakse EMG suuremate lainete amplituud ning keskmine amplituud uuritud juhtudel. Määratakse suurte lainete sagedus ja üldsagedus (incl. suured lained). Tulemused protokollitakse vaatluste kaupa tabelina. Võrreldakse sirutaja- ja painutajalihaste elektrilist aktiivsust vaadeldud juhtudel.

#### Küsimused.

1. Millest sõltub nahapinnalt registreeritud EMG lainete amplituud ja sagedus?

## IX. R R T S E P T S I O O N

Organismile toimivate ärrituste vastuvõtmiseks ja esmaseks analüüsimiseks kohandunud retseptoorseid moodustisi leidub keha kõikides kudedes; eriti keeruliste retseptoorsete funktsioonide täitmiseks on kujunenud spetsiaalsed meeleeelundid, kus retseptorite talitluseks on loodud vastavate abi- ning kaitseaparaatide abil soodsamad tingimused.

Ärrituste esmasele analüüsile retseptorites järgneb ärrituste mõju ning tähenduse üksikasjalikum hindamine kesknärvisüsteemi vastavates piirkondades. Perifeersed retseptoorseid moodustised, nendelt lähtuvate närviimpulsside projektsioonialad kesknärvisüsteemis ning ühendavad närviteed moodustavad ühise funktsionaalse süsteemi - analüsaatori. Analüsaatori mõiste ja definitsiooni andis I.Pavlov.

Meeleeelundite retseptoorse aparadi talitluse objektiivsaks uurimiseks annavad võimaluse eeskätt elektrofüsioloogilised meetodid. Et need meetodid enamasti nõuavad vahetut juurdepääsu uuritavatele struktuuridele, siis saab neid kasutada põhiliselt üksnes loomadel akuutse katse tingimustes. Kaudselt saab retseptorite talitluse üle otsustada närvisüsteemi poolt juhivate reaktsioonide põhjal, mis tekivad vastusena teatud ärritustele.

Inimese retseptoorsete funktsioonide uurimisel on esikohal subjektiivne meetod - andmete küsimine uuritavalt isikult tema subjektiivse hinnangu näol.

## 1. Naha retseptoorsed funktsioonid.

Nahas paiknevad retseptoorsed moodustised võtavad vastu mehaanilisi ärritusi, sooja- ja külmaärritusi ning peale nende spetsiifilise toimega ärrituste veel valuärritusi, milleks võivad olla mistahes ärritused, kui nende toime on purustavat või kahjustavat laadi (torge, tugev surve, elektrilaeng, kudesid kahjustav keemiline mõju, väga madal või kõrge temperatuur jne.).

Võrreldes distantretseptoritega (nägemis-, kuulmis- ja haistmiselund) on naharetseptorite ülesanded suhteliselt piiratud: 1) anda andmeid vahetu, kontaktse mõjuga ohtude kohta, 2) üheskoos proprioretseptoritega võimaldada kompleksset kompimistaju, 3) anda täiendavaid andmeid keha asendi hindamiseks.

Naharetseptorite funktsioonide uurimine tuleb läbi viia nii, et katseisik ise ei näeks ärrituste andmist.

### 1) Erinevate nahapiirkondade taktiline tundlikkus.

Ärrituste andmiseks kasutatakse pulgakese külge kinnitatud jõhvi, 0,1-0,5 -grammiseid kaaluvihte, heliharki, tömpide otstega sirklit.

Jälgitakse ühesuguse tugevusega rõhu erinevat mõju käsivarrel, peopesal, sõrmeotstel, näonahal, kasutades kaaluvihte ja puudutamist jõhvi abil. Kirjeldada esilekutsutud aistingu intensiivsust ja kestust. Samades nahapiirkondades võrrelda vibratsioonitundlikkust võnkuma pandud helihargi abil.

Määratakse naha ruumiline künnis. Selleks puudutatakse nahka sirklitotste abil samaaegselt kahes punktis ja leitakse üksikute nahapiirkondade jaoks vähim kaugus, mille puhul katseisik õieti määras, kas puudutati kahe või ühe teravikuga (kontrolleks aeg-ajalt puudutada ainult ühe sirklitotsaga).

Hinnatakse puuteärrituste lokaliseerimise täpsust. Lastakse katseisikul otsida nahal koht, mida varem puudutati (näit. keemilise pliitsiga nii, et sinna jäi väike märk). Korratakse katset nii, et lastakse näidata teisel kehapoolel täpselt sümmeetriline punkt. Hinnata viga.

2) Naha temperatuuritundlikkus. Ärrituste andmiseks kasutatakse vaskpulgakesi, neid enne vastava temperatuuriga vees jahutades või soojendades (kuivatada enne kasutamist).

Vajutatakse 45°-ni soojendatud pulgakesega kergelt nahale mitmesugustes piirkondades, näit. sõrmeotstel, ninaotsal, kaelal (kaelusega kaetud piirkonnas). Võrreldakse aistinguid. Sama korratakse temperatuuride 30 ja 55° puhul. Põõrata tähelepanu aistingu sõltuvusele vastava nahapiirkonna temperatuurist.

Soojendada üht kätt 5 minutit 45-kraadise temperatuuriga vees, teist kätt samal ajal jahutada 10°-ses vees: seejärel asetada mõlemad 20°-se temperatuuriga vette. Tulemus?

3) Naha valutundlikkus. Puudutades teravaotsalise nõelaga kergelt nahka eri piirkondades, määrata valutundlikkuse erinevused näit. sõrmeotstel, käeseljal, huultel, põskede sisepinnal.

4) Retseptorite tihedus nahal. Märgitakse vastava templi abil 1-om<sup>2</sup> pind käeseljal. Adekvaatsete ärrituste kasutamisega (puudutamine harjasega, nõelatorge, temperatuurinärritused 10 ja 45°) leida sellel pinnal nn. puute-, valu-, sooja- ja külmapunktid, s.t. punktid, kus eriti selgesti on tunda ärrituste spetsiifiline toime. Punktid märkida vihkusse joonestatud ruudustikule (vastavalt nimetatud punktide paigutusele nahal).

5) Kompimistaju analüüs. Katseisikule pannakse üheks minutiks käe peopesale mingi ese, selle asetust aeg-ajalt mitmet viisi muutes. Katseisikul tuleb öelda, missuguseid eseme omadusi ta suutis hinnata (kätt ta seejuures ei tohi liigutada). Ühe minuti jooksul tavaliselt veel eset ära ei tunta. Seejärel antakse seesama ese katseisikule pihku ja lastakse seda kombelda. Määratakse eseme äratundmiseks vajalik aeg.

#### Küsimused.

1. Millega seletada naha ruumilise künnise erinevusi eri piirkondades?

2. Miks  $30^{\circ}$ -ne temperatuuriärritus mõnel juhul tekitab soojaaistingut, mõnikord külmaaistingut?
3. Missugustest aistingute liikidest moodustub kompromistaju?

## 2. Proprioretseptiivse tundlikkuse uurimine.

Proprioretseptorite adekvaatseteks ärritusteks on nii lihaste ja kõluste venitused kui ka lihaste aktiivne kontraktsioon.

Proprioretseptiivset tundlikkust saab hinnata liigutuste sooritamise täpsuse põhjal, samuti asendi ja tasakaalu hoidmise stabiilsuse alusel.

V a h e n d i d: pliiats, paber, joonlaud, kumograaf, kangkirjuti, 10-15 cm pikkune puust varras.

1) Liikumistaju uurimine. Katseisik istub valge paberiga kaetud laua ääres ja asetab käe paberile nii, et käsivarv toetuks kuni küünarnukini lauale. Käte antakse pliiats, mis otsaga peab toetuma vastu paberit. Seejärel suleb katseisik silmad ja eksperimentaator muudab tema käsivarre asendit teatava nurga võrra (küünarnukk jääb kohale) ning toob uuesti lähteasendisse tagasi (pliiatsi joon paberil märgib liikumise ulatuse). Järgnevalt on katseisikul ülesandeks sama liigutust võimalikult täpselt korrata. Vea suurust mõõdetakse paberilt pliiatsimärkide põhjal. Katset korratakse teise käega.

2) Käe asendi proprioretseptiivne kontroll. Katseisikule antakse käte varras, mis on ühendatud niidi abil kangkirjutiga, käe liikumine registreeritakse kumograafi paberile. Katseisikul on ülesandeks hoida varrast liikumatult ühel kõrgusel, ilma et ta silma abil kontrolliks varda või käe asendit. Mida stabiilsem on lihastoonus, seda väiksem on käe kõrvalekaldumine lähteasendist ning seda vähem laineid esineb registreeritud kõveral.

Katset korrata pärast käelihaste tugevat väsitamist.

### Küsimused.

1. Missugused erinevused on parema ja vasaku käe lii-

- gutuste propriotseptiivse kontrolli täpsuses?
2. Missugused individuaalsed erinevused on käe liigutuste ja asendi hoidmise stabiilsuses?

### 3. Kemoretseptorite uurimine.

Väliskeskkonna keemilisi ärritusi analüüsivaid retseptoreid - maitsmis- ja haistmiselundit - iseloomustab kiire adaptatsioon ning analüüsivõime suur diapasoon. Sisekeskkonnas paiknevatele kemoretseptoritele on omane kitsas spetsialiseerumine teatavate ärrituste toimele (näit. kemoretseptorid veresoonkonnas); ühtlasi on nad väga stabiilse tundlikkusega - adaptatsiooninähtused on minimaalsed.

Kemoretseptorite uurimisel tingimata kõrvaldada eelmise ärrituse mõju jäljed ning jälgida, et uuritava aine kontakt retseptoorse pinnaga oleks igas katses ühesugune. Ärrituste kordamisel tuleb silmas pidada adaptatsioonivõimalust.

#### 1) Maitseretseptorite ärrituskunnise määramine NaCl jaoks.

V a h e n d i d : klaas leiget vett, statiiv 10 katseklaasiga, mõõtepipett, 1%-line keedusoolalahus.

Valmistada NaCl 1%-lisest lahusest katseklaasidesse lahjendused 1:2, 1:4, 1:8 jne. kuni 1:2<sup>10</sup> (ehk 1:1024≈1:1000).

Ärrituskunnise leidmiseks võetakse suhu ühesugune kogus lahust, alata madalamatest kontsentratsioonidest ja iga kord vahepeal suud loputada leige veega.

#### 2) Maitsmisväljade lokalisatsioon keelel.

V a h e n d i d : klaas leiget vett, klaaspulgad, 5%-line glükoosilahus. 1%-line NaCl-lahus, 0,1%-line viinhappelahus, 0,01%-line kiniinilahus.

Vaatlusalune hoiab keele suust väljas. Klaaspulga abil pannakse ülalnimetatud lahuseid keele eri piirkonda. Vaatlusalune ei või suud sulgeda, vaid kirjutab paberile, mis maitseta antud piirkonnas tundis või ei tundnud. Pärast iga proovi loputatakse suu veega.

Tõs lõpul koostatakse keele maitseväljade topograafiline kaart.

### 3) Maitsemis- ja haistmisanalüsaatorite koostöö uurimine.

V a h e n d i d: kandikule asetatud ja tassidega kaetud aed- ja juurvilja tükikesed (näit. porgand, kaalikas, sibul, kartul, õun jne.) näpits nina sulgemiseks.

Vaatlusalusel kaetakse rätikuga silmad ja lastakse nina tugevasti sulgeda; seejärel pannakse talle keelele tükike mõnda toiduainet ja lastakse seda määrata alguses suletud ninna puhul ning siis uuesti pärast ninaklemmi äravõtmist.

4) Olfaktomeetria. Lenduvate ainete viimine doseeritava kontsentratsioonis ja koguses kuni ninakoopa sügavuses paikneva regio olfactoria'ni on tehniliselt raske ülesanne. Tuleb silmas pidada, et kiirel sissehingamisel (nuusutamisel) suunatakse õhuvool üles vastu haistmispiirkonna limaskestast, aeglasel hingamisel liigub õhk aga otseteed tahapoole ja lõhnaained jõuavad haistmiselundini üksnes difusiooni teel. Kuna sissehingamise kiirust on olfaktomeetriliste määramiste puhul raske täpselt ühtlaseks viia, siis on katseandmete kõikumine paratamatu.

V a h e n d i d: pealt korgiga suletud pudel, korgist on läbi viidud 2 toru, üks neist on ühenduses süstlaga, teise otsa on kolmikkraani ja kummivoolikute abil ühendatud kaks klaasoliivi (ninasõõrmetesse paigutamiseks); mõõdetud kogus mõnda lenduvat ainet.

Vaatlusalune asetab olfaktomeetri oliivid ninasõõrmetesse ja hingab läbi suu; süstla abil viiakse kindel kogus õhku pudelisse, mis surub teise toru kaudu lenduvat ainet sisaldava õhu vaatlusaluse ninakoopasse. Samal ajal antakse vaatlusalusele korraldus nina kaudu sisse hingata (kuna oliivid ei täida tervet ninasõõret, siis tuleb sissehingamisel lisaks välisõhku, mis annab võimaluse ka väikest kogust lõhnaainet sisse tõmmata kuni haistmisepiteelini).

Ärrituskünnisena märgitakse minimaalne pudelist väljasurutud õhuhulk, mis tekitab vastava lõhnaaistingu.

Seejärel viia ninna terve süstlatäis lõhnaainet sisaldavat õhku ja võrrelda lõhnaaistingut õhu liikumise ajal ninakoopas ja õhuvoolu peatamise järel.

#### Küsimused.

1. Missugused on individuaalsed erinevused haistmisretseptori ärrituskünnistes?
2. Kuidas muutub haletmisaisting, kui õhu liikumine ninakoopas peatada?

#### 4. Nägemisfunktsiooni uurimine.

Silmas asuvad kõrge tundlikkusega kiirgusretseptorid, mis on kohandunud härmiselt keerulise analüüsi teostamiseks elektromagnetiliste lainete kitsas sagedusribas - 400-800 nm. Vahetult analüüsitavateks suurusteks on valguse intensiivsus, kiirte lainepikkus ja nende silma langemise nurk. Silm hindab nende andmete põhjal tervet rida omadusi ümbruse esemetel: kuju, suurust, kaugust ja liikuvust, piiritleb teravalt kontuure, eristab liikuvaid punkte liikumatute hulgast jne. Olu-lisi lisaandmeid selleks analüüsiks annavad silma sisemiste ja väliste lihaste proprioretseptorid.

#### 1) Silma vaatevälja suuruse määramine (perimeetria).

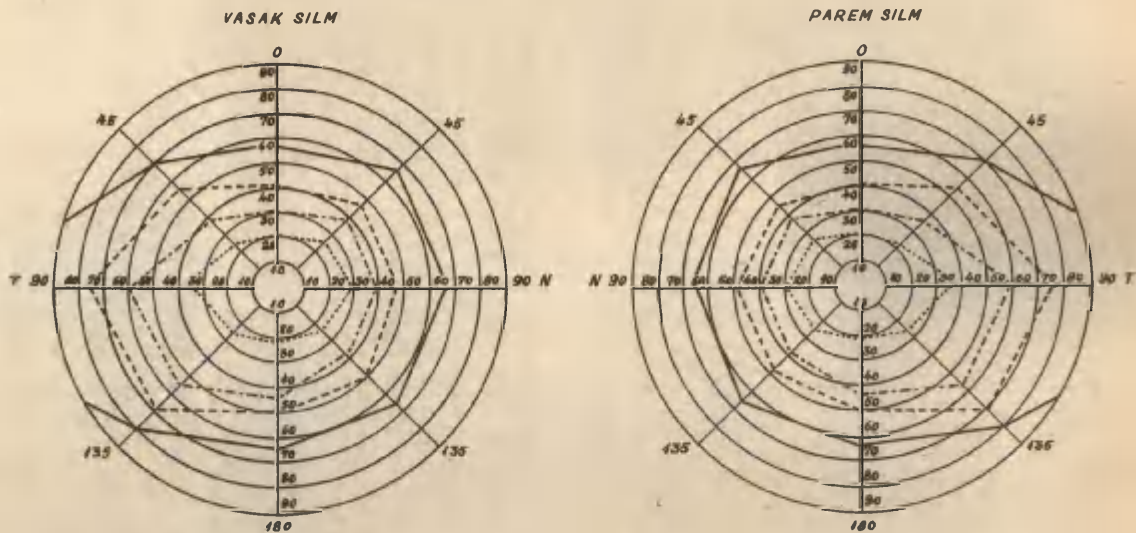
V a h e n d i d: perimeeter, värvilised paberid.

Perimeeter tuleb vaatluste tegemiseks asetada nii, et metallkaar oleks ühtlaselt ja küllalt hästi valgustatud. Vaatlusalune istub perimeetri ette, toetab lõua alusele, seades viimase kõrguse enesele sobivaks, nii et uuritav silm parajasti asuks perimeetri metallkaare tsentris. Teine silm sulgeda. Perimeetri kelgule kinnitada alguses valge paberileheke. Kelk viia metallkaare kõige kaugemasse seis, seejärel tuua järk-järgult lähemale tsentrile. Katseisik peab kogu aeg silmaga fikseerima kaare tsentris asuvat täpikest ning seejuures kohe teatama, kui tsentrile liginev kelk koos paberilehega muutub nähtavaks. Vastava punkti asukoha määramiseks leitakse nurk kaarekraadides silma optilise telje suhtes (loetakse kaarele märgitud skaalalt) ja kaarenurk vertikaaltelje suhtes.

Vaatlusi tuleb teha vähemalt 8 eri suunas (vahe  $45^{\circ}$ ). Iga punkti leidmiseks korratakse katseid, kuni saadakse enam-vähem samasugused tulemused.

## NÄGEMISVÄLJA PIIRIDE MÄÄRAMISE SKEEM

NÄGEMISVÄLJA PIIR VALGELE (—), SINISELE (----), PUNASELE (-·-·-·-) JA ROHELISELE (·····) VÄRVUSELE.



T - NÄGEMISVÄLJA TEMPORAALNE POOL, N - NÄGEMISVÄLJA NASAALNE POOL.

Sama määramine viia läbi värviliste (violetse, punase, rohelise) paberitega. Vaatevälja suurst värvide suhtes tuleb mõõta selle põhjal, kui tuntakse ära värvitoon, mitte aga kelgu nägemisel.

Andmed protokollida järgmise tabeli kujul.

Värvus	Nurk vertikaal- telje suhtes	0°	45° t	90° t	135° t	180°	45° n	90° n	135° n
Valge									
Violetne									
Punane									
Roheline									

Saadud andmete põhjal koostatakse graafik, tähistades vastavad nurgad kontsentriiliste ringide ja radiaarsete joonte abil. Vaatevälja suurus märgitakse iga värvuse jaoks eraldi.

## 2) Leida pimetähni asukoht vaateväljas.

Pimetähni asukoha leidmiseks võib kasutada kas perimeetri kelgus mustale paberile kleebitud väikest valget paberitükki, kepi otsa kinnitatud ning taskulambi patareiga ühendatud väikest hõõguvat elektripirni või mõnd teist helendavat liigutatavat valgustäppi vaateväljas. Otsimist tuleb alustada umbes 10-20° vaatevälja tsentrist temporaalses suunas. Graafikule märgitakse pimetähni asukoht ja ligikaudne suurus.

## Küsimused.

1. Missugune on vaatevälja kuju ja ulatus kromaatilise ning akromaatilise nägemise jaoks?
2. Missugustele värvustele on vaateväli kitsam, missugustele laiem?
3. Kus asub pimetähni vaateväljas ja kui suure osa vaateväljast ta võtab enese alla (kraadides)?

### 3) Nägemisteravuse määramine.

**V a h e n d i :** tabel nägemisteravuse määramiseks, mõõdulint.

Nägemisteravuse all mõeldakse optilise analüsaatori ruumilist künnist. Ruumilise künnise suurust tähistatakse kas kahelt eraldi nähtavalt punktilt silma saabuvate valguskiirte vahelise nurga abil või nii, nagu tavaliselt on kasutusel, teatud kokkuleppelistes ühikutes. Normaalsel nägemisteravust tähistatakse tinglikult arvuga 1,0 ja sellele vastab vähim nurk kahe eraldi nähtava punkti vahel 50 kaaresekundit (50") ehk ümardatuna 1 kaareminut (1').

Tegelikul määramisel kasutatakse tabeleid teatud arvude, tähtede või geomeetriliste kujunditega, mille suurus igas reas on erinev. Tabelist ettenähtud kaugusele paigutatud vaatlusalune loeb (ühe silmaga, teine sulgeda!) talle näidatud arve või tähti. Ilma vigadeta loetud kõige väiksemate kujunditega rida on aluseks nägemisteravuse hindamisel. Igale reale on märgitud kaugus, kust normaalse nägemisteravusega inimene seda rida loeks (näit. alt üles 5,0, 5,55, 6,25 m jne. kõige ülemise rea puhul 50 m), ning tinglik nägemisteravust tähistav number (näit. alt alates 1,0, 0,9, 0,8, viimane rida ülal 0,1). Kui näiteks uuritav isik näeb õieti alt 3. rea tähti, millel on juures kaugus normaalse nägemise jaoks 6,25 m, siis nägemisteravus oleks tal  $\frac{5}{6,25} = 0,8$  (see arv ongi vasta-va rea juurde märgitud). Seega nägemisteravust märkiv arv näitab suhet normaalse nägemisteravusega silma jaoks vajaliku kauguse ja antud isiku vastava silma jaoks vajaliku kauguse vahel. Kui vaatlusalune näeb ka kõige väiksemate kujunditega rida kaugemalt kui ettenähtud 5 m, siis on ta nägemisteravus vastavalt suurem. Näiteks 6 m kauguselt kõige alumise rea (norm. 5 m) nägemise korral on nägemisteravus  $6:5=1,2$ .

Määramise läbiviimisel peab tabel olema hästi ja ühtlaselt valgustatud.

Prillikandjatel määrata nägemisteravus prillideta ja prillidega.

#### 4) Värvipimeduse uurimine.

Värvuste eristamise võime täielikku puudumist esineb harva. Sagedamini võib esineda puudulikku värvitaju, eriti rohelise-punase eristamise osas. Värvipimeduse kindlakstegemiseks kasutatakse spetsiaalseid tabelleid, millel erinevat värvust laigukeste abil on kujundatud arve, tähti jm.

#### 5) Värvuste optiline segamine.

Erineva lainepikkusega valguse üheaegse mõju tulemuseks võib olla mingile vahepealsele lainepikkusele vastav värviaisting või värvitu valguse (valge, hallika tooni) aisting, värvuste optiliseks segamiseks on mitmeid võimalusi: värviliste või mustvalgete sektoritega tiirlev ketas (Maxwelli ketas), erinevad optilised filtrid (värvilised klaasid) kas ühe või mõlema silma ees, kahest projektorist läbi optiliste filtrite ekraanile suunatud värvilised valguslaigud jne. Kõigi vaatluste puhul sõltub tulemuste ilmekus sellest, kuidas puhta spektraalse koostisega on silmale mõjuvad valgusärritused, s.t. kui selektiivsed on kasutatavad filtrid ja kui puhtad on värvid pöörlevale kettale kleebitud paberitel.

V a h e n d i d: Maxwelli ketas, komplekt optilisi filtreid, kaks projektorit, ekraan.

Pool Maxwelli ketast kaetakse punase, teine pool sinakasroheline paberiga ning pannakse kiiresti pöörlema. Kirjeldada tekkivat optilist taju. Võetakse samade värvuste jaoks optilised filtrid ja asetatakse kohakuti ühe silma ette. Missugune on tulemus? Järgnevalt pannakse samadest filtritest üks parema, teine vasaku silma ette ja vaadatakse läbi nende. Kirjeldada tekkivat valgustaju.

Optilisi filtreid saab kasutada ka projektorist ekraanile suunatavale valgusele värvuse andmiseks ning värvuste optiliseks segamiseks. Missugused on tulemused, kui mingi täiendvärvide paari filtrid panna koos ühe projektori ette. Missugused on tulemused siis, kui samad filtrid panna eraldi, üks kummagi projektori ette, ja nende valgus juhtida ekraanil samasse kohta?

### Küsimused.

1. Kuidas leida täiendvärvide paare?
2. Missugused on erinevused, kui segada optiliselt mõnda täiendvärvide paari ja kui mehaaniliselt segada samade värvitoonidega kattevärve?
3. Missugust ülesannet täidab nägemisanalüsaatori tsentraalne osa värvuste hindamisel?

### 6) Kontrastinähtused.

Silm analüüsib valgusärritusi teisiti kui fotoaparaat või teised optilised instrumendid: retseptoorised rakud silma võrkkestas moodustavad omavahel tihedasti seotud ja keerulistes vastastikustes suhetes oleva süsteemi. Silm eristab hästi kontuure, tabab väiksegi erinevuse või muutuse vaadeldavate objektide heleduses või värvitoonis. Selle võime aluseks on omadus suurendada nägemistajude kontrastsust lähestikku paiknevatele ja erineva heleduse ning värvusega vaatevälja osadelt ja samast vaatevälja piirkonnast, kui sellele mõjuv valgus muutub kas heleduse või värvuse poolest.

#### a) Järelkontrast.

V a h e n d i d: papptahvlid, mis on kaetud musta, valge või värvilise paberiga ning mille keskel on erinevas värvitoonis või erineva heledusega ruut, ühtlast halli tooni papptahvel.

Vaadatakse vähemalt paarkümmend sekundit värvilisel pinnal asuva teist värvi ruudu keskele. Seejärel vaadatakse hallile papptahvlile. Mõne sekundi pärast ilmub vaateväljas nähtavale laik, mis liigub kaasa silmade vaate suunamisega. Kirjeldada selle laigu värvust. Jälgida, kui kaua püsib see järelkontrast.

Korrata katset musta ja valge papptahvliga, millel on vastavalt valge ja must ruut keskel.

#### b) Samasegune e. simultaanne kontrast.

V a h e n d i d: papptahvel, kaetud värvilise, valge või musta paberiga, iga tahvli keskel hall ketas.

Vaadatakse tahvleid kaugelt. Kirjeldada, missugune vär-

vitoon tundub olevat tahvli keskel asuval laigul.

Küsimused.

1. Missugused individuaalsed erinevused esinevad järelkontrasti kestuses?
  2. Missugune närvikeskuste-vaheliste suhete vorm on aluseks kontrastinähtustele?
- c) Irradiatsiooninähtused.

Närvisüsteemi üldine seaduspärasus, et tugevam ärritus tekitab kesknärvisüsteemis erutuse irradiatsiooni, maksab ka nägemisanalüsaatori kohta.

V a h e n d i d: papptahvel, millele on kleebitud kaks ühesuguse diameetriga ketast, must ketas valgele foonile, valge ketas mustale foonile.

Kumb ketas tundub olevat suurem? Miks?

d) Optilise ärrituse järelmõju kestuse määramine.

Valgusärrituse toime lakkamisel kestab sama nägemistaju veel kolm-nelikümmend millisekundit. Kui järgmine ärritus ilmub enne selle ajavahemiku möödumist, siis liituvad nägemistajud.

V a h e n d i d: foto-fonostimulaator.

Lülitada stimulaator tööle optiliste korduvate impulsidega, alata sagedusega 1 Hz, tõsta järjest kuni 30-40 Hz-ni. Määrata sagedus, mille puhul vilkuva valguse asemel näeme ekraani pidevalt valgustatuna.

Küsimused.

1. Missugused on individuaalsed erinevused valgusimpulside liitumise kriitilises sageduses?
2. Missugune peab olema kinoekraanil kaadrite vaheldumise kiirus?

7) Stereoskoopilise efekti uurimine.

Nägemisanalüsaatori võimet esemete ruumilise paigutuse ja kauguse hindamiseks kahe silma abil nimetame stereoskoopiliseks nägemiseks. Stereoskoopilise nägemise aluseks on ajukoos toimuvad analüüsi-süntheesi protsessid, mille abil eristatakse kummassegi silma langevate kujutiste sarnased ja erinevad detailid. Silmade akomodatsioonimehhanismi tõttu saame

terava ning mõlemas silmas võrkkesta korrespondeerivatele punktidele langeva kujutise ainult teatud kindlast kaugusest. Sellest lähemal ja kaugemal asuvad esemed annavad vähem terava ning võrkkestal mittekorrespondeerivatele punktidele langevad kujutised. Viimaste omaduste põhjal eristab silm lähemaid ja kaugemaid esemeid.

Stereoskoop (nii nagu ka stereokino) kasutab silma ülal kirjeldatud võimet selleks, et anda tasapinnalistest kujutustest ruumilist illusiooni.

V a h e n d i d: stereoskoop, stereoskoopilised pildid.

Peale stereoskoobi tundmaõppimise ja pildiseeria vaatlemise teha mõningad analüüsivad katsed stereoskoopilise nägemise mehhanismide kohta.

a) Vajutada kergelt ühele silmale (läbi lau), nii et selle optiline telg pisut nihkuks. Kuidas muutub nägemistaju?

b) Vaadelda mingit 4-5 meetri kaugusel asuvat hästi eraldatavat eset, samal ajal hoida väljasirutatud käega pliiatsit vaadeldava eseme kohal. Jätkates kaugema eseme vaatlemist, kirjeldada topeltkujutisi, mis tekivad lähemast esemest. Sulgeda parem silm ja jälgida, kummapoolne kujutis kaob, sama korrata vasaku silmaga.

Vaatlusi jätkates hoida käsi pliiatsiga endisel kohal, fikseerida vaade pliiatsile. Kumb kujutistest kaob nüüd parema ja vasaku silma sulgemisel?

#### Küsimused.

1. Mis ülesanne on stereoskoobis prismadel?
2. Miks on stereokinos kaks projektorit?
3. Kas saab ühe silma abil kaugust hinnata? Missugused on selleks võimalused?

## 5. Kuulmisfunktsiooni uurimine.

a) Heli allika lokaliseerimine ruumis. Heli allika asupaika hinnatakse kuulmise põhjal, kui saadakse võrdselt kasutada mõlemat kõrva ning kui mõlemal kõrval on helide vastuvõtuks võrdsed tingimused. Järgnevas katses muudetakse neid tingimusi ja jälgitakse tekkivaid vigu heli allika asupaiga määramisel.

V a h e n d i d: kaks erineva pikkusega otsast lehitraotiliselt laienevat toru (pikkuse vahe 15 cm).

Katseisik asetab erineva pikkusega torud kõrvadele (lai lehitraotiline ots tihedalt vastu pead) ja suleb silmad. Ümbrusest antakse mitmest suunast helisignaale. Katseisiku ülesandeks on käega näidata, kust tema arvates heli tuleb.

### Küsimused.

1. Missugusest suunast tulevaid helisid määrab katseisik õieti? Miks?
2. Missugustest suundadest saabuvate helide puhul eksib katseisik rohkem? Millega seda seletada?

## X. K E S K N Ä R V I S Ü S T E E M

Kesknärvisüsteemi füsioloogiline talitus avaldub reflektorsetes aktides. Refleksi all mõistetakse organismi reaktsioone, mis teostuvad kesknärvisüsteemi kaudu vastusena ekstero- või interoretseptorite ärritamisele. Ärritus ja sellele järgnev tegevus on seotud nagu põhjus tagajärjega. Reflektorses tegevuses eristatakse sünnipäraseid - tingimatuid ja omandatud - tingitud reflekse. Esimesel juhul on närviühendused retseptori ja efektori vahel valmis juba sünnimomendiks, teisel juhul kujunevad välja alles postnataalselt. Refleksi printsiibil toimub vastastikune mõjustus elundite ja elundsüsteemide vahel ning kujunevad seosed organismi ja ümbuskonna vahel. Seega kindlustab kesknärvisüsteem organismi kui terviku olemasolu ja organismi kohastumise muutuvas keskkonnas.

Reflektorse tegevuse põhiliste seaduspärasuste tundmaõppimiseks on klassikaliseks objektiks spinaalkonn ehk seljaajukonn, s. t. konn, kellel kõrgemad ajuosad on eemaldatud. Reflektorset tegevust uuritakse ka kõrgemal loomal pärast mitmesugusel kõrgusel teostatud lõikeid kesknärvisüsteemis, kas kohe või pärast operatsioonist paranemist. Mitmeid reflekse uuritakse intaktsel loomal. Tingitud refleksi kujunemise seaduspärasusi uuritakse põhiliselt tervel või operatsioonijärgselt tervistunud katseloomal. Reflektorset tegevust uuritakse ka inimesel (vaatlustes).

## 1. Seljaaju refleksid ja nende retseptiivsed väljad.

V a h e n d i d: statiiv klemmiga, prepareerimisnõel, kork, induktor koos ärrituselektroodidega, lüliti, lahjendatud väähelhape (1/75n, 1/50n, 1/25n, 1/10n, 1/5n & 50 ml), väikesed klaasid ( 50-100 ml), 0,5-liitrine klaasnõu, pintsetid, käärid, stopper, filterpaber, vatt.

Katseloom konn (spinaalkonn).

T ö ö k ä i k. Konn dekapiteerida või eemaldada peaaju (lääbipuurimisel). Oodata 2-3 min. šokiseisundi möödumist, seejärel riputada konn statiivile vabalt rippuma.

Reflektorseid liigutusakte saadakse teatud nahapiirkonna ärritamisel kas mehaaniliselt, keemiliselt või elekt-riliselt. Nahapiirkonnad, mille ärritamisel saadakse teatud liigutusvastus, on selle refleksi retseptiivseks valjaks. Sõltuvalt ärritustugevusest saadakse ühe ning sama piirkonna ärritamisel erineva ulatusega liigutusi.

### 1) Mehaaniline ärritus.

Näpistada tagajala varbaid pintsetiga, jälgida liigutuse iseloomu ja ulatust sõltuvalt vajutuse tugevusest.

### 2) Keemiline ärritus.

Asetada väähelhappelahuses niisutatud filterpaberi tükike reie välispinnale. Määrata aeg reaktsiooni ilmumise-ni, jälgida reaktsiooni iseloomu ja ulatust. Loputada hape, kastes konna vette. 3-5 min. järel korrata katset tugevama happega, jälgida vastuse saabumise aega ja iseloomu. Loputa-da konnalt hape veega.

Seejärel asetada väähelhappelahuses niisutatud filter-paberi tükike selja külgmisele pinnale ja teha vaatlused. Iga ärrituse järel loputada hape veega.

Järgnevalt valada erineva kontsentratsiooniga väähel-happelahuseid väikestesse klaasidesse nii palju, et vedelik võiks vabalt katta konna labajala. Võetakse klaasike kõige nõrgema happega ja tõstetakse ettevaatlikult üles, nii et statiivil rippuva konna üks tagajäse ulatuks kuni labajalani

happesse. Jälgitakse aega vastuse ilmumiseni, seejärel loputatakse hape; 3-5 min. järel kasutatakse ärritajana tugevamat hapet.

Vaatluste tulemused protokollida, joonistada konna skeemile painutus- ja pühkimisrefleksi retseptiivsed väljad.

Küsimused.

1. Milles seisneb retseptiivse välja suhteline püsivus?
2. Millist osa etendab reflektorses reaktsioonis ärrituse tugevus?
3. Millise ulatusega võib olla reflektorne vastus retseptiivse välja ärritamisel?

2. Refleksiaja määramine Türki järgi.

V a h e n d i d: statiiv klemmiga, kork, lahjendatud väävelhape (vt. eelmine töö), stopper või metronoom, prepareerimisriistad, vatt, 1/2-liitrine klaasnõu.

Katseloom konn (spinaalkonn).

T ö ö k ä i k. Spinaalkonn kinnitada statiivile. Labajalg asetada 1/75n väävelhappelahusesse, stopperiga määrata aeg painutusrefleksi ilmumisel. Seejärel hape loputada. Korrata katsed 2-3 -minutiste vaheaegade järel 3 korda. Samal viisil määrata refleksiajad ka tugevamate happekonsentratsioonidega. Märkida ajad tabelisse, arvutada kolme määramise keskmised ajad.

Ärrituse tugevus (väävelhappe konts.)	Refleksiaja sek.			
	Vaatlused			
	I	II	III	Keskmine

Küsimused.

1. Painutusrefleksi latentsusperioodi mõiste; milleks kulub see aeg?  
Milline suhe on ärritustugevuse ja latentsusperioodi kestuse vahel?

2. Kuidas sõltub refleksiaeg ärritustugevusest ja millega seda seletada?
3. Kui palju aega refleksi üldajast kulub erutuse levikuks perifeersetes närvikiududes, arvestades keskmiseks erutuse leviku kiiruseks 30 meetrit sekundis?

### 3. Refleksikaare analüüs.

V a h e n d i d samad mis eelmises töös.

T ö ö k ä i k. Määrata painutusrefleks spinaalkonnal kummagi labajala mehaanilise ja keemilise ärrituse suhtes. Protokollida vaatluste tulemused. Lõigata ühel tagajäsemel ülalpool põlveliigest nahk ümberringi läbi ja tõmmata ära. Ärritada endisel viisil jalalaba ja jälgida muutusi reflektorsetes aktides. Selgitada põhjused. Seejärel prepareerida teisel jäsemel reie piirkonnas n. ischiadicus mõne cm ulatuses, tõsta närv ettevaatlikult üles ja asetada närvi alla novokaiinilahuses niisutatud vatitups. 2-3 min. möödudes kontrollida jalalaba ärrituvust pintsetiga vajutamisel või happe kasutamisel. Järgnevalt kontrollida reaktsioone minutiste vaheaegade ja jälgida, millise aja järel reflektorset vastust enam ei saada. Seejärel ärritada nahapiirkonda ülalpool novokaiini mõjupiirkonda (närvi võib ärritada ka elektriliselt, asetades elektrodid väljapoole (kõrgemale) novokaiini mõjupiirkonda). Novokaiiniga tuimastatud piirkond on kaotanud erutuse juhtivuse.

Novokaiinitupsu kõrvaldamisel jälgitakse reflektorsete reaktsioonide taastumist. Seejärel lõigatakse kääridega läbi lülisammis rinnapiirkonnas ja jälgitakse ees- ja tagajäsemete ärritamisel reflekse. Lõpuks purustatakse seljaaju ja veendutakse reflektorsete vastuste puudumises.

Vaatlused protokollitakse jooksvalt ja tehakse järeldused refleksikaare ehituse kohta.

#### Küsimused.

1. Mida näitab tagajäseme painutusrefleksi esinemine pärast seljaaju läbilõikamist rinna piirkonnas?

#### 4. Ventraalsete ja dorsaalsete juurte ülesande selgitamine.

V a h e n d i d: eeter, vatt, konnalauake, klaaslehter, teravad käärid, pintsetid, peanid, klaaskonksud, nõel, niit. Katseloom kann.

T ö ö k ä i k. Kann narkotiseeritakse leetri all, kinnitatakse lauakesele, selg ülespoole. Tehakse lõige keskjoonel, prepareeritakse lihased lülisamba kõrvalt ära ja kõrvaldatakse 4 alumist lülিকাart, eemaldatakse seljaaju katvad keskad. Ettevaatlikult tõstetakse aju klaaskonksule, lõigatakse läbi dorsaalsed juured ühel poolel, teisel poolel tõstetakse tagumised juured ettevaatlikult klaaskonksule ning lõigatakse läbi ventraalsed juured. Haav õmmeldakse kinni ja jäetakse kann taldrükule leetri alla. Vaatlusi tehakse 1-2 tundi hiljem, kui narkoos on möödunud. Jälgitakse konna hüppamist ärritamisel ja liigutusreaktsioone kummagi labajala mehaanilise ärrituse puhul.

##### Küsimused.

1. Kes esimestena tegid kindlaks ventraalsete (eesmistete) ja dorsaalsete (tagumiste) seljaajujuurte ülesanded ja kunas? Kuidas kõlab vastav seadus?
2. Kas käesolevas töös saadud tulemused olid sellega kooskõlas ja kuidas seletada lahkuminekuid, kui nad esinesid?
3. Joonistada seljaaju ristlõige ja näidata, kus tehti läbilõige?

#### 5. Närvikeskuste põhiomadused.

Uurimused närvikeskuste põhiomaduste kindlakstegemiseks viiakse läbi spinaalkonnal. Ärrituste andmiseks kasutatakse füsioloogilist induktsiooniaparaati (või stimulaatorit) koos ärrituselektroodidega (võib kasutada ka keemilist ärritust väävelhappega).

1. Ajaline ärrituste summatsioon. Spinaalkonnal torgatakse kaks peenikest nõelelektroodi ujulesta. Elektroodid

ühendatakse peene juhtme abil induktsiooniaparaadi sekundaarpooliga. Määratakse ärrituskünnis nõrgale impulsile (vastuks ainult kerge tõmblus labajalas), järgnevalt antakse sama tugevusega ärritusi 20 korda min. Jälgitakse reaktsiooni. Tavaliselt selle ärritussagedusega painutusrefleksi veel ei saada. Sekundaarpooli kaugust mitte muutes ärritatakse nüüd suurema sagedusega, näit. 1-2 korda sek. Kui seejärel saadakse vastuseks jala painutus, siis kuidas seda seletada?

2. Ruumiline ärrituste summatsioon. Samale konnale torgatakse teine paar ärrituselektroode reide. Elektroodid ühendatakse sekundaarpoolidega kommutaatori kaudu. Esmalt ärritatakse 1.paari elektroodide kaudu (künnisärritus endine, sagedus 60 korda min.), jälgitakse, mitme impulsi järel saadakse reflektoorne vastus. Kommutaatori abil ühendatakse sekundaarpool teise paari elektroodidega ja ärritatakse selle kaudu endise sagedusega, loetakse, mitme impulsi järel saadakse vastus. Vahetatakse iga paari minuti järel ärrituse andmise elektroode ja jälgitakse, mitme impulsi järel saadakse reflektoorne vastus.

Kui elektroodide paari vahelduval rakendamisel (s.t. kahe erineva piirkonna vahelduval ärritamisel) saadakse reflektoorne vastus (emma-kumma elektroodide paari kaudu) madalama ärritussageduse puhul, siis millega seda seletada?

3. Ülekande kergendus. Spinaalkonna (eelmisest katsest) üks tagajäse asetatakse elektrolüüdivanni (klaasnõu, milles üksteise vastas asuvad süsielektroodid, mis on ühendatud sekundaarpooli klemmiga, elektrolüüdina 6%-line NaCl-lahus). Määratakse faraadilise voolu ärrituskünnis. Seejärel ärritatakse teist jalga (elektroodid labajalal) nõrkade üksikimpulsisidega ja kontrollitakse uuesti faraadilise voolu ärrituskünnist, mis nüüd on tunduvalt madalam. Millega on siin tegemist?

4. Järeltoime. Spinaalkonna (eelmisest katsest) ühel reiel prepareeritakse välja n. ischiadicus ja viiakse selle alla 2 niiti, vähe teineteisest eemal seotakse niidid kõvasti kinni ja lõigatakse närv ligatuuride vahelt läbi. Määratakse refleksiaeg teise jäseme labajala ärritamisel elektriga. Seejä-

rel ärritatakse läbilõigatud n. ischiadicus'e tsentraalset kõnti ja pärast ärritamise lõpetamist määratakse uuesti refleksiaeg teisel jäsemel. Kuidas muutus refleksiaeg? Seejärel ärritatakse n. ischiadicus'e perifeerset kõnti ja jälgitakse lihaste kontraktsioonikestust ärrituse katkestamisel. Milles avaldus vastuse erinevus perifeerse ja tsentraalse ärrituse katkestamisel?

5. Erutuse irradiatsioon. Ärritatakse spinaalkonnal (eelmisest katsest) vigastamata tagajäsemelaba väävelhappe künniskontsentratsiooniga (või kergelt vajutades pintsetiga), jälgitakse ja kirjeldatakse reaktsiooni ulatust. Järgnevalt ärritatakse tugeva happega (või vajutades tugevasti) ja jälgitakse üksikute reflektorsete aktide esinemise järjestust ning reaktsiooni üldist ulatust - generalisatsiooni (võrrelda ka eelmistes katsetes saadud tulemustega). Milline seljaaju ehituslik alus võimaldab reaktsiooni generalisatsiooni?

6. Erutuvuse muutusi korduval ärritusel (väsimus). Spinaalkonnal määratakse refleksiaeg happeärrituse suhtes (valida võimalikult selline happekontsentratsioon, et refleksiaeg võrduks 15-20 sek.). Seejärel antakse sama tugevusega ärritusi kiirelt üksteisele järgnevalt (ärrituste vahel tingimata loputada hape veega). Jälgitakse refleksiaegade muutumist korduvate ärrituste puhul. Kui ärritusintervallide pikkus on vastavalt valitud, siis on algul oodata refleksiaegade lühenemist, hiljem aga järk-järgult tunduvat pikenemist. Millega seletada refleksiaegade lühenemist ja millega refleksiaegade pikenemist?

#### Küsimus.

1. Milliseid närvikeskuse omadusi tuntakse peale eeltoodute?

## 6. Seosed närvikeskuste vahel.

1. Spinaalkonnal ärritatakse nõrkade induktsioonimpulssidega (60 korda min.) tagajäseme laba ja määratakse refleksi-  
aeg. Siis määratakse üks eesjäse 0,04 n väevelhappega ja  
seejärel määratakse uuesti refleksi-  
aeg tagajäseme laba ärrita-  
misel. Kuidas seletada refleksi-  
aja muutumist? Kus asuvad ees-  
ja kus tagajäsemete närvikeskused ja mida näitas katse?

2. Spinaalkonnal määratakse refleksi-  
aeg happeärrituse  
suhtes (valida selline ärritustugevus, et refleksi-  
aeg võrduks  
10 - 15 - 20 sek.). Nüüd pitsitatakse teise jäseme labajalga  
tugevalt peaniga, samal ajal määratakse uuesti refleksi-  
aeg  
esimesel labajalal. Kuidas seletada refleksi-  
aja muutumist?  
Kus asuvad närvikeskused kummagi tagajäseme painutaja- ja si-  
rutajalihastele?

3. Spinaalkonnal määratakse refleksi-  
aeg happeärrituse  
suhtes (valida selline ärritustugevus, et refleksi-  
aeg võrduks  
10 - 15 - 20 sek.). Konna makku viiakse söögitoru kaudu vee-  
ga täidetud klaastoru ( $\varnothing$  1,5 mm), mille otsas on väike kummi-  
balloon (maht oa 3 ml). Balloon täidetakse veega ja sel teel  
ärritatakse maoseina mehhanoretseptoreid. Tulemused kantakse  
tabelisse.

Spinaalkonna tagajäse	Refleksiajad sek.	
	Enne maoseina veni- tamist	Pärast maoseina venitamist
Parem	12 - 16 - 15	30 - 35
Vasak	13 - 14 - 15	47 - 38

Millise ärritusega on tegemist maoseina mehhanoretsep-  
torite venitamisel? Kuidas kutsutakse neid reflekse?

7. Luustikulihaste reflektorne toonus  
(Brondgeesti toonus).

V a h e n d i d: eeter, vatt, klaaskuppel, taldrik.  
Katseloom konn (spinaalkonn).

T õ õ k ä i k. Konn asetatakse nagu tavaliselt statiivile (rippasendis). Seejuures on tagajäsemel kergelt painutatud. Konn võetakse statiivilt, pannakse kupli alla ja paigutatakse sinna eetriga niisutatud vatitups. Aeg-ajalt kontrollitakse narkoosi sügavust. Vastuse puudumisel mehaanilise ärrituse suhtes riputatakse konn statiivile. Selgub, et tagajäsemel ripuvad lõdvalt. Narkoosi möödumisel võtavad jäsemel uuesti kergelt painutatud ilme. Millega seletada jäsemete painatusseisu?

8. Pflügeri katse.

V a h e n d i d: statiiv klemmiga, kork, väävelhappe lahused, pintsett, klaasnõu veega, filterpaber.

Katseloom konn (spinaalkonn).

T õ õ k ä i k. Spinaalkonn asetatakse statiivile. Filterpaberi tükikesed ( $\varnothing$  0,5 cm) niisutatakse happes ja pannakse reie välispinnale pühkimisrefleksi saamiseks. Tehakse kindlaks toimiv ärritustugevus, jalg amputeeritakse vähe altpoolt põlveliigest. Oodatakse, kuni möödub amputatsiooniärritus (10-15 min.), ja pannakse filterpaberi tüki endisele kohale. Järgnevad tulutud pühkimispüüdlused amputeeritud jäsemega, kuni järgneb pühkimine terve jäsemega. Märgitakse refleksiajad sellel jalal enne amputatsiooni ja refleksiaeg teise jäsemega. Seletada refleksiaegade erinevusi samapoolse ja vastaspoolse jäsemega.

Märkus. Seda katset saab teha ka jäset amputeerimata, sel juhul tuleb ärritatud jäse fikseerida nii, et liigutuste sooritamine osutub võimatuks.

## 9. Setsenovi pidurdus.

Setšenov näitas selle katsega tsentraalse pidurduse olemasolu närvisüsteemis, seepärast kannab katse tema nime.

V a h e n d i d: statiiv klemmiga, kork, pintsett, skalpell, väikesed käärid, keedusoolakristallid, väävelhappe lahused.

Katseloom konn.

T 8 8 k ä i k. Eemaldatakse konna pealalt nahalapp ja seejärel ettevaatlikult koljukate (aju mitte vigastada) poolkerade ja nägemissagarate piiril. Peene skalpelliga tehakse ristlõige poolkerade ja nägemissagarate piiril ning eemaldatakse poolkerad. Selliselt ettevalmistatud konn riputatakse statiivile ja määratakse refleksiavad happeärrituse suhtes (valida selline ärritustugevus, et refleksiaeg võrduks 10-15 sek.). Siis asetatakse nägemiskümmudele keedusoolakristallike, kuivatades eelnevalt filterpaberiga lõikepinna, et vältida soola laialivalgumist, mille tagajärjel saadakse üldised krambid ja katse ebaõnnestub.

Setšenovi katse (protokollis näidis).

Kpv.....

Vaatluse nr.	Kellaaeg	T88 käik	Refl.- aeg sek.	Märkused
1	10.10	Lõige, poolkerad eemal-	--	Loom liigutab
2	10.15	Alustatud refleksiaja määramist		Leitud vajalik toimiv konts.
3	10.18	Labajalga ärritatud väävelhappega	11	
4	10.21	Labajalga ärritatud väävelhappega	14	
5	10.24	Labajalga ärritatud väävelhappega	12	

6	10.30	Aset. lõikepinnale soolakristall		
7	10.32	Ärritatud väävel- happelahusega	60	Tugev painutus- refleks
8	10.34	Ärritatud väävel- happelahusega	61	
9	10.35	Soolakristall eemaldatud		Katseloomal reakts. ei esi- ne
10	10.40	Happeärritus	32	Nägemiskühmude ärritus möödub
11	10.45	Happeärritus	26	
12	10.47	Lõigata seljaaju läbi allpool me- dulla oblongata't		Esinevad elavad liigutused
13	10.48	Happeärritus	6	
14	10.52	Happeärritus	5	

Vaatluse lõpus võtta kokku tulemused ja teha üksikasjalik järeldus.

10. Peaaju erinevate osade eemaldamine konnal  
ja liikumisfunktsioon.

V a h e n d i d: väikesed käärid, silmaskalpelli, väikesed pintsetid, taldrik, suur lehter, filterpaber, vatt.

Katselooma konna.

T ö ö k ä i k. 1. Suuraaju poolkerade eemaldamine.

Tehakse peanahal T-taoline lõige, lükatakse nahaääred kõrvalle, ettevaatlikult avatakse kolju ja vertikaalselt hoitud skalpelliga tehakse lõige vahenditult poolkerade taga ning eemaldatakse pintsetiga poolkerad. Seejärel lükatakse nahalapid kokku, kattes haava. Alustatakse vaatlusi umbes 1/2-1 tund hiljem. (Opereeritakse narkotiseeritud konnal).

Ajuosade projektsioon koljul: silmade tagumisi ääri ühendav joon kulgeb poolkerade tagant, trummikile eesmise ääri ühendav joon nägemissagarate tagant, joon trummikile keskelt - väikeaju tagant ja trummikile tagumisi ääri ühendav joon kulgeb allpool medulla oblongata't.

## 2. Vaheaju ja keskaju eemaldamine konnal.

Katseks võib kasutada sama konna, kellel ettevaatlikult eemaldatakse nägemissagarad. Umbes poole tunni pärast võib alustada vaatlusi.

Uuel konnal avatakse kolju ja eemaldatakse ühel poolel nägemiskülm. Vaatlusi alustada 1/2 - 1 tunni pärast.

## 3. Ühepoolne väikeaju hävitamine konnal.

Väikeaju on konnal madal volt nägemiskülmude ja piklikaju vahel. Hoolega silmas pidades ajuosade topograafiat, lõigatakse peene terava lantsetiga ühel poolel välja kiilutaoline tükike ja eemaldatakse. Nahalapp lükatakse peale, kaetakse kolloodiümiga. Vaatlusi alustatakse umbes 1 tunni möödudes. Vaatlusel on otstarbekohane asetada konn kummi- või vahariidele.

## 4. Medullaarkonn e. piklikajukonn.

T-taoline lõige kolju nahal tehakse vähe allpool esimest, ettevaatlikult avatakse kolju, lõikeavas otsitakse IV vatsakese ja väikeaju volt, selle piirdel tehakse ristlõige. Haav kaetakse nahalapiga, määrada kolloodiümiga. Vaatlusi alustatakse narkoosi ja šoki möödumisel, umbes 1/2 - 1 tund pärast operatsiooni lõpetamist.

Tervel kontrollkonnal ja opereeritud konnadel jälgitakse: spontaanseid liigutusi, istumist, hüpet, takistuste vältimist, ujumist, liikumist aeglaselt kallutatud pinnal, ümberpöörämist selili asetamisel, pea ja kere kompensatoorseid liigutusi pöörlemisel, hingamisliigutusi, tagajäseme reflekse happeärrituse puhul.

Lisaks sellele jälgitakse ajuosade ühepoolsel eemaldamisel veel keha pikitelge, silmade asetust ja liikumist, kas see toimub otse, ringis (maneežiliigutused) või ühele keha poolele (kas tervele või vigastatud ajupoolele). Asetades väävelhappes niisutatud filterpaberi tükikese reie või kere küljele, jälgitakse jäsemete liigutusi nii tervel kui ka vigastatud poolel.

Väikeaju ühepoolsel eemaldamisel jälgitakse ujumislüigutusi, kui konna silmad on leukoplastiga kinni pandud (konna pea hoolikalt kuivatada enne leukoplasti asetamist), samuti

siis, kui silmad on lahti.

Medullaarkonnal jälgitakse eriti hoolikalt hingamisliigutusi kurgu ja suupõhja osas ning seejärel torgatakse peene nõelaga Calamus scriptorius'esse, jälgitakse hingamisliigutusi.

#### 11. Reflektorne keha- ja peasendi hoidmine ja korrigeerimine.

Selleks et liikuda, peab säilitama teatud kehaasendit seisemisel; jäsemete lihased peavad toimima vastu raskustungile. Seisemisel mõjub raskustung pidevalt, põhjustades reflektorse toonuse. Toonilised refleksid tekivad vastavate retseptorite ärritusel ja kestavad nii kaua, kui kestab ärritus. Nende refleksidega kindlustatakse pea normaalne asend kere suhtes. Pea painutamisel või kallutamisel reflektorselt korraldub ümber jäsemete lihaste toonus nii, et säiliks kere püsiv asend. Ka seljaajuloomal võib täheldada jäsemete lihastes reflektorselt toonust (rippuv spinaalkonn), kuid see pole küllaldane raskustungi ületamiseks - seljaajuloom ei seis. Bulbaarloomal on ekstensorite toonus küllaldane, et kanda keha raskust, kuid puudub võimalus jäsemete toonuse ümberkorraldamiseks - selline loom ei kõnni. Toonuse muutmiseks ja jooksvaks ümberkorraldamiseks real loomadil piisab kesk- ja vaheaju tuumadest, kõrgematel loomadil (primaatidel) ja inimesel on liikumisfunktsioon seotud kortikaalse esindusega nii sensoorses kui motoorses sfääris.

##### 1) Kaelalihaste ja vestibulaarrefleksid normaalsel loomal (küülik, merisiga, kass jt.).

Jälgitakse küülikul normaalset kehaasendit ja pea asetust kere suhtes. Ettevaatlikult tõstetakse looma pead (käega lõua alt tõstes) ja jälgitakse eesjäsemete sirutamist. Pannakse loom ettevaatlikult selili (äge vastuseis!), jälgitakse jäsemete asetamist (kõik jäsemed painutatud). Pööratakse pead horisontaalsel teljel paremale või vasemale. Jälgitakse jäsemete toonuse muutumist. Milles see seisnes?

2) Küüliku peahoiak ruumis. Võetakse küülik ristluude kohalt kätte ja lastakse rippu, pea alaspidi. Jälgitakse pea hoiakut ja eesjäsemete asetust.

Küsimused.

1. Milliste retseptorite ärritus kutsub välja jäsemete toonuse muutumise pea pööramisel?
2. Millist tähtsust see omab liikumisel?
3. Missugune on hüpevalmidusrefleks ja missuguste retseptorite ärritamisel see vallandub? Mis tähtsus on pea asetusel ja eesjäsemete sirutusel?
4. Miks nimetatakse seda hoiakut hüpevalmiduse refleksiks?

3) Refleksid keha kiirel tõusmisel ja langemisel. Jälgitakse looma pea ja jäsemete hoiakut lauakesel, mida saab kiiresti tõsta ja langetada. Mis sünnib kiirel tõusmisel ja mis kiirel langemisel? (Sama, mis meiega liftis kiirel tõusmisel ja laskumisel, sellepärast räägitakse ka liftirefleksist.) Missuguste retseptorite ärritusega on tegemist ja missugust ülesannet need refleksid võiksid täita looma elus?

Jälgitakse (kui võimalik) neid reflekse ka kassil ja meriseal.

4) Vestibulaaraparaadi osatähtsus pea asendile. Selgub katseloomal (meriseal või küülikul) pärast ühe- ja kahepoolset labürindi väljalülitamist. Kloroformi tilgutatakse pipeti abil kõrva kuulmekäiku. Vaatlusi alustatakse umbes 1/2 tunni pärast. Loomad asetatakse vaatluskasti, jälgitakse nende pea asetust kere suhtes paigal olles ja liikumisel. Looma hoitakse ristluudest, pea alaspidi. Jälgitakse pea, silmade ja jäsemete asetust nii tervel kui labürindita loomal ja märgitakse erinevused. Jälgitakse silmade liigutusi loomal, kui pea hoitakse käega normaalses asendis.

Küsimused.

1. Kunas kaelalihaste toonilised refleksid ja vestibulaarrefleksid toimivad ühes suunas?
2. Kunas peaasend kindlustatakse kaelalihaste tooniliste refleksidega ja millal sellest ei piisa?
3. Miks esinevad maneeviliigutused, miks silmade nüstagm?

5) Labürindifunktsiooni uurimine konnal. Konnal avatakse suu, lõug painutatakse alla ja leitakse ülalõual kummalgi pool oimuluu kühmuke. Puuritakse kühmu koht ühel pool läbi ja tõmbi kõvera nõelaga kergelt pöörates hävitatakse labürint. Teisel konnal viiakse samasugune operatsioon läbi mõlemal pool. Jälgitakse looma istumist, pea asendit ja liikumist, eriti aga jäsemete toekust. Jälgitakse, kuidas liigub ja ujub ühe- ja kuidas kahepoolse labürindi puudumisel. Asetatakse ühepoolse labürindiga konn pöörlevale alusele ja tehakse sellega pool- või täispööre. Jälgitakse, kuidas reageerib konn, kel labürint on hävitatud paremal poolel - vasakule pööramisel ja kuidas paremale pööramisel, kui alust on pööratud paremale ja siis äkitselt seisma jäetakse, kuhupoole pöörab siis pea. Võrdlevalt jälgitakse ühe- ja kahepoolse labürindi puudumisel konna pea ja kere asendit, kuidas hüppavad need loomad, kuidas ujuvad, kuidas korrigeerivad seliliasendit? Kõik vaatlused täpselt süstemaatiliselt protokollida.

#### Küsimused.

1. Kuidas seletada konna asendit ühepoolse labürindi hävingul (juhteteed labürindilt!)?
2. Kuidas erineb konna käitumine vees käitumisest maapinnal ja miks?

#### 12. Reflekside uurimine inimesel.

Inimesel on võimalik uurida mitmesuguseid reflekse, näit. nahareflekse (kõhunaha ärritusele järgneb samapoolsete lihaste kokkutõmme jpt.), limaskestade reflekse (kórnea puudutusel laud sulguvad jt.), kõõlusereflekse (patellarefleks, Achilleuse kõõluse refleks jt.) pupillireflekse.

V a h e n d i d: seade kórnea ärritamiseks õhujoaga, taskulamp, refleksihamer. Vaatlused viiakse läbi vastastikku üksteisel.

1. Kórnearefleks. Vaatlusalusel isikul ärritatakse kórneat nõrga õhujoaga, mis suunatakse kórneale. Selle tagajärjel laug sulgub. (kórneareflekssi saab ka kórnea puudutamisel.)

2. Pupillirefleks. Jälgitakse pupilli reaktsiooni valguse suhtes ühel silmal, pupilli reaktsiooni konstantse valgustuse puhul ühte silma kinni kattes (konsensuaalne pupillireaktsioon); pupilli reaktsiooni üleminekul kaugele vaatamisest lähedase eseme (15 om kaugusel) fikseerimisele (akommodatiivne pupillireaktsioon).

3. Patellarefleks. Vaatlusalune istub, üks jalg tõstetud teisele. Patellakõõlusele refleksihaamriga kergel koputamisel jalg sirutub. Reflektorne vastus saadakse lühema ajaga, kui anda uuritavale samaaegselt mingi ülesanne, näit. paluda teda tugevalt vastastikku sõrmedega klammerdunud käsi tõmmata. Määratakse refleksiäeg enne ja pärast seda proovi. Kõik määramised tehakse vähemalt 3 korda ja võrdluseks võetakse keskmised andmed.

### 13. Tingitud toiterefleksi kujundamine.

V a h e n d i d: süljekapsel, süljehulga registreerimise seadeldis, Mendelejevi pasta, valmiskaalutud toiduportsjonid (4-5), signaalsed ärritajad, stopper.

Katseloom koer.

Asutakse kujundama tingitud refleksi. Kujundatava refleksi aluseks valitakse sünnipärane süljerefleks toidu suhtes. Tingitud signaaliks on metronoomi löögid 120 korda minutis. Tingimatuks ärritajaks liha-leiva kuivpulber, millele lisatakse vett ( 1 : 1 : 1 ).

T õ õ k ä i k. Koer, kes varem harjutatud laboratooriumi tingimustega, asetatakse alusele ja kinnitatakse rihmadega. Mendelejevi pastaga kinnitatakse süljekapsel näärmepuhta vastu, ühendatakse registreerimiseseadeldisega. Kui ettevalmistused tehtud, suletakse laboratooriumi uksed ja säilitades vaikust, alustatakse tingitud refleksi kujundamist. Käivitatakse metronoom ja stopper ning 20 sek pärast antakse toit, 10 sek. hiljem pannakse metronoom kinni. Seega toimis

metronoom 20 sek. enne toidandmiet ja 10 sek. koos toiduga (kinnitusega), kokku 30 sek.

Tingitud refleksi kujundamise protokoll  
näidis 1.

Katse nimetus ..... Katseobjekt ..... kpv.....

Jrk. nr.	Kella- aeg	Tingitud (signaalne) ärritaja	Tingitud ärrit.	Signaali toimeaeg	La- tente.	Sülje hulk	Märk.
			isoleerit.				per.

Vajaduse korral lisatakse näit. tingimatu sülje hulk jne.

Tingitud refleksi kujundamine koeral (protokoll  
näidis 2).

Kpv. ....

Koera nimi ..... Missugust tingitud refleksi kujund.....

Jrk. nr.	Ärrituse andmise kellaaeg	Tingitud ärritaja + kinnitus	Tingitud ärritaja (kinnituseta)	Süljerefleksi latentsusperiood	Sülje hulk tingitud ärritaja (isoleeritud) toimimisaajal	Koera motoorne reaktsioon tingitud ärrituse puhul	tingimatu ärrituse puhul	Tingitud ärritaja toime kestus tingitud refleksi kujundamisel	Märkused (juhuslikud muudatused katse korraldamisel, koera käitumises jne.)

Ühes katses kasutatakse tingitud (signaalset) ärritajat 5-6 korda 5-minutiste vaheaegadega. Katsete lõpetamisel võetakse ära kapsel, määratakse nahk paksult vaseliiniga, antakse koerale mõni maitsev pala ja viiakse loom ära.

#### Küsimusi.

1. Milles seisneb ärritaja signaalne ülesanne?
2. Missugused on nõuded tingitud refleksi kujundamisel?
3. Milles seisneb tingitud ja tingimatu ärritaja jõud?
4. Milles on vahe naturaalsete ja tehislikkude tingitud reflekside vahel?
5. Milliseid tingitud reflekse nimetatakse positiivseteks ja milliseid negatiivseteks?

#### 14. Väline ja sisemine pidurdus.

1. Väline pidurdus. Koeral, kellel eelnevalt on kujundatud positiivne tingitud toiterefleks, kontrollitakse refleksi esinemist. Seejärel antakse mingi kõrvaline tugev ärritus: müra, terav vile või midagi muud ootamatut enne signaalset ärritust. Kõrvalise ärrituse küllaldase tugevuse puhul võib olla pidurdatud nii tingitud kui ka tingimatu refleks ja koer toitu ei võta. Järgnevalt antakse jälle tingitud ärritaja ja kinnitatakse toiduga. Esialgu võib tingitud refleks veel olla madalam tavalisest. Kui tingitud refleks taastub, antakse uuesti endine kõrvaline ärritaja ja võrreldakse refleksi muutumist kõrvalärritaja esmakordsel ning teistkordsel kasutamisel.

#### Küsimused.

1. Väliste pidurduse mehhanism ja milles on erinevus sisemisest pidurdusest?
  2. Pidurduse kaitsev iseloom.
2. Kustumispidurdus. Katseks kasutatakse koera, kel va rem on välja kujundatud positiivne tingitud refleks. Esmalt kontrollitakse tingitud refleksi esinemist, seejärel antakse

tingitud ärritajat iga 5 minuti järel ilma kinnitamata. Jälgitakse tingitud refleksi vähenemist kuni 0-ni, s.t. kustumist. Taastatakse tingitud refleks mõnekordse katse kordamisega endise kinnitusega.

#### Küsimused.

1. Kuidas areneb kustumine, kas lineaarselt? Kui ei, siis kuidas seda seletada?
2. Kuidas veel nimetatakse kustumispidurdust?
3. Millised faktorid soodustavad ja millised raskendavad kustumise protsessi?
4. Milles seisneb kustumispidurduse bioloogiline tähtsus?

3. Diferentseerimispidurdus. Katseks võetakse koer, kel kujundatud positiivne tingitud toiterefleks (näit. metronoomile 120), seejärel asutakse negatiivse tingitud refleksi kujundamisele. Signaalseks ärritajaks võetakse metronoom sagedusega 60 korda min., seda ei kinnitata. Kujundamisel vaheldatakse positiivse ja negatiivse signaali andmist. Ühe seansi vältel pole otstarbekohane anda negatiivset signaali enam kui 2-3 korda. Tulemused kantakse protokollile ja tehakse vastavad järeldused.

#### Küsimused.

1. Millised on nõuded diferentseeringu kujundamisel?
2. Milline bioloogiline tähtsus on diferentseeringul?

15. Tingitud refleks hingamis- ja südametegevuse muutmiseks inimesel CO<sub>2</sub> sissehingamisel.

Vaatlusalune hingab läbi õhukese maski, registreeritakse rindkere liigutused ja pulsiajad kumograafidele. Iga 5 minuti järel antakse instruksioon "annan süsihappegaasi" ja samal ajal suunatakse maski alla õhku 8 % CO<sub>2</sub> lisandiga. Seda korratakse umbes 10 korda. Seejärel kontrollitakse sõnade "annan süsihappegaasi" mõju. Vaatlusalune on eraldatud aparaaturist ja teistest tööst osavõtjaist, kes on omavahel uurimisülesanded jaganud. Üks neist võtab üldise juhtimise, kella-

aja märkimise, signaali "annan süsihappegaasi" ja kinnituse andmise (CO<sub>2</sub>-sisaldusega õhk). Teine neist käivitab kümograafi, valvab aparatuuri, kolmas protokollib.

Kui tingitud refleks on kujunenud sõnadele "annan süsihappegaasi", siis öelda sama käsklus mõnes teises keeles, mis on arusaadav vaatlusalusele, seejärel anda käsklus kirjalikult "annan .....". Saadud tingitud reflekseid südame ja hingamise reaktsioonides kordavad nende tingimatute refleksidega iseloomu, mille põhjal nad on kujundatud. CO<sub>2</sub> sissehingamisel saadud reaktsioonid on väga püsivad. Protokollis märgitakse katse daatum, vaatlusaluse initsiaalid, kellaajad jne. Analüüsida tingitud refleksid kujunemine, vaatlusaluse käitumine ning muud. Protokoll koostada tabeli kujul.

#### Küsimused.

1. Milles seisneb vastastikune seos I ja II signaalsüsteemi vahel?
2. Kuidas oleks tulnud kujundada uuritud tingitud refleks I signaalsüsteemi kaudu?

#### 16. Tingitud pilgutusrefleks inimesel.

V a h e n d i d: seadeldis õhujoa andmiseks silma ja pilgutusreflexi registreerimiseks, kümograaf, Marey'kapsel, metronoom, stopper.

T õ õ k ä i k. Tingimatuks ärritajaks korneal on õhujuga, mis suunatakse sarvkestale. Vaatlusalune asub teistest eraldi, istub mugavalt. Tehakse kindlaks tingimatu ärritaja toimetevus ja asutakse tingitud refleksid kujundamisele. Seejuures seostatakse indiferentne ärritaja (metronoom või lambi süütamine) silma sarvkesta ärritusega õhujoa abil. Kujundatakse positiivne tingitud refleks ja asutakse diferentseeringu kujutamisele. Sõnalisi ärritajaid tuleb rakendada I ja II signaalsüsteemi vastastikuse mõju uurimisel. Vaatlused protokollitakse tabelisse ja tehakse järeldused.

#### Küsimused.

1. Tingitud refleksid bioloogiline tähtsus.

## 17. Elektroentsefalograafia.

V a h e n d i d: elektroentsefalograaf, elektroodid koos kummipaelte ja ühendusjuhtmetega, fotofonostimulaator, eeteralkohol, vatt, 1 %-line NaCl-lahus.

T ä h t k ä i k. Käivitatakse elektroentsefalograaf ja fotofonostimulaator. Aparaatide soojendamiseks vajaliku 15 min. vältel tehakse EEG registreerimiseks vajalikud ettevalmistused. Kummipaeltest koostatakse vaatlusalusele sobiv "kübar" elektroodide kinnitamiseks. EEG registreerimine toimub unipolaarselt, sümmeetrilistest punktidest suuraju mõlemalt poolkeralt, kokku 8 punktis. Inaktiivne elektrood kinnitatakse kõrvalestale, aktiivsed elektroodid asetatakse peanahale, kummalegi poole otsmiku-, kiiru-, kukla- ja oimu- piirkonda. Nahk elektroodide all puhastatakse hoolikalt eeteralkoholiga, juuksed lükatakse kõrvale ja kummipaela külge fikseeritud elektroodi alla asetatakse peanahale õhuke NaCl-lahuses niisutatud vatitups. Juhtmete abil ühendatakse elektroodid pistikupesadega paneelil, kusjuures kirjutatakse üles igale elektroodile vastav pesanumber. Elektroentsefalograafi juhtpuldil 1. kanali ümberlülitajatega kombinatsioon valides ja ommetri nupule vajutades määratakse elektroodide takistused. Kui takistus mõne elektroodi puhul ulatub üle 60-80 kΩ, tuleb seda vähendada (naha puhastamine, vatitupsu niisutamine soolalahusega, juuste eemalelükkamine elektroodilt, juhtmete ja nende ühenduskohtade kontrollimine).

Fotofonostimulaator asetatakse vaatlusaluse ette, ruumi üldvalgustus olgu nõrk. Vaatlusalusel palutakse istuda võimalikult rahulikult, lõdvestatult, suletud silmadega. Kui vaatlusalune on katseolukorraga täiesti kohanenud, registreeritakse elektroentsefalogramm. Õpitakse tundma EEG kuju mitmesugustel registreerimisliinidel liikumiskiirustel (7,5, 15, 30 ja 60 mm/s). Üksikasjalikumaks analüüsiks kasutatakse kõverat, mille registreerimisel lint liigub kiirusega 60 mm/s. Analüüsil mõõdetakse lainete amplituudi (laine põhjast kuni laine harjani) ning kestust (rütmilise lainetuse korral sagedust sekundis). Põratakse tähelepanu üht või teistsuguste

lainete eelistatud esinemispiirkonnale, sellele, kas lained esinevad pidevalt, perioodiliselt, episoodiliselt, kas nende amplituud või kestus on konstantne või muutuv, kui muutuv, siis kas see toimub korraldult või teatud süsteemipärasusega.

Uuritakse reaktsioone EEG-s järgmiste mõjustuste korral, pöörates tähelepanu muutuste iseloomule, püsivusele ja nende maksimumi lokalisatsioonile. Korralduste andmise moment märgitakse EEG lindile, vajutades märkija nupule.

Vaatlusalusel kästakse: avada silmad; sulgeda silmad; lahendada peast mingi aritmeetiline ülesanne (silmad suletud).

Fotofonostimulaatoriga antakse erineva tugevuse ja iseloomuga helisignaale (silmad suletud).

Fotofonostimulaatoriga antakse erineva intensiivsuse ja iseloomuga valgusärritusi (silmad avatud).

Vaatlusalusel kästakse sooritada maksimaalse kestusega hingamispeetusi. EEG registreeritakse peetuse ajal ja taastumisperioodil.

Tähtsamate EEG-s esinevate artefaktide tundmaõppimiseks tehakse järgmised vaatlused.

Elektroodide nihkumine nahapinnal ja üksteise suhtes. Vaatlusalune avab ja suleb silmad. Artefakt ilmneb eeskätt otsmiku piirkonnas registreeritud elektroentsefalogrammis.

Lihaste aktsioonipotentsiaalid. Vaatlusalusel kästakse kortsutada otsaesist.

Võrguhäire. Halvendatakse elektroodide kontakti peanahaga või maandust. Mõõdetakse võrguhäire sagedus.

Protokollis tuleb esitada kokkuvõtte vaatlustulemustest. Siin märgitakse EEG mõõtmisel saadud arvulised näitajad, antakse lühiseloomustus rakendatud mõjustuste puhul tekkinud reaktsioonidele EEG-s, võrreldakse elektrilist aktiivsust suuraju kummaski poolkeras ja eri piirkondades nii puhkeolukorras kui ka mõjustuste korral.

18. Elektrofüsioloogiline uuring inimesel  
tingitud refleksi kujundamise katses.

V a h e n d i d: elektroentsefalograaf, ekraaneeritud  
kamber, elektrodid, fotofonostimulaator.

T õ õ k ä i k. Vaatlusalune asub ekraaneeritud kamb-  
ris. Vaatlusalusele pannakse pähe elektrodid. Nahapiirkond,  
mille külge puutuvad elektrodid, eelnevalt puhastada piiri-  
tuse ja eetriga. Vaatlusaluse ees asub fotofonostimulaator.  
Kui ettevalmistused tehtud, jäetakse vaatlusalune üksinda  
kambrisse. Registreeritakse elektroentsefalogramm. Antakse  
valgusärritus ja tehakse kindlaks alfarütmilise blokaadi  
Seejärel hakatakse seostama heliärritust valgusega. Eelnevalt  
kontrollitakse, kas heli ei anna alfarütmilise depressiooni. Jäl-  
gitakse tingitud reflektorset alfarütmilise blokaadi kujune-  
mist heliärrituse suhtes.

Küsimus.

1. Kuidas iseloomustada ajukoore erutus- ja pidurdus-  
protsessi elektrofüsioloogiliste näitajate järgi?

## S i s u k o r d

Saateks .....	3
I. V E R R I .....	5
VERE VÕTMISE TEHNIKA .....	5
1. Vereplasma ja vormelementide suhtelise mahu (hematokriti väärtuse) määramine .....	6
2. Vere viskoossuse määramine .....	7
3. Vereseerumi puhveromaduste määramine .....	7
4. Vere vormelementide loendamine .....	8
1) Erütrotsüütide loendamine .....	9
2) Leukotsüütide loendamine .....	12
5. Punaliblede hemolüüs .....	13
6. Hemoglobiini hulga määramine Sahli järgi .....	14
7. Hemoglobiini tähtsamate omaduste uurimine ..	15
8. Erütrotsüütide kvantitatiivne hindamine .....	16
9. Erütrotsüütide settereaktsiooni (SR) määramine Pantšenkovi (Pantšenko) järgi .....	17
10. Vere hüübimisaja määramine Morawitzi järgi ..	18
11. Vere hüübimisaja määramine Bazaroni järgi ..	19
12. Rekaltsifikatsiooni aja määramine Howelli järgi	19
13. Tolerantsuse määramine hepariini suhtes (Mar- bet' ja Wintersteini järgi) .....	20
14. Tromboplastiini aja määramine (Quicki järgi)	20
15. Veregruppide määramine .....	21
II. V E R E R I N G E .....	23
1. Konna südametegevuse vaatlus ja registree- rimine .....	23
2. Keskkonna temperatuuri mõju konna südamete- gevusele .....	25
3. Stanniuse katse .....	25
4. Ekstrasüstol ja kompensatoorne paus .....	26
5. Keskkonna loonse koostise muutuste mõju süda- metegevusele .....	28

6. Goltzi refleks . . . . .	30
7. Uitnärvi ärritamine (Setšenovi katse) . . . . .	31
8. Vere liikumise vaatlus konna keeles ja uju- lestatas . . . . .	32
9. Südame tsükliagade kestuse pidev regist- reerimine inimesel Fleisohi järgi . . . . .	32
10. Arteriaalse rõhu määramine inimesel . . . . .	33
11. Sfügmograafia (arteriaalse pulsilaine registreerimine) . . . . .	35
12. Pulsilaine levimise kiiruse määramine . . . . .	36
13. Fonokardiograafia . . . . .	37
14. Südame tsükli faaside analüüs . . . . .	38
15. Pletüsmograafia . . . . .	40
III. R I O E L E K T R I L I S E D N Ä H T - U S E D	
S Ü D A M E S . . . . .	42
ELKROKARDIOGRAAFIA . . . . .	42
1. Elektrokardiogramm . . . . .	47
2. Elektrokardiogrammi analüüs . . . . .	49
3. Südame aktsioonipotentsiaalide registreeri- mine inimesel ja elektrokardiogrammi analüüs	56
IV. H I N G A M I N E . . . . .	
1. Hingamisliigutuste registreerimine e. ste- tograafia . . . . .	58
2. Spiromeetria . . . . .	59
3. Spirograafia . . . . .	63
4. Kopsude ventilatsiooni määramine puhkeolekus, töö ajal ja pärast tööd . . . . .	64
5. Kopsude maksimaalse ventilatsiooni määramine	65
6. Sisse- ja väljahingatud õhu analüüs Haldane'i järgi . . . . .	65
7. Alveolaarõhu proovi võtmine ja alveolaarõhu koostise analüüs . . . . .	71
8. Süsihappegaasi osatähtsus hingamistegevuse regulatsioonis . . . . .	71
9. Korduva hingamispeetuse proov . . . . .	73

V. E N E R G I A V A H E T U S . . . . .	74
OTSENE KALORIMEETRIA . . . . .	74
KAUDNE KALORIMEETRIA . . . . .	75
1. Energiavahetuse määramine väkeloomadel Haldane'i lahtisel meetodil . . . . .	80
Energiavahetuse määramine inimesel . . . . .	82
3. Põhilinevahetuse määramine Kroghi järgi . . . . .	82
3. Energiavahetuse määramine Douglas-Haldane'i järgi	92
1) Põhilinevahetuse määramine Douglas-Haldane'i järgi . . . . .	92
2) Energiavahetuse määramine Douglas-Haldane'i järgi õppetöö tingimustes . . . . .	99
3) Energiavahetuse määramine Douglas-Haldane'i järgi füüsilise töö puhul . . . . .	99
NAHAPINNA TEMPERATUURI MÄÄRAMINE KEHA ERI	
PIIRKONDADES . . . . .	100
VI. S E E D I M I N E . . . . .	101
1. Süljenäärmete sekretsiooni uurimine . . . . .	101
2. Inimese ja koera sülje tärklisest seediva toime võrdlus . . . . .	103
3. Maonäärmete sekretsioon gastrosofagotomeeritud koeral ("näilise toitumise katse") . . . . .	103
4. Maosekretsiooni jälgimine Pavlovi järgi opereeritud väikese maoga koeral . . . . .	105
5. Maosekretsiooni jälgimine Heidenhaini järgi opereeritud väikese maoga koeral . . . . .	105
6. Maosekretsiooni uurimine keemiliste ainete suh- tes . . . . .	106
7. Pankrease sekretsiooni uurimine kroonilise pankreasejuha fistuliga koeral . . . . .	106
8. Amülaasi aktiivsuse dünaamika inimese veres .	107
9. Soole motobrika jälgimine küülikul või meriseal in situ . . . . .	107
10. Isoleeritud soole pendelliigutuste registreerimine (Magnuse järgi) . . . . .	108
Eeskirjad fermentide toime määramiseks pankrease nõres . . . . .	109
Maonõre tiitrimine (Michaelis) . . . . .	112

VII. E R I T U S . . . . .	113
1. Diureesi jälgimine koeral veekoormuse puhul .	113
2. Diurees koeral keedusoolakoormuse puhul . . .	114
3. Antidiureetilise hormooni (ADH) toime . . . .	114
4. Endogeense karbamiidi puhastumuse määramine .	115
Karbamiidi määramine . . . . .	116
Karbamiidi määramine uriinis . . . . .	116
Uriini karbamiidisisalduse arvutamine eraldunud lämmastiku hulga põhjal . . . . .	117
Karbamiidi määramine vereplasmas . . . . .	118
Uriini erikaalu määramine . . . . .	118
Kloriidide määramine uriinis . . . . .	119
VIII. L I H A S J A M Ä R V . . . . .	121
1. Konna <u>isohydriid</u> -gastroonemius-preparaadi valmistamine . . . . .	122
2. Mitmesugused ärritused konna närv-lihaspreparaadil . . . . .	123
3. Kõnnisärrituse ja kontraktsiooni olenevus ärrituste tugevusest . . . . .	125
Ärritamine alalisvooluga . . . . .	127
4. Alalisvoolu ärritava mõju polaarsuse seadus	128
5. Ärritava mõju olenevus voolupinge muutumise kiirusest . . . . .	130
6. Närv-lihaspreparaadi reageerimine voolupinge kõikumistele . . . . .	130
7. Teetanus ja teetanusejärgne kontraktuur . . .	131
8. Füsioloogiline elektrootoonus konna närv- lihaspreparaadil . . . . .	132
9. Füsioloogiline elektrootoonus konna südamel	133
10. Pflügeri kontraktsiooniseadus . . . . .	134
11. Alalisvooluärrituse toime (galvaanilise erutuvuse) seaduspärasused inimesel . . . .	136
12. Jõu-ajakõvera määramine konna <u>m. gastroonemiusel</u> . . . . .	137
13. Sensoorse ja motoorse kronaksia määramine inimesel . . . . .	138
14. Ärrituste sageduse ja tugevuse optimum ja pessimum . . . . .	139

15. Lihase elastsus ja plastilisus . . . . .	140
16. Lihase kontraktsiooni olenevus lihase venitatus- tusest . . . . .	141
17. Lihase t88 sõltuvus koormusest . . . . .	142
18. Väsimuse arenemine neuromuskulaarses aparaadis	143
19. Ergograafia . . . . .	144
20. Galvani I katse (kontraktsioon metalliga, 1786)	146
21. Galvani II katse (kontraktsioon metallita, 1794) . . . . .	146
22. Lihase vigastus-ehk demarkatsioonipotentsiaalid	146
23. Sekundaarne teetanus . . . . .	148
24. Bifaasiliselt registreeritud aktsioonipotent- siaal ja närvitüvelts registreeritud aktsiooni- potentsiaali kompleksne iseloom . . . . .	149
25. Monofaasiliselt registreeritud aktsioonipotent- siaal . . . . .	150
26. Summatsioon . . . . .	150
27. Suhtelise ja absoluutse refraktaarperioodi määramine . . . . .	151
28. Labiilsus ja rütmi transformatsioon . . . . .	152
29. EMG ja selle registreerimine inimesel (naha- pinnalt) . . . . .	152
<b>IX. R E T S E P T S I O O N . . . . .</b>	<b>154</b>
1. Naha retseptoorseid funktsioonid . . . . .	155
2. Proprioretseptiivse tundlikkuse uurimine . . .	157
3. Kemoretseptorite uurimine . . . . .	158
4. Nägemisfunktsiooni uurimine . . . . .	160
1) Silma vaatevälja suuruse määramine (peri- meetria) . . . . .	160
2) Leida pimetähni asukoht vaateväljas . . .	162
3) Nägemisteravuse määramine . . . . .	163
4) Värvipimeduse uurimine . . . . .	164
5) Värvuste optiline segamine . . . . .	164
6) Kontrastinähtused . . . . .	165
7) Stereoskoopilise efekti uurimine . . . . .	166
5. Kuulmisfunktsiooni uurimine . . . . .	168

X. K E S K N Ä R V I S Ü S T E E M . . . . .	169
1. Seljaaju refleksid ja nende retseptiivsed väljad	170
2. Refleksiaja määramine Türki järgi . . . . .	171
3. Refleksikaare analüüs . . . . .	172
4. Ventraalsete ja dorsaalsete juurte ülesande selgitamine . . . . .	173
5. Närvikeskuste põhiomadused . . . . .	173
6. Seosed närvikeskuste vahel . . . . .	176
7. Luustikulihaaste reflektorne toonus (Brondgeesti toonus) . . . . .	177
8. Pflügeri katse . . . . .	177
9. Setšenov'i pidurdus . . . . .	178
10. Peaaju erinevate osade eemaldamine konnal ja liikumisfunktsioon . . . . .	179
11. Reflektorne keha- ja peaasendi hoidmine ja korrigeerimine . . . . .	181
12. Reflekside uurimine inimesel . . . . .	183
13. Tingitud toiterefleksi kujundamine . . . . .	184
14. Väline ja sisemine pidurdus . . . . .	186
15. Tingitud refleks hingamis- ja südametegevuse muutmiseks inimesel CO <sub>2</sub> sissehingamisel . . . . .	187
16. Tingitud pilgutusrefleks inimesel . . . . .	188
17. Elektroentsefalograafia . . . . .	189
18. Elektrofüsioloogiline uuring inimesel tingitud refleksi kujundamise katsel . . . . .	191

ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ  
На эстонском языке  
Тартуский государственный университет  
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, 18

Vastutav toimetaja E. Käer-Kingisepp  
Korrektor M. Raisma

=====

TRÜ rotaprint 1970. Paljundamisele antud 31. XII 1970.  
Trükiroognaid 12,38. Tingtrükiroognaid 11,51. Arvestus-  
roognaid 8,9. Trükiarv 1000. Faber 30 x 42. 1/4.  
MB 10949. Tell. nr. 1065.

Hind 45 kop.

Hind 45 kop.