A. TSUZMER O. PETRIŠINA

INIMESE

ANATOOMIA · FÜSIOLOOGIA · HÜGIEEN

VIII KLASSILE



A. TSUZMER, O. PETRIŠINA

INIMESE ANATOOMIA, FÜSIOLOOGIA JA HÜGIEEN

ÕPIK KESKKOOLI VIII KLASSILE

2. trükk

KIRJASTUS „VALGUS" • TALLINN 1970

5 A2
T 77

Originaali tiitel:
А. М. Цузмер, О. Л. Петришина
Человек. Анатомия, физиология и гигиена
Учебник для 8 класса средней школы.
Издание 3-е.
Утвержден Министерством просвещения СССР.
Под редакцией академика В. В. Парина.
Издательство «Просвещение»
Москва 1970.
Vene keelest tõlkinud A. Järvekülg
Kunstiliselt kujundanud J. Arrak
Tõlge kinnitatud Eesti NSV Haridusministeeriumi poolt

ARHIIVKOGU
2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
76703

KUIDAS ÕPIKUT KASUTADA

Koduse ülesande täitmist alustage tekstilõigu lugemisest. Sealjuures kasutage jooniseid, millele viidatakse. Kui tekstis on viide värvilisele tahvlile, kasutage ka seda. Joonistel ja värvilistel tahvlitel puuduvad allkirjad. Nende seletus on antud tekstis. Ilma teksti lugemiseta ei saa te aru joonistest, jooniseid kasutamata aga ei omanda teksti.

Pärast tekstilõigu lugemise lõpetamist tehke endale selgeks terminid ja mõisted, mis on trükitud selle lõppu ***niisuguses kirjas.*** Need terminid ja mõisted on tähistatud märgiga ■. See on peamine kõigest sellest, mida te saite teada lugemisel. Seejärel, heitmata pilku raamatusse, kontrollige, kas teile sai selgeks jooniste ja värviliste tahvlite sisu. Edasi vastake enesekontrolliks mõeldud küsimustele, mis on tähistatud märgiga **?**. Alles nüüd suudate vastata iseseisvat otsustamist nõudvatele küsimustele. Need küsimused on tähistatud märgiga **!**.

Kui te õppimise mingis järgus satute raskustesse, tuleb teil uuesti lugeda tekstilõigu vastavat osa.

Mõnedele tekstilõikudele on lisatud ülesanded. Nende ees seisab märk ▲ Sel puhul lõpetage kodune õppimine ülesannete täitmisega. Pikemaks perioodiks mõeldud enesevaatlusi toimetage kogu õppeaasta vältel. Nendest tehakse kokkuvõtteid õppeaine viimase teema käsitlemisel.

Raamatu lõppu on paigutatud ülesanded laboratoorseks praktikumiks. Laboratoorseid töid tehakse vastavates tundides klassis.

SISSEJUHATUS

Õppides zooloogiat te veendusite, et tänapäeva loomariigi mitmekesisus on elusolendite pikaajalise, sadu miljoneid aastaid kestnud ajaloolise arengu tulemus. Selle protsessi teatud etapil, tekkis organismide pikas ahelas uus lüli — inimene. Tal on säilinud loomadega palju ühiseid jooni. Ent inimene erineb loomadest suuresti. Inimeste ühiskondlikult organiseeritud töö kujundab ümber loodust. See iseloomustav joon on seoses inimese peaaju kõrge arenguga. Selle elundi talitluse kõige keerukamateks avaldusteks on teadvus ja abstraktne mõtlemine. Just selle tõttu on inimkond suutnud läbida oma arengus pika tee metsikult kasvavate taimede korjamisest ja metsloomade küttimisest kuni maaviljeluse ja loomakasvatuse teaduslike meetodite rakendamiseni, koobastesse eluaseme rajamisest kuni kaasaegsete linnade ehitamiseni, algeliselt töödeldud kivitööriistadest kuni tänapäeva ülikeeruka tehnikani, mis võimaldab inimestel kasutada aatomienergiat ning avab neile tee maailmaruumi.

Teaduse areng on võimaldanud tungida looduse senitundmatutesse saladustesse, sealhulgas ka taimede ja loomade ning inimorganismi varjatumatesse protsessidesse. Teadmised botaanikas ja zooloogias abistavad meid inimese anatoomia, füsioloogia ja hügieeni kursuse omandamisel suuresti.

Milliseid küsimusi uurivad need teadused? Botaanikast ja zooloogiast on teile juba teada, et igal elundil ehk organil on organismis täita kindel töö, ehk teisiti öeldes — kindel ***talitlus*** ehk ***funktsioon.*** Näiteks seedeelundites toimub toidu peenendamine ja seedimine, hingamiselundite kaudu saab organism hapnikku ja annab ümbritsevasse keskkonda ära süsihappegaasi. Mitmesuguste elundkondade talitluse koostöö tagab organismi elu.

Füsioloogia on teadus, mis uurib organismi elutegevust ja elundite talitlust.

Selleks et mõista, kuidas organismis kulgevad arvukad eluprotsessid, on tarvis tunda tema ehitust. Sellepärast on füsio-

loogia lahutamatus seoses *anatoomiaga — teadusega, mis uurib organismi ning tema kõigi elundite ehitust ja kuju.*

Iga inimene peab tundma oma organismi talitlust ja ehitust. Igaühe tervis sõltub suurel määral tervishoiu- ehk hügieeninõuete teadlikust täitmisest. ***Hügieen ehk tervishoiuteadus on teadus inimese tervise säilimiseks soodsate tingimuste loomisest, tema töö ja puhkuse õigest korraldamisest ja haiguste ärahoidmisest.*** Hügieen on tihedas seoses füsioloogia ja anatoomiaga. On mõistetav, kuivõrd suure tähtsusega on teile isikliku ja ühiskondliku tervishoiu aluste tundmine. Rakendades hügieeninõudeid igapäevases elus tugevdate ja karastate oma organismi ja oskate vältida haigestumist mitmesugustesse haigustesse. See aitab teil saada kehaliselt arenenud ja terveteks inimesteks, võimelisteks töötama igal alal.

Tänapäeva arstiteadus ehk meditsiin rajaneb anatoomia, füsioloogia, hügieeni ja mõnede teiste teaduste andmetele.

Inimese organismi ehitust ja talitlust uurides saavutavad teadused tihedas koostöös järjest uusi edusamme haiguste ärahoidmisel ehk haiguste profülaktikas ja nende ravimisel.

Tohutuid edusamme on meie päevil teinud kirurgia. Kirurgi nuga tungib nüüd isegi nendesse elundeisse, mille väikseimgi vigastamine ähvardab inimest silmapilkse surmaga — südamesse, peaajusse. Kirurgia võidab surmalt kümneid tuhandeid elusid, andes need paratamatule hääbumisele määratud inimesed tagasi tööle ja loomingule.

Paljude aastasadade vältel levisid takistamatult kohutavate nakkushaiguste — katku, koolera, mustade rõugete epideemiad, muutes inimtühjaks külasid, linnu ja isegi terveid maid. Nüüd on arstiteaduse käsutuses tõhusad vahendid epideemiate ärahoidmiseks. Selles abistavad teda teised teadused, nagu mikrobioloogia ja virusoloogia. Nende teaduste saavutused võimaldasid avastada paljude nakkushaiguste palja silmaga nähtamatuid tekitajaid.

Mil viisil on teadusel läinud korda tungida inimese organismi ehituse ja talitluse saladustesse?

Inimese surnukehade lahkamine võimaldas anatoomial õppida üksikasjaliselt tundma inimese keha ja elundite ehitust. Võrreldes inimese ehitust selgroogsete loomade ehitusega, avastasid teadlased nende vahel suure sarnasuse. See andis füsioloogidele võimaluse kasutada inimese elundite talitlust selgitavate katsete tegemiseks loomi.

Mõnesid füsioloogilisi vaatlusi saab läbi viia ka inimestel. Näiteks avastasid teadlased, et loomade ja inimese mõnedes elundites tekivad pidevalt väga nõrgad elektrivoolud. Need muutuvad sõltuvalt elundite seisundist: puhkeseisundis on nende voolude iseloom teistsugune kui elundite töötamise ajal. Selliseid elektrivoole — biovoole — tehakse kindlaks ja kirjutatakse üles

väga tundliku spetsiaalse aparatuuri abil. See uurimismeetod aitab õppida tundma inimese mõnede elundite talitlust ning võimaldab ühtlasi kindlaks teha üksikuid haigusi. Südame biovoolude üleskirjutus — elektrokardiogramm — võimaldab arstidel sageli avastada selle elundi haigusi.

■

Füsioloogia. Anatoomia. Hügieen.
Elundite talitlus.

1. ÜLDINE TUTVUMINE INIMESE ORGANISMIGA

1. Elundid ja elundkonnad

Inimese sarnasus loomadega. Juba välispidisel vaatlemisel on kerge märgata inimese sarnasust maismaal elavate selgroogsete loomadega. Nii inimestel kui ka nendel loomadel jaguneb keha peaks, kereks ja kaheks paariks jäsemeteks. Eriti suur on inimese sarnasus imetajate loomadega. Inimese loode areneb ema kehas, vastsündinud lapsed toituvad emapiimast. Inimese nahal on kerge märgata lühikesi, hõredalt paiknevaid karvu. Need meenutavad imetajate loomade karvkatet. Loetletud tunnused, samuti kõrvalestade, loomade küünistele, sõrgadele või kapjadele vastavate küünte olemasolu ja hammaskonna ehitus annavad tunnistust, et inimene kuulub imetajate klassi. Veelgi enam veenab selles inimese ja imetajate loomade siseehituse võrdlemine.

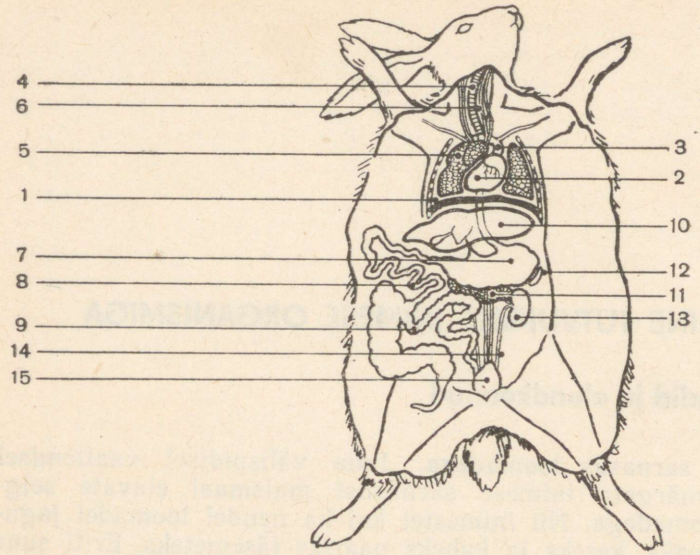
Võrrelge küüliku ja inimese siseehitust, kasutades jooniseid **1** ja **2**.

Leidke lihasvahesein — vahelihas ehk diafragma (*1*), mis eraldab rinnaõõnt kõhuõõnest.

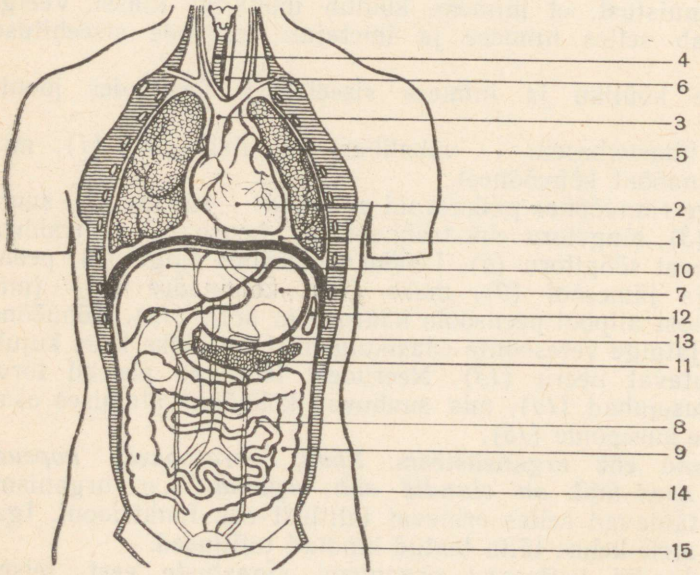
Vaadelge rinnaõõnes paiknevaid elundeid — südant (*2*), suuri veresooni (*3*), hingetoru ehk trahheat (*4*), kopse (*5*) ja trahhea taga asetsevat söögitoru (*6*). Leidke kõhuõõnes magu (*7*), peensool (*8*) ja jämesool (*9*), maks (*10*), kõhunääre (*11*) (mis paikneb maost allpool peensoole käärus) ja põrn (*12*). Kõhuõõne sügavuses jälgige veresoonte edasikulgemist ja leidke kaks kujult uba meenutavat neeru (*13*). Neerudest lähtuvad peened torukesed — kusejuhad (*14*), mis suubuvad kõhuõõne alumises osas paiknevasse kusepõide (*15*).

Elundkond ehk organsüsteem. ***Süda, veresooned, kopsud, neerud — need kõik on elundid ehk organid,*** s. o. organismi osad, mis täidavad selles erinevat talitlust ehk funktsiooni. Igal elundil on meie kehas täita teatud kindlad talitlused.

Ühed elundid kaitsevad organismi vigastuste eest, teised võimaldavad keha liikumist, kolmandates muutub toit ja muun-



Joon 1



Joon. 2

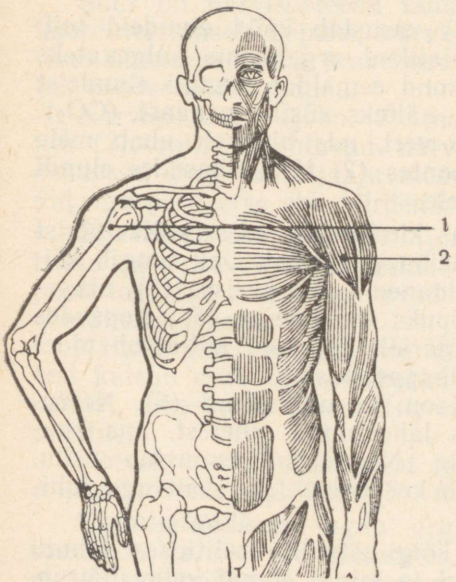
dub aineteks, millest organism üles ehitatakse, neljandad kannavad laiali verd keha kõigisse elunditesse.

Igas organismis on ühiselt talitlevate elundite rühmad. Need on elundkonnad ehk organsüsteemid. Elundkondade talitlus on vastastikuses seoses. Nendes samaaegselt kulgevad kooskõlastatud protsessid tagavad organismi kui terviku elu.

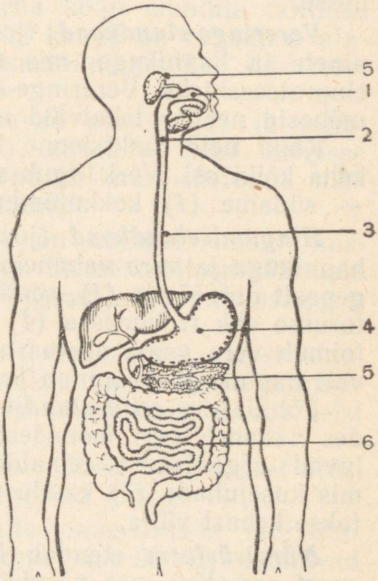
Katteelundkonna moodustavad nahk, mis katab keha väljastpoolt, ja niisked limaskestad, mis vooderdavad seestpoolt näiteks suu- ja ninaõõnt, samuti seedekulgla ja hingamisteede sisepinda. Need elundid kaitsevad meie organismi mitmesuguste välispidiste vigastuste, kuivumise, temperatuuri järskude kõikumiste, kahjulike ainete ja mikroobide sissetungi vastu.

Tugi- ja liikumiselundite süsteemi moodustavad luustik ehk skelett (joon. 3, *1*) ja lihased. Luuskelett on meie organismi toeks. Luudele kinnituvad skeletilihased (*2*). Nende abil teostuvad mitmesugused liigutused, nagu näiteks käimine, jooksmine, füüsiline töö.

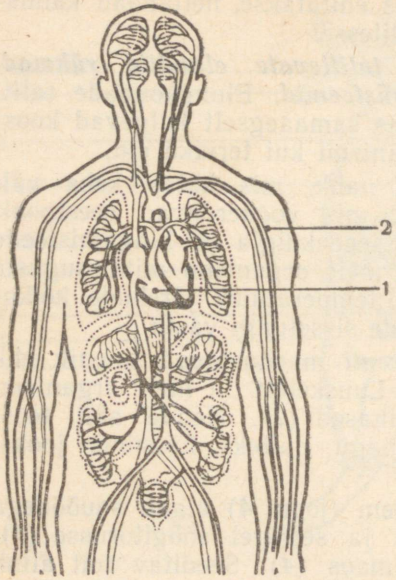
Seedeelundkond ehk seedesüsteem (joon. 4) algab suuõõnega (*1*). Sealt siirdub toit neelu (*2*) ja seejärel söögitorusse (*3*). Toidu edasine seedimine toimub maos (*4*). Seeditav toit allub seedemahlade toimele, mida toodavad seedenäärmed (*5*), näiteks süljenäärmed. Seedimise tulemusena moodustuvad ained, mis on vajalikud keha ülesehitamiseks ja kõigi elundite talitluseks.



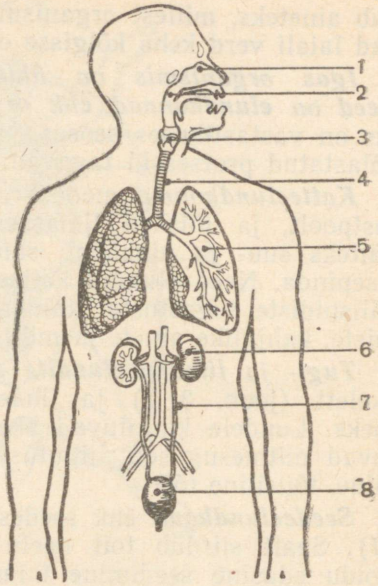
Joon. 3



Joon. 4



Joon. 5



Joon. 6

Need ained kantakse verega sooltorust (*6*) keha kõigisse osadesse.

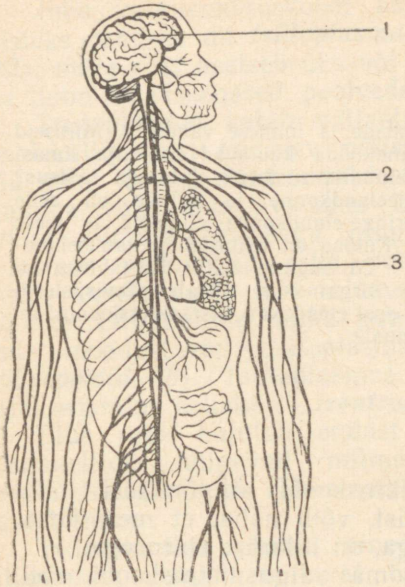
Vereringe-elundkond (joon. **5**) varustab kõiki elundeid toitainete ja hapnikuga, mis on vajalikud organismis kulgevateks eluprotsessideks. Vereringe-elundkond eemaldab samuti elundeist mõnesid nendes tekkivaid aineid, näiteks süsihappegaasi (CO_2).

Kõiki neid funktsioone täidab veri, mis pidevalt uhab meie keha kõiki osi. Veri liigub veresoontes (*2*) tänu lihaselise elundi — südame (*1*) kokkutõmbumistele.

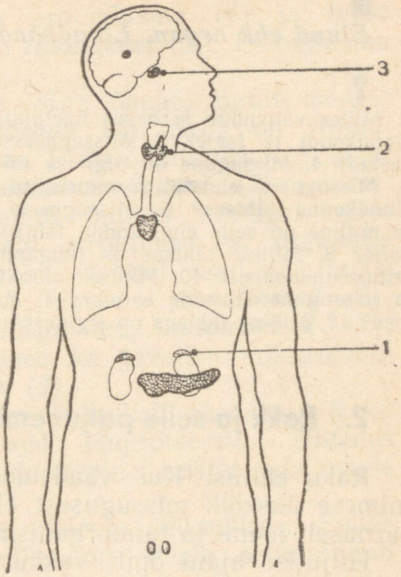
Hingamiselundkond (joon. **6**) kindlustab vere küllastumist hapnikuga ja vere vabanemist süsihappegaasist. Õhk tungib kõigepealt ninaõõnde (*1*), seejärel ninaneelu (*2*), kõrisse (*3*), hingetorusse ehk trahheasse (*4*) ja lõpuks kopsudesse (*5*). Kopsudes toimub vere gaasivahetus atmosfääriõhuga: veri küllastub pidevalt hapnikuga ja annab ära süsihappegaasi.

Põhilisteks ***erituselunditeks*** (joon. **6**) on neerud (*6*). Neerudes vabaneb veri mõnedest vees lahustunud ainetest, mis kuuluvad organismist eemaldamisele. Neerudes moodustub uriin, mis kusejuhade (*7*) kaudu valgub kusepõide (*8*), sealt aga juhitakse kehast välja.

Närvisüsteem etendab keha kõigi elundite talitluses tohutu suurt osa. Kui seos närvisüsteemi ja mingi elundi vahel häirub, lakkab viimane kohe normaalselt funktsioneerimast.



Joon. 7



Joon. 8

Suur on närvisüsteemi tähtsus keha kõigi elundite talitluse koordineerimisel. Lõpuks, närvisüsteemi kaudu on organism alatises ühenduses teda ümbritseva välismaailmaga. See side teostub ***meeleelundite*** kaudu.

Närvisüsteemi (joon. 7) moodustavad peaaju (*1*) ja seljaaju (*2*), millest lähtuvad närvid (*3*), siirdudes keha kõigisse osadesse. Pea- ja seljaaju moodustavad kesknärvisüsteemi, närvid aga perifeerse ehk piirdenärvisüsteemi.

Sisesekretsiooninäärmed (joon. 8) on elundid, mis valmistavad ja eritavad verre erilisi aineid. Sisesekretsiooninäärmete poolt toodetud ained avaldavad väga tugevat mõju mitmesuguste elundite talitlusele.

Näiteks üks neerupealiste (*1*) poolt verre eritatavatest ainetest kutsub esile südame kokkutõmbumiste tugevnemist ja kiirenemist, veresoonte ahenemist, silmaava suurenemist ja rea teisi muutusi.

Sisesekretsiooninäärmetest märgime näiteks kilpnääret (*2*), ajuripatsit ehk hüpofüüsi (*3*), neerupealiseid (*1*).

Sigimiselundkond tagab organismile omasarnaste reprodutseerimise, s. o. soo jätkamise. Sellesse elundkonda kuuluvad mehe sugunäärmed — seemnesarjad, naise sugunäärmed — munasarjad, samuti emakas, mille sees toimub loote arenemine.

Elund ehk organ. Elundkond.

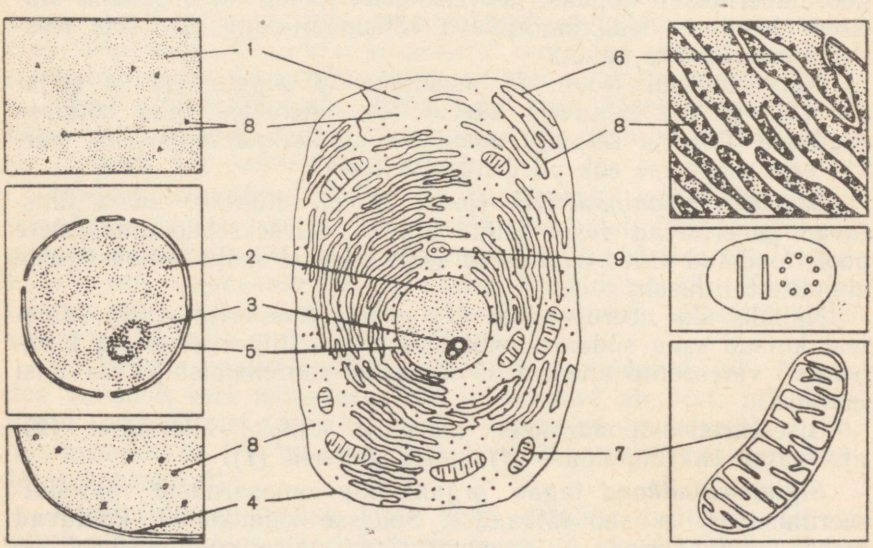
?

1. Milles väljendub sarnasus imetajate loomade ja inimese vahel? 2. Milliseid elundkondi te teate? 3. Missugusesse elundkonda kuuluvad nahk ja limaskestad? 4. Missugune on tugi- ja liikumiselundite süsteemi ehitus ja tähtsus? 5. Missugused elundid moodustavad seedeelundkonna ja milline on selle elundkonna tähtsus? 6. Missuguseid vereringe-elundkonna elundeid te teate ja milline on selle elundkonna tähtsus? 7. Kuidas on ehitatud hingamiselundkond? 8. Milline tähtsus on hingamisel? 9. Missugune ehitus ja tähtsus on erituselundkonnal? 10. Milliseid funktsioone organismis täidab närvisüsteem ja missugune on selle ehitus? 11. Millist osa etendavad sisesekretsiooninäärmed? 12. Milline tähtsus on sigimiselundkonnal?

2. Rakk ja selle paljunemine

Raku ehitus. Kui vaadelda mikroskoobi all õhukest lõiku inimese ükskõik missugusest elundist, võib näha, et meie keha, sarnaselt loom- ja taimorganismidega, on rakulise ehitusega.

Hiljutise ajani õpiti rakku tundma valgusmikroskoobi abil, mis annab kuni 2000-kordse suurenduse. Ent pärast seda kui konstrueeriti elektronmikroskoop, mis võimaldab saada kuni miljonikordseid suurendusi, hakkasid uurijad tungima raku erakordselt keeruka ehituse pisimatesse detailidesse. Tutvuge joonise 9 kaudu raku ehitusega, nähtuna elektronmikroskoobi all.



Joon. 9

Juba valgusmikroskoobi abil tehti kindlaks, et raku põhilisteks osadeks on ***tsütoplasma*** ehk protoplasma (*1*) ja ***tuum*** (*2*), mille sees asetseb üks või mitu ***tuumakest*** (*3*). Tsütoplasma ja tuum on viskoossed, poolvedelad.

Tsütoplasmat katab väljastpoolt väga õhuke, ainult mõnest molekulidekihist koosnev ***välismembraan*** (*4*). Seda on võimalik näha üksnes elektronmikroskoobis. Elektronmikroskoobi kasutamine võimaldas avastada ka ***tuumamembraani*** (*5*) ja tutvuda viimase ehitusega ning samuti õppida tundma tsütoplasmas paiknevaid raku peenimaid struktuure — ***organelle*** ehk rakuelundeid, mis täidavad rakus teatud kindlaid funktsioone. Organellide hulka kuuluvad ülipeened ***kanalikesed*** (*6*), mis moodustavad tsütoplasmas võrgustiku, ***mitokondrid*** (*7*), ***ribosoomid*** (*8*). Tsütoplasmas asetseb ka tavalise mikroskoobi abil eristatav kehake — ***tsentrosoom*** (*9*).

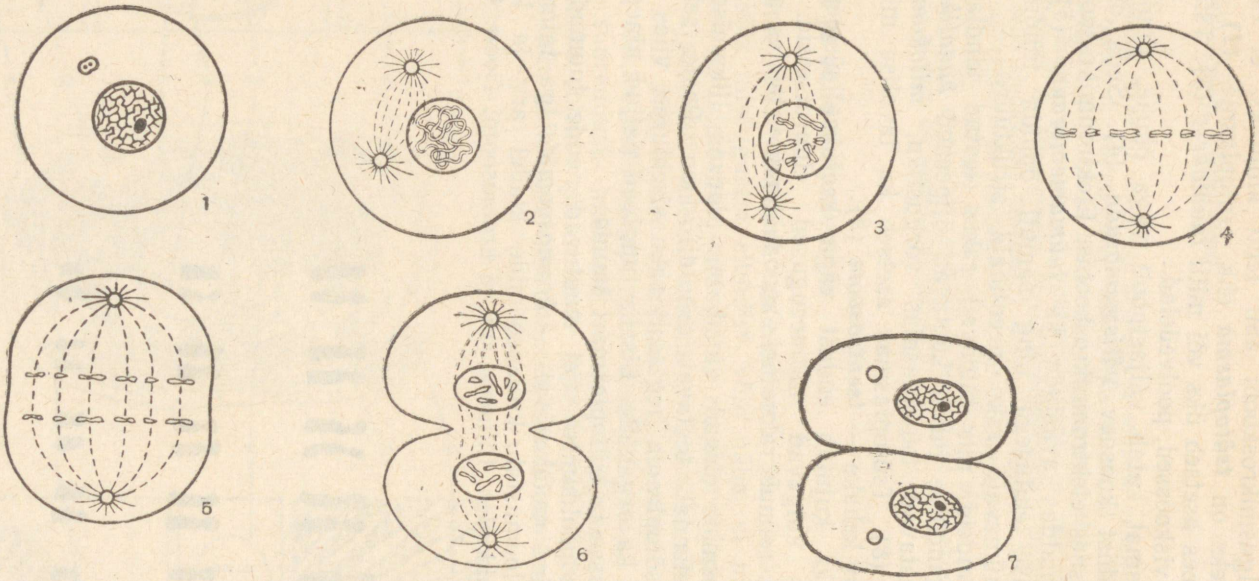
Elus rakk kujutab endast väga keerukat süsteemi. Raku organellides kulgevad mitmesugused eluprotsessid. Ühtedes organellides toimub rakuainete moodustumine, teistes aga nende muutumine.

Tsütoplasmas olevad ained on pidevas liikumises. Selles liikumises etendab teatavat osa difusioon. Peale selle liigub poolvedel tsütoplasma aeglaselt raku sisemuses, viies oma vooluga kaasa ka organelle. Lisaks tungivad paljud ained tuumast tsütoplasmasse ja tsütoplasmast tuuma.

Rakkude pooldumise ajal muutuvad nende tuumades nähtavateks niitjad moodustised — ***kromosoomid.*** Iga taime- ja loomaliiki iseloomustab kromosoomide kindel arv ja kuju keha kõikides rakkudes. Inimesel on 46 kromosoomi (joon. **10**).



Joon. **10**



Joon. 11

Rakkude paljunemine. Nagu enamikul loomadel ja taimedelgi, paljunevad rakud inimese organismis põhiliselt ***kaudpooldumise*** ehk mitoosi teel. See on väga keeruline protsess. Jälgime seda joonisel **11** antud skeemi järgi. (Joonise lihtsustamiseks on sellel 46 kromosoomi asemel näidatud ainult 6 kromosoomi.)

Raku pooldumiste vaheajal on kromosoomid tuumades niivõrd peenikesed, et neid pole võimalik eristada isegi elektronmikroskoobis. Enne raku pooldumise algust (*1*) rakutuuma kõik 46 kromosoomi poolduvad ja omandavad tuumas olevate ainete arvel lõpliku kuju.

Rakus toimub ka teisi muutusi: tsentrosoom jaguneb kaheks (*2*); tema kummagi osa vahel ilmuvad tsütoplasmas ülipeened tugevalt pingul niidikesed, nn. mitoosikääv (*2, 3*). Seejärel tuuma pooldunud kromosoomid paksenevad tugevasti, lühenevad ja muutuvad mikroskoobis selgesti nähtavateks (*3*). Tuumamembraan lahustub. Pooldumise järgmisel staadiumil eemalduvad tsentrosoomi osad raku poolustele, pooldunud kromosoomid aga asetuvad raku ekvatoriaaltasapinnale (*4*). Seejärel hakkavad pooldumisel moodustunud kromosoomid eemalduma raku eri poolustele ja raku kummassegi poolde satub 46 kromosoomi (*5*).

Kromosoomid lähenevad üksteisele ja nende ümber tekib tuumamembraan. Samal ajal tekib kahe uue raku piiril rakumembraan, tsütoplasmas aga tuleb nähtavale vagu (*6*), mis muutub järjest sügavamaks. Lõpuks jaguneb tsütoplasma täielikult, kromosoomid aga peenenevad, muutudes pikkadeks niitideks (*7*). Sellega jõuab raku pooldumine lõpule: ühest rakust tekkis kaks. Mõlema uue raku tuumas on 46 kromosoomi, samasugused nagu nende emarakuski.

Kromosoomid on vanemailt järglastele edasiantavate organismi pärilike algete kandjateks.

Harva esineb inimese organismis rakkude pooldumine, millega ei kaasne eespool kirjeldatud keerulisi tuumaaine muutumisi. Niisugust raku pooldumist nimetatakse ***otsepooldumiseks*** ehk amitoosiks.

■

Kromosoomid. Organellid.

?

1. Missuguseid raku osi on võimalik näha valgusmikroskoobi abil? 2. Missuguseid raku ehituse üksikasju on õnnestunud avastada elektronmikroskoobi abil? 3. Kus paiknevad kromosoomid? 4. Mitu kromosoomi esineb inimese keha igas rakus? 5. Missuguseid rakuelundeid ehk organelle te teate? 6. Kuidas toimub raku kaudpooldumine ehk mitoos?

3. Raku keemiline koostis ja eluomadused

Rakuained. Meie organismi rakud koosnevad mitmesugustest keemilistest ühenditest. Ühed nendest ühenditest — anorgaanilised — esinevad ka eluta looduses. Nende hulka kuuluvad vesi ja mineraalsoolad. Kuid elusatele rakkudele on kõige iseloomulikumad orgaanilised ühendid, mille molekulid on väga keeruka ehitusega. Orgaanilistest ühenditest on suurima tähtsusega valgud, rasvad, süsivesikud ja nukleiinhapped.

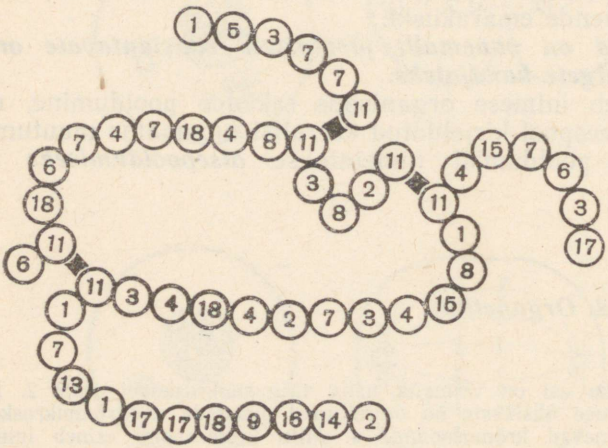
Raku anorgaanilised ühendid. Kõige rohkem esineb rakus vett. Vesi on hea lahustaja. Vesi etendab tähtsat osa kõigis rakus kulgevates eluprotsessides. Vesilahuses avaldavad mitmesugused rakus sisalduvad ained üksteisele vastastikku keemilist toimet. Vees lahustunud toitained tungivad rakku läbi rakumembraani. Vesi soodustab ka eluprotsesside tulemusena rakus tekkinud ainete eemaldamist sealt.

Mineraalsooli on rakkude tsütoplasmas ja tuumas vähesel hulgal. Kuid sellest hoolimata on nende osa raku elus väga suur.

Raku orgaanilised ühendid. Rakku moodustavatest ainetest kuulub tema talitlustes peamine osa orgaanilistele ühenditele.

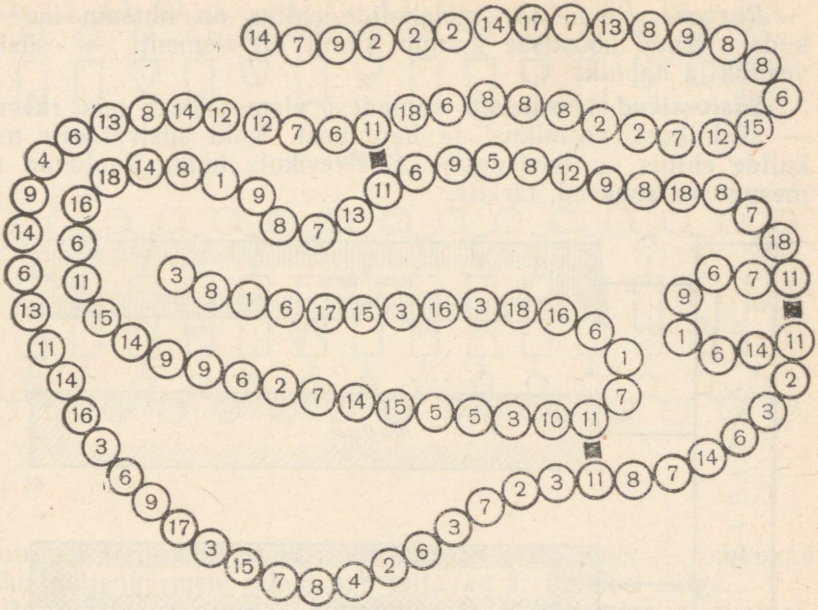
Valgud on iga elusa raku põhilisteks aineteks. Valkudeta pole elu. Nad moodustavad tsütoplasma ja tuuma põhialuse.

Valgud kuuluvad kõige keerukamate looduses esinevate ainete hulka. Nende molekulid koosnevad tuhandetest aatomitest. Kuid valkude koostisse kuuluvate elementide arv on suhteliselt väike.



Aminohapete järjestus valkaine insuliini molekulis.

Joon. 12



Aminohapete järjestus valkaine ribonukleaasi molekulis.

Joon. 13

Tingimata on valkudes süsinik, vesinik, hapnik ja lämmastik. Peale nende nelja tingimata tarviliku elemendi esineb valkudes peaaegu alati väävel, sageli fosfor ja mõned teised.

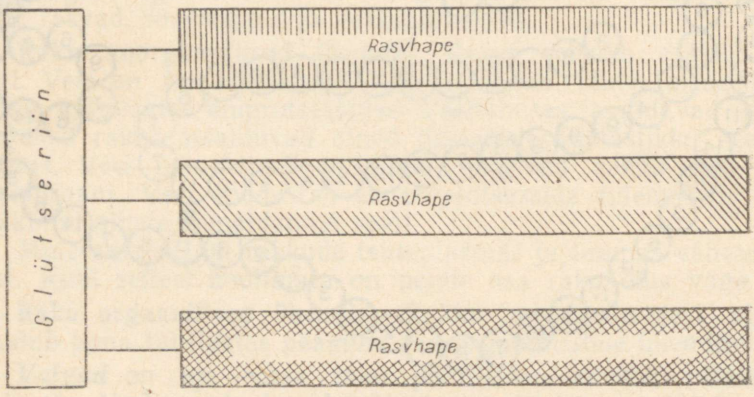
Mõõtmetelt ületab valgu molekul sadu ja tuhandeid kordi teile tuntud anorgaaniliste ühendite molekule. On tehtud kindlaks, et taimede, loomade või inimese ükskõik missuguse valgu molekul koosneb sadadest üksteisega järjestikku seotud ***aminohapete*** molekulidest (joon. **12**, joon. **13**).

Valkudes esineb ainult ligikaudu 20 erinevat aminohapet. Kuid sellest hoolimata on valguühendid lõpmatult mitmekesised. Ühesainsas elusas rakus on kuni 1000 erinevat valku! Peale selle on eri organismides valkude koostis erinev.

Kuidas saab 20 erineva aminohappe kombineerumine anda valkude niisuguse määratu suure mitmekesisuse? Seda on võimalik mõista, meenutades, et igaüks meist võib üksnes tähestiku 32 tähte kasutades kirjutada lõputul hulgal erinevaid sõnu ja lauseid. Sarnaselt öelduga oleneb ka valkude mitmekesisus sellest, missuguses järjekorras on nende molekule moodustavad aminohapped omavahel ühendatud.

Rasvade (joon. **14**) molekulide ehitus on lihtsam kui valkudel. Nende koostisse kuulub ainult 3 elementi — süsinik, vesinik ja hapnik.

Süsivesikud koosnevad samadest elementidest mis rasvadki — süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Kuid süsivesikute molekulide ehitus on teistsugune. Süsivesikute hulka kuuluvad mitmesugused suhkrud, tärklis.

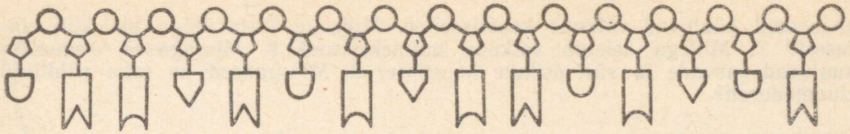


Joon. **14**

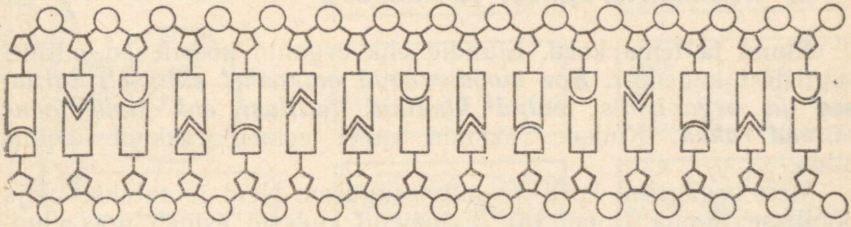
Nukleiinhapped (joon. **15**) tekivad rakutuumas. Sellest tuleneb ka nende nimetus (*nucleus* — tuuma ladinakeelne nimetus). Ühed nukleiinhapetest — desoksüribonukleiinhapped (lühend DNH) esinevad põhiliselt rakkude kromosoomides. Need happed etendavad põhilist osa antud rakule iseloomulike valkude ülesehitamises ja pärilike algete edasiandmises vanematelt järglastele. DNH molekulid on valgu molekulidest tunduvalt suuremad. Teiste nukleiinhapete — ribonukleiinhapete (lühend RNH) funktsioonid on samuti seotud valkude ülesehitamisega rakus.

Raku põhilised eluomadused. Meie keha iga elus rakk ***toitub,*** saades aineid, mida talle toob kohale veri seedeelunditest. Orgaanilised ained alluvad rakus keemilisele ***lagunemisele*** ja moodustavad lihtsama ehitusega aineid. Enamikus rakkudes toimub kõrvuti orgaaniliste ühendite lagunemisega nende ***hapendumine*** hapniku kaasabil, mida toimetab kohale veri. Ainete lagunemisel ja hapendumisel rakus vabaneb energia, mis kulutatakse rakus kulgevateks **eluprotsessideks.**

Rakud on võimelised reageerima ärritustele — füüsikalistele ja keemilistele muutustele neid ümbritsevas keskkonnas. Rakkude seda omadust nimetatakse ***erutuvuseks.*** Näiteks lihaste rakud



RNH



DNH

Joon. 15

muutuvad ärritamise mõjul lühemaks ja paksemaks — tõmbuvad kokku, süljenäärmete rakud aga eritavad ärritamisel sülge.

Rakkudele on omased ***kasvamine*** ja ***paljunemine*** (sigimine). Eriti kiiresti paljunevad rakud lapse ja nooruki organismis. Kuid see protsess ei katke ka täisealisel inimesel. Mõned rakud surevad ja asenduvad pidevalt uutega inimese terve eluaja vältel. Näiteks haavade paranemine ja luude kokkukasvamine luumurdude kohal toimub tänu rakkude paljunemisele.

Elusa raku põhilisteks omadusteks on toitumine, rakuainete lagunemine ja hapendumine, erutuvus, kasvamine ja paljunemine.

Fermendid. Kõik rakus kulgevad eluprotsessid on seoses rakku moodustavate ainete füüsikalise oleku ja keemilise koostise pideva muutumisega.

Paljude keemiliste reaktsioonide kulg kiireneb mõnede ainete juuresolekul. Elusas rakus esineb palju valkaineid, mis kiirendavad temas toimuvaid keemilisi muutumisi. Neid aineid nimetatakse ***fermentideks.*** Näiteks hapendumisprotsessid elusas rakus saavad toimuda ainult teatud kindlate fermentide juuresolekul. Enamik rakus olevaid valke on fermentide omadustega.

■

Valgud. Rasvad. Süsivesikud. Nukleiinhapped. Fermendid.

?

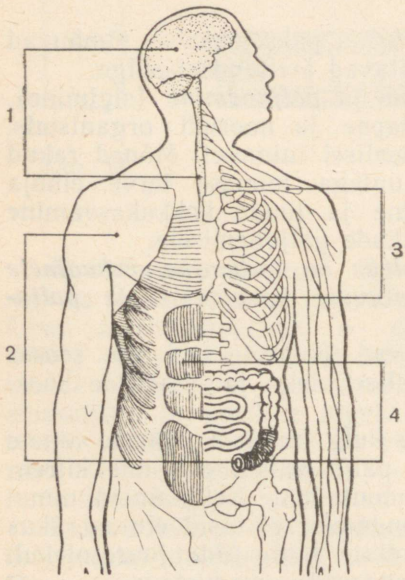
1. Missugused ained esinevad rakus? 2. Missugust ainet on rakus kõige rohkem? 3. Missugused ained on elusale rakule kõige iseloomulikumad? 4. Missugused ained moodustavad tsütoplasma ja tuuma põhialuse? 5. Millised

elemendid kuuluvad valkude koostisse? 6. Mida te teate valgu molekuli ehitusest? 7. Millega seletub valkude mitmekesisus? 8. Missugused elemendid kuuluvad rasvade ja süsivesikute koostisse? 9. Missugused on raku põhilised eluomadused?

4. Koe mõiste. Epiteel- ja sidekoed

Elund ja tema koed. Elundid ehk organid koosnevad mitmesugustest kudedest. ***Koe moodustavad omavahel ehituselt sarnased ja organismis teatud kindlaid talitlusi ehk funktsioone täitvad rakud.*** Kudede rakkude vahel esineb rakkudevaheline ollus.

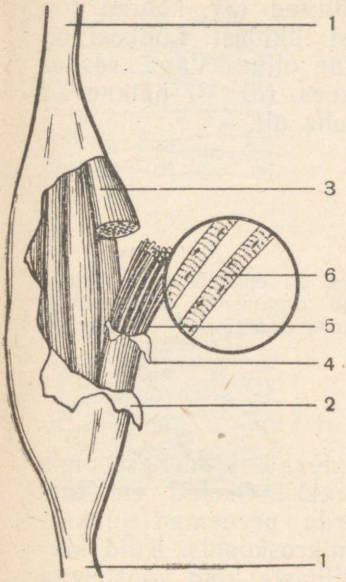
Meie organismi koed on mitmesugused. Neid jaotatakse nelja põhilisse rühma (joon. **16**). Erinevaid kudesid esineb igas elundis. Selles võib veenduda näiteks skeletilihase vaatlemisel (joon. **17**).



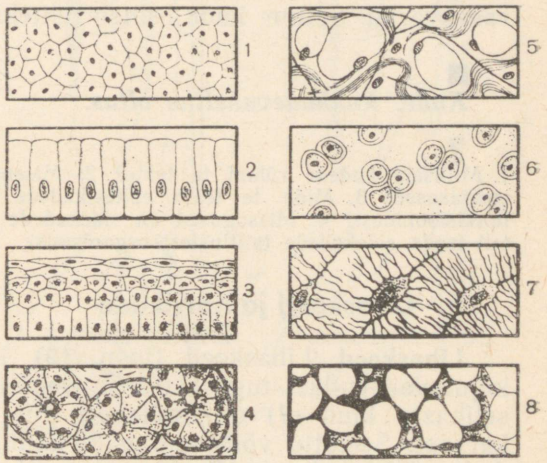
Närvikude (1) moodustab pea- ja seljaaju põhimassi.
Epiteel- ehk kattekoed (2) katavad keha välispindu ja vooderdavad paljusid siseelundite õõsi.
Sidekoed (3) on ehituselt ja talitlustelt ehk funktsioonidelt mitmekesised. Nad moodustavad vahekihte elundeis või elundite vahel. Teised sidekoed, näiteks luukude ja kõhrkude, täidavad tugifunktsiooni.
Lihaskoed (4) täidavad organismis liikumisfunktsiooni. Nad on põhikudedeks skeleti- ja siseelundite lihastes.

Joon. **16**

Valgete tihedate ja elastsete kõõluste abil, mis asetsevad lihaste otstes (*1*), kinnitub lihas luude külge. Väljastpoolt katab lihast õhuke läbipaistev sidekoeline kest (*2*). Kui see kile eemaldada, selgub, et lihas koosneb paljudest lihasekimpudest (*3*). Iga selline lihasekimp on kaetud lihase väliskestaga sarnaneva kestaga (*4*). Lihasekimp jaguneb omakorda veelgi väiksemateks lihasekimpudeks (*5*). Pole kerge eraldada kõige väiksemat liha-



Joon. 17



Joon. 18

sekimpu. Ent spetsiaalsete uurimisriistade abil saab kõige väiksemaid lihasekimpe lahutada veel üksikuteks mikroskoopiliselt peenteks lihasekiududeks (*6*).

Epiteelkoed. Epiteel- ehk kattekudedes (joon. 18, *1—4*) asetsevad rakud tihedasti üksteise kõrval. Rakkudevahelist ollust esineb niivõrd vähe, et seda on raske avastada. Läbi rakkude katkematu kihi on mikroobidel, tolmukübemetel ja kahjulikel ainetel raske tungida organismi sisemusse. Sageli koosneb epiteelkude paljudest rakukihtidest (*3*). Selline kude kaitseb kindlalt tema all paiknevaid elundeid. Olles allutatud kahjulikele välismõjudele, hukkuvad epiteelirakud suurtes hulkades. Seoses sellega on neil võime kiiresti paljuneda: surnud rakud asendatakse uutega. Näiteks naha pindmised rakud pidevalt hävivad ja langevad ära. Neid asendavad uued, mis on tekkinud naha sügavama kihi rakkude paljunemisel.

Näärmeid vooderdavad epiteelkoed (*4*) eritavad ehk nõristavad mitmesuguseid vedelikke: süljenäärmed — sülge, higinäärmed — higi, pisaranäärmed — pisaravedelikku.

Sidekoed. Sidekudedes rakud tavaliselt ei külgne üksteisega. Nende vahel asetseb rakkudevaheline ollus. Kohevas sidekoes esineb rakkudevaheline ollus kiududena. Kiudude vahel paiknevad hajusalt üksikud rakud. Selline kude esineb näiteks naha epiteliaalse kihi all ning annab nahale venivuse ja elastsuse.

Sidekoelised kestad lihaste ümber, kõõlused (*5*), kõhred (*6*) ja luud (*7*) koosnevad sidekoe erinevatest liikidest. Luukoel on väga kõva ja vastupidav rakkudevaheline ollus. Väga rasvarakkuderikkas kohevas sidekoes — rasvkoes (*8*) — paiknevad rasvavarud. Selline kude esineb näiteks naha all.

■

Kude. Rakkudevaheline ollus.

?

1. Milliseid kudede rühmi te teate? 2. Missugused on epiteelkudede ehituse iseärasused? 3. Mida te teate epiteelkudede poolt organismis täidetavatest funktsioonidest? 4. Missugused on sidekudede ehituse iseärasused? 5. Mis on teil teada sidekudede talitlustest organismis?

5. Lihaskoed ja närvikude

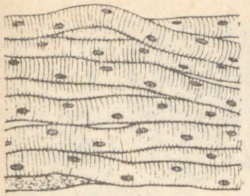
Lihaskoed. Lihaskoed (joon. **19**) koosnevad kiududest, mis kujutavad endast tugevasti väljaveninud rakke. Skeleti- ehk toeselihaste kiud (*1*) on ligikaudu viis korda peenemad juuksekarvast. Seetõttu võib neid näha ainult mikroskoobis. Kuid kiudude pikkus ulatub 10—12 cm-ni. Skeletilihaste kiud koosnevad tsütoplasmast, milles on palju pikergusi tuumi. Tsütoplasmas esinevad väga peenikesed niidikesed — lihasekiukesed ehk müofibrillid. Nendel on võime kokku tõmbuda, s. o. lüheneda ja pakseneda. Mikroskoobis paistavad selle koe kiud ristipidi vöödilistena. Sellepärast nimetataksegi skeletilihaseid moodustavat kude ***vöötlihaskoeks.***

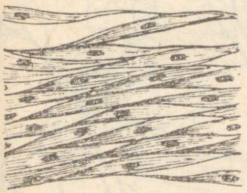
Siseelundite, näiteks mao ja sooltoru lihaseid moodustava koe rakud on teistsuguse ehitusega (*2*). Nende pikkus on ainult umbes 0,1 mm. Niisuguse raku tsütoplasmas esineb üks tuum ja kokkutõmbuvad kiukesed. Siseelundite lihaste kiududel puudub ristipidine vöödistus ja seda kude nimetatakse ***silelihaskoeks.*** Erandi üldreeglist moodustab südamelihas, mis koosneb erilise ehitusega vöötlihaskoest.

Kõigil lihaskudedel on ühiseid omadusi. Lihasekiudude tsütoplasmas olevad lihasekiukesed ehk müofibrillid põhjustavad lühenedes ja paksenedes lihasekiudude kokkutõmbumist. Sealjuures tõmbub kokku ka terve lihas.

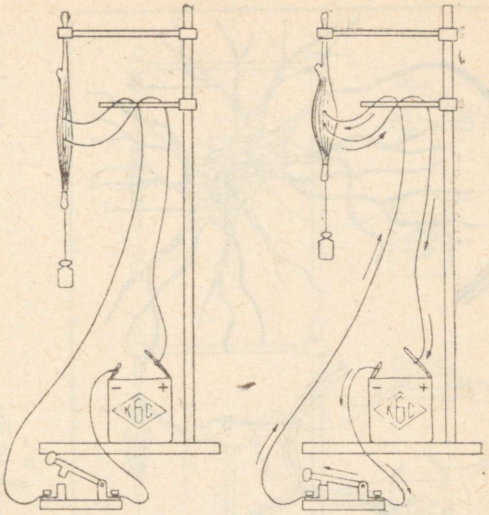
Lihaskoe omadustega saab tutvuda katse abil. Kui äsja surmatud konna kehast väljalõigatud lihasesse toimib mingi mehhaaniline (näpistus pintsetiga või torge nõelaga), keemiline (happe pealetilgutamine), temperatuuri- (puudutus tulise esemega) või elektriline (elektrivoolu läbijuhtimine) ärritaja, tekib lihases ***erutusseisund*** ja lihas ***tõmbub kokku*** (joon. **20**). Pärast ärritamise lõpetamist lihas lõtvub ja omandab endise pikkuse.

Lihaskoe põhilisteks omadusteks on erutuvus ja kokkutõmbuvus.





Joon. 19

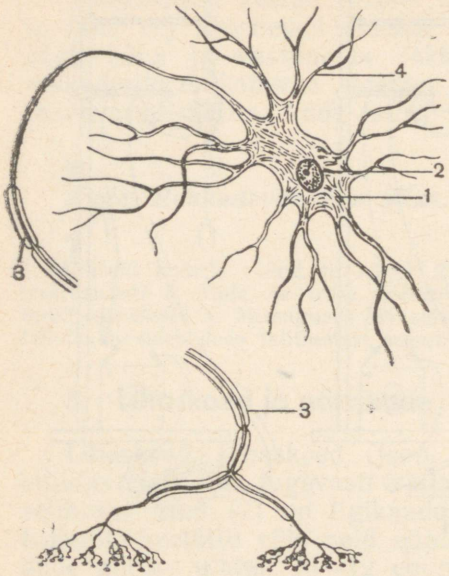


Joon. 20

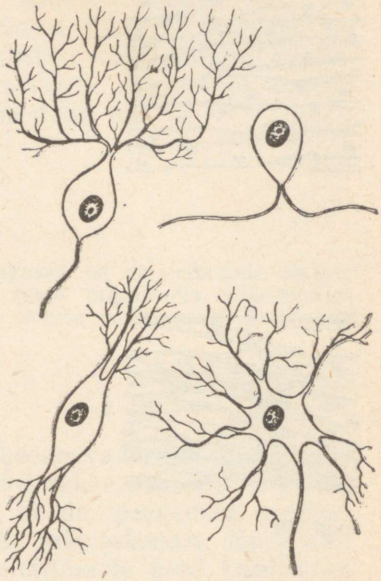
Närvikude. Närvikude moodustavaid rakke nimetatakse ***närvirakkudeks*** ehk ***neuroniteks.*** Nende ehitusega saab tutvuda, kui vaadelda mikroskoobi all pea- või seljaaju õhukest lõiku. Neuron (joon. **21**) koosneb ***kehast*** (*1*) ja tsütoplasmaatilistest ***jätketest.*** Neuroni keha tsütoplasmas asetseb tuum (*2*) tuumakesega. Üks neuroni jätke (*3*) on tavaliselt teistest pikem ja seda nimetatakse närvikiuks. Tipus närvikiud hargneb. Närvikiud on niivõrd peened, et neid on võimalik näha ainult mikroskoobis. Kuid sageli on nad väga pikad — kuni 1 m. Peale selle lähtub neuroni kehast üks või mitu lühikest, tugevasti hargnevat jätket (*4*). Närvirakud on jätkete kuju ja arvu poolest väga mitmekesised (joon. **22**).

Neuronite kehad paiknevad peamiselt selja- ja peaajus, s. t. kesknärvisüsteemis. Nende kogumikud moodustavad peaaju ja seljaaju niinimetatud ***hallolluse*** (joon. **23**, *1*). Väljaspool kesknärvisüsteemi esineb väikesi hallolluse kogumikke, mida nimetatakse ***närvisõlmedeks ehk ganglionideks.*** Ühtede neuronite kiud jäävad kesknärvisüsteemi piiresse, moodustades peaaju ja seljaaju ***valgeolluse*** (*2*). Teiste neuronite kiud koonduvad kimpudeks — närvideks, mis väljuvad kesknärvisüsteemist (*3*). Viimasest eemaldudes hargnevad jämedad närvid üha peenemateks, mis siirduvad kõigisse elunditesse (lk. 11, joon. 7; värv. tahv. IX).

Närvikoe omadustega on kerge tutvuda katse abil. Surmatud



Joon. 21



Joon. 22

konna kehast lõigatakse välja lihas koos sellesse siirduva närviga. Kui elektrivooluga ärritada närvi, tekib selles ***erutus,*** mis ***juhitakse*** lihasesse ja mis kutsub esile lihase kokkutõmbumise (joon. 24).

Närvikoe põhilisteks omadusteks on seega erutuvus ja erutuvuse juhtivus.

■

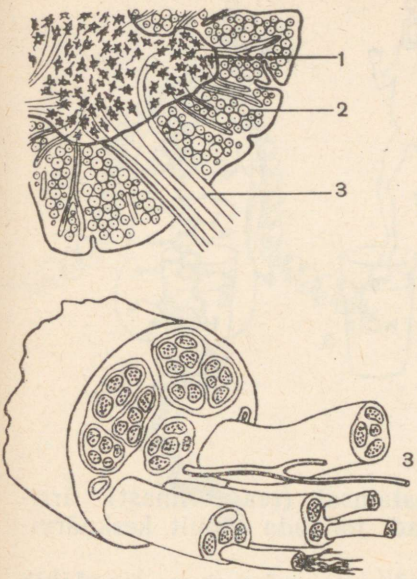
Hallollus. Valgeollus. Ärritus. Erutus.

?

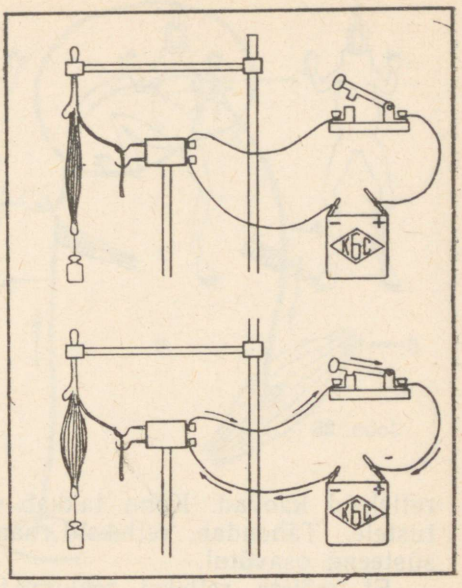
1. Missugune on skeletilihaste koe ehitus? 2. Mille poolest erineb siseelundite lihaste kude skeletilihaste koest? 3. Milline tähtsus organismile on lihastel? 4. Milliseid funktsioone täidavad lihased organismis? 5. Missugused on lihaskudede põhilised omadused? 6. Missuguse ehitusega on närvirakk ehk neuron? 7. Missuguse ehitusega on närv? 8. Missugused omadused on närvikoel? 9. Milliste katsete abil on võimalik selgitada lihas- ja närvikoe omadusi?

▲

1. Leidke toorel lihal lihast ümbritsev sidekoeline kest ja kõõlused, millega lihas kinnitus luudele. Missugusest koest koosnevad kõõlused? 2. Lõigake välja väike tükike keedetud liha piki kiude. Lahutage see lihatükike kahe nõela abil lihasekimpudeks. Asetage üks lihasekimp alustassile ja lõhestage see nõeltega edasi võimalikult veelgi peenemateks kimbukesteks.



Joon. 23



Joon. 24

6. Refleks ja refleksikaar. Pidurdus

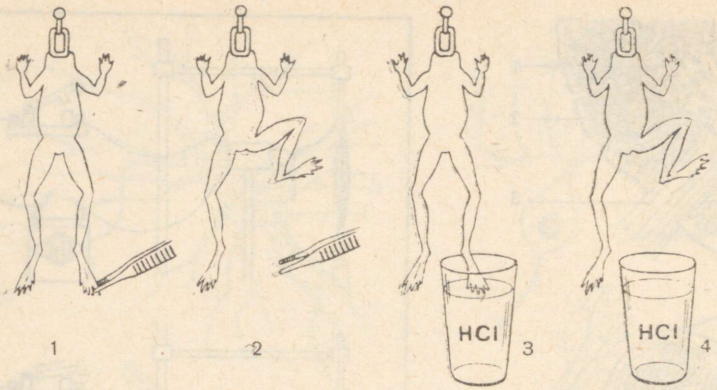
Refleks. Nagu te zooloogia kursusest mäletate, sooritavad loomad mitmesuguseid toiminguid, mis võimaldavad neil hankida toitu, vältida hädaohte, tuua ilmale ja kaitsta järglaskonda. Samuti on teile teada, et sellised toimingud on lihtsamate või keerukamate reflekside väljendusteks.

Kõik refleksid teostuvad kesknärvisüsteemi — pea- ja seljaaju talitluste kaudu.

Mõnda refleksi on üsna lihtne õppida tundma konnal, kellelt on eemaldatud peaaju. Kuna sellisel konnal funktsioneerib ainult seljaaju, säilivad tal vaid mõned väga lihtsad refleksid, mida on kerge vaadelda (joon. 25).

Kui pintsetiga näpistada eemaldatud peaajuga konna tagajäseme varbaid (*1*), tõmbuvad selle jäseme teatud kindlad lihased kokku ja põid tõuseb pisut ülespoole (*2*). Samal viisil reageerib konn ka tagajäseme varvaste nõrka happelahusesse langetamisele (*3*, *4*), varvaste ärritamisel tuliseks aetud metalliga, elektrivooluga.

Organismi sellised reaktsioonid vastuseks mitmesugustele ärritustele ongi ***refleksid.*** Pärast seljaaju purustamist konnal



Joon. 25

refleksid kaovad. Konn lakkab vastamast (reageerimast) ärritustele. Tähendab, refleksid saavad toimuda ainult kesknärvisüsteemi osavõtul.

Et mõista refleksi tekkimist, jälgime, missuguse tee läbib erutus ärritamispaigast kuni vastava elundini.

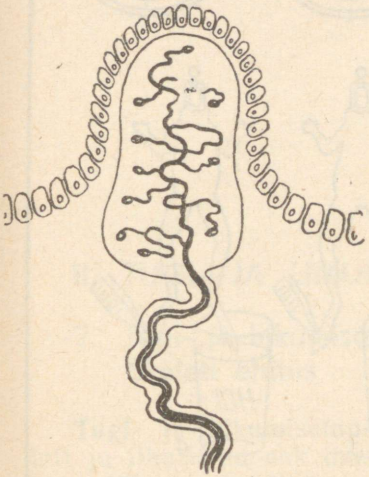
Nahas asetsevad ärritusi vastuvõtvad moodustised. Need on ***retseptorid.*** Ühed retseptorid kujutavad endast ***tsentripetaalsete*** (s. o. erutusi kesknärvisüsteemi juhtivate) neuronite närvikiudude lõpmeid. Teised retseptorid on tsentripetaalsete neuronite närvikiudude lõpmetega seotud kehakesed (joon. 26).

Mehhaaniliste, keemiliste, elektriliste ja teiste ärritajate toimel tekib retseptorites erutus (joon. 27, *1*). Organismis kandub erutus edasi tsentripetaalsete neuronite kiudude (*2*) ja kehade (*3*) kaudu. Kesknärvisüsteemis antakse erutus üle teistsugustele närvirakkudele, mida nimetatakse ***tsentrifugaalseteks*** neuroniteks (*4*). Neid mööda juhitakse erutus kesknärvisüsteemist elunditesse (*5*).

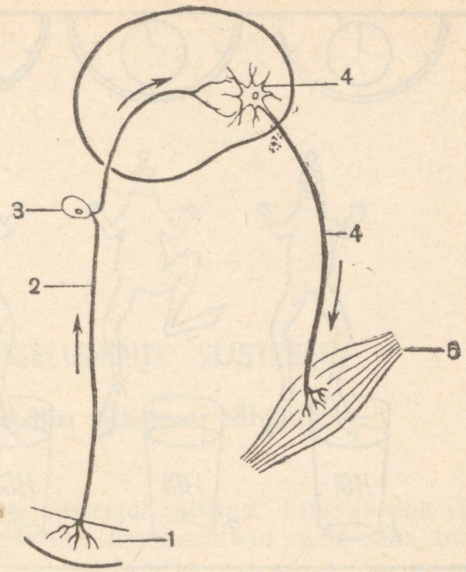
Seljaajust väljuvad närvid koosnevad nii tsentripetaalsete kui ka tsentrifugaalsete neuronite kiududest. Selliseid närve nimetatakse ***seganärvideks.***

Seljaaju seganärv juhib erutust edasi kahes suunas: ühtesid närvikiude pidi — seljaajusse, teisi kiude pidi — seljaajust elundeisse..

Kuidas teostuvad refleksid? Näiteks naha ärritamisel tekib selle retseptorites erutus. Tsentripetaalsete neuronite kaudu juhitakse erutus seljaajusse. Seljaajus antakse erutus tsentripetaalsetelt neuronitelt üle tsentrifugaalsetele neuronitele ja läheb nende kiudusid mööda lihasesse, mis vastab (reageerib) naha ärritamisele kokkutõmbumisega. Erutuse üleandmine tsentripetaalsetelt neuronitelt tsentrifugaalsetele toimub seljaajus.



Joon. 26



Joon. 27

Nüüd on kerge anda refleksi lühidat definitsiooni (määratlust).

Refleks on organismi reaktsioon ärritusele, mis teostub kesknärvisüsteemi vahendusel.

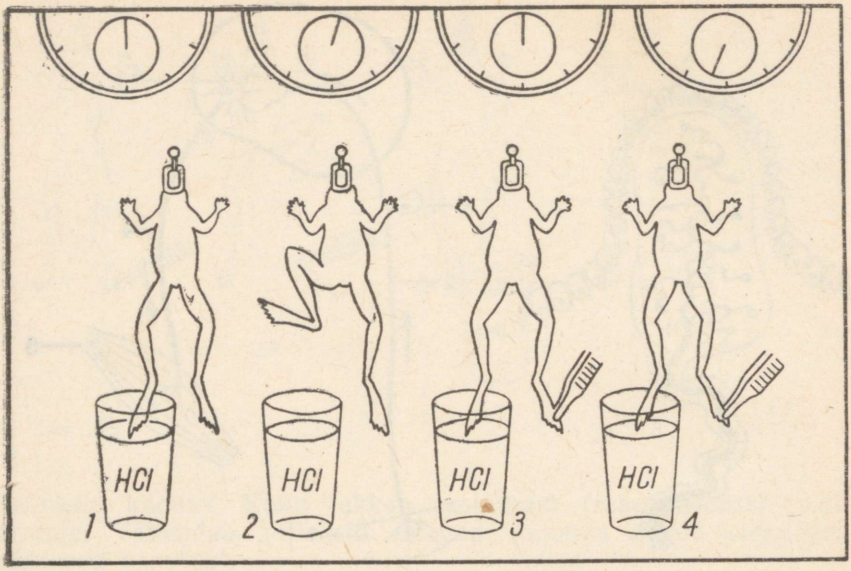
Normaalselt talitleva närvisüsteemiga loomadel ja inimestel osaleb seljaaju refleksides tavaliselt ka peaaju. Teed, mida mööda kulgeb erutus refleksi puhul, nimetatakse ***refleksikaareks.***

Refleksikaare moodustavad retseptor, tsentripetaalne neuron, kesknärvisüsteemi teatud piirkond, tsentrifugaalne neuron ja ärritusele reageeriv elund (joon. 27).

Inimese refleksid on mitmekesised. Mõned neist on väga lihtsad, näiteks käe tagasitõmbamine vastuseks torkele või nahapõletusele, pisaravedeliku ohter eritumine silma ärritavate ainete toimel, aevastamine võõrkehade ninaõõnde sattumise korral.

Õpiku järgnevates osades tutvute te rea teiste inimese refleksidega, millest paljud on väga keerukad.

Pidurdus. Sooritame veel ühe katse konnaga, kellel on eemaldatud peaaju. Enne katse alustamist määrame kindlaks ***refleksi latentsiperioodi,*** s. o. ajavahemiku varvaste happega ärritamisest kuni sellele reageerimiseni. See ajavahemik võrdub mõne sekundiga. Nüüd pigistame ühe tagajäseme varbaid tugevasti pintsetiga, teise tagajäseme varbad aga kastame happesse (joon. 28). Sellest momendist peale hakkame arvestama varvaste happega ärritamisele vastuseks ilmuva refleksi latentsiperioodi. Sel



Joon. 28

juhtumil me avastame, et reaktsioon kas hilineb tugevasti või ei saabu üldse. See ongi seljaaju refleksi ***pidurdumine.***

Seljaaju refleksi pidurdus saabub siis, kui seljaajus tekib tugev erutus, mis pole seoses antud refleksiga. Närvisüsteemi mingi piirkonna pidurduse korral lakkab see erutusi juhtimast.

Erutus ja pidurdus on kaks teineteisele vastandlikku närviprotsessi, mille koostöö tagab närvisüsteemi ja ühtlasi meie keha elundite kooskõlastatud talitluse.

■

Retseptor. Tsentripetaalne neuron. Tsentrifugaalne neuron. Refleks. Refleksikaar. Pidurdus.

?

1. Loetlege refleksid, mis esinevad eemaldatud peaajuga konnal. 2. Kuidas saab kutsuda esile seljaaju refleksi pidurdumist? 3. Missugused kaks protsessi iseloomustavad närvisüsteemi talitlust?

!

Miks me kuuma eset puudutades tõmbame käe tagasi?

▲

1. Jälgige silmaava suuruse muutumist. Seda tuleb teha kahekesi. Üks suleb silmad ja varjab need käega valguse eest. 2—3 minuti pärast ta avab silmad ja vaatab valguse poole. Jälgige, kuidas muutub sel puhul katsealuse silmaavade suurus. Püüdke mõista, mis tähtsus on silmaava-refleksil. 2. Leidke teisi näiteid reflekside kohta inimesel. 3. Missuguste loomade refleksidega te tutvusite zooloogiat õppides?

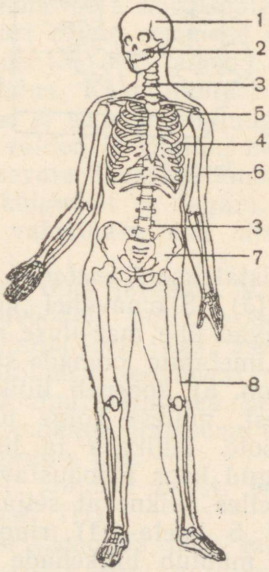
II. TUGI- JA LIIKUMISELUNDITE SÜSTEEM

7. Tugi- ja liikumiselundite süsteemi tähtsus. Skeleti ehitus

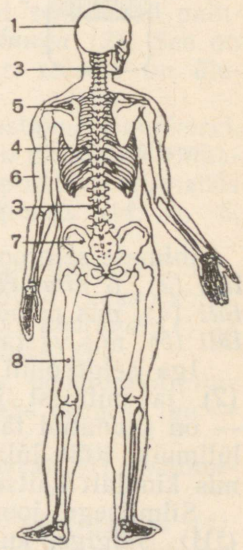
Tugi- ja liikumiselundite süsteemi talitlus. Luustik ehk skelett ja lihaskond ehk muskulatuur moodustavad meie keha toese ja on liikumiselunditeks.

Koos sellega täidavad skelett (joon. 1 ja 2) ja lihased (lk. 47, joon. 28) ka kaitsefunktsiooni. Eluliselt tähtsate elundite normaalne talitlus võib häiruda isegi tühiste vigastuste korral. Kuid rinnaõõnes paiknevad elundid, näiteks süda ja

Inimese skelett ehk luustik eest- ja tagantpoolt:
1 — ajukolju;
2 — näokolju;
3 — selgroog ehk lülisammas;
4 — rinnakorv;
5 — õlavööde;
6 — käsi;
7 — vaagen;
8 — jalg.



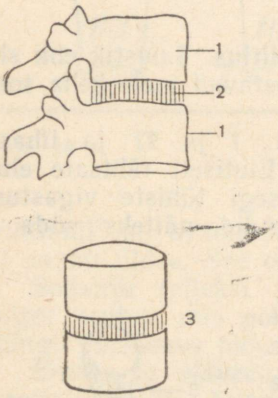
Joon. 1



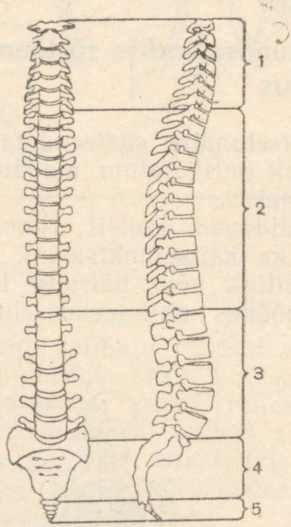
Joon. 2

kopsud, on kaitstud rinnakorvi (*4*) ja selle luude külge kinnituvate lihaste poolt, kõhuõõnes paiknevad elundid (magu, sooltoru, neerud ja teised) aga lülisamba ehk selgroo (*3*) alumise osa, vaagnaluude ja tugevate kõhulihaste (lk. 47, joon. 28, *9*) poolt. Peaaju asetseb koljuõõnes, seljaaju aga lülisamba sees kulgevas selgrookanalis.

Kere skelett. ***Selgroog*** moodustab inimese skeleti põhialuse. Ta koosneb 33—34 lühikesest luust — ***selgroolülist*** (joon. **3**, *1*), mis paiknevad üksteise peal. Nende vahel asetsevad elastsest kõhrkoest vahekettad (*2*). Tänu sellele on selgroog painduv. Luude sellist seondumist nimetatakse ***poolliikuvaks*** seonduseks (*3*).



Joon. 3

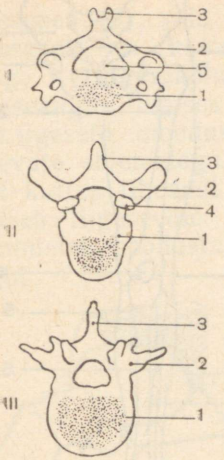


Joon. 4

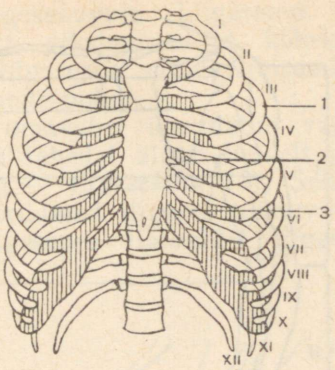
Inimese selgroos eristatakse 7 ***kaelalüli*** (joon. **4**, *1*), 12 ***rinnalüli*** (*2*), 5 ***nimmelüli*** (*3*), 5 omavahel kokkukasvanud ***ristluulüli*** (*4*), mis moodustavad ühe massiivse ***ristluu,*** ja 4—5 ***õndralüli*** (*5*), mis vastavad imetajate loomade sabalülidele.

Iga selgroolüli (joon. **5**) koosneb lülikehast (*1*), lülikaarest (*2*) ja mitmest jätkest, millest kõige pikem — ogajätke (*3*) — on suunatud tahapoole. Lülikeha ja lülikaare vahel asetseb lülimulk. Kõik lülimulgud koos moodustavad ***selgrookanali*** (*5*), mis kindlalt kaitseb selles paiknevat seljaaju.

Silmitsege joonisel 5 kaela- (I), rinna- (II) ja nimmelüli (III). Jälgige, kuidas muutub lülikehade suurus ja massiivsus selgroo kaelaosast nimmeosani. Selgitage, millega see muutu-



Joon. 5



Joon. 6

mine on seoses. Leidke rinnalülide kehadel roidelohud (*4*), millega liigestuvad roiete pead.

Rinnakorv (joon. **6**) moodustub paljudest luudest. Selgroo iga rinnalüliga liigestub üks paar ***roideid.*** Üldse on roideid 12 paari. Need on lamenenud ja kaarjalt kõverdunud luud (*1*). Selgroo rinnalülide roidelohkudes pöördudes võivad roided muuta oma asendit: tõusta mõnevõrra kõrgemale ja langeda allapoole.

Kümne ülemise paari roiete eesmised otsad seonduvad painduvate elastsete kõhrede (*3*) abil lameda ***rindluuga*** (*2*). See on samuti poolliikuv seondus. Kaks alumist paari roideid on ülejäänutest lühemad. Nad ei seondu rindluuga.

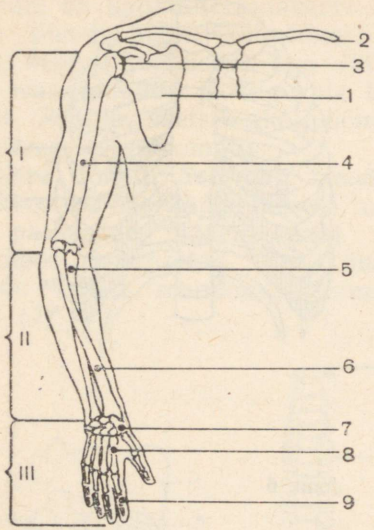
Selgroo rinnalülid, roided ja rindluu moodustavad rinnakorvi. Koos roiete vahel asetsevate lihastega ümbritseb rinnakorv rinnaõõnt ülalt, eestpoolt, külgedelt ja tagant. Altpoolt on rinnaõõs eraldatud kõhuõõnest vahelihase ehk diafragmaga (vt. lk. 8, joon. 2, *1*).

Õla- ja vaagnavööde ning jäsemed. Vaadelge joonisel 7 ülajäseme vöödet ehk ***õlavöödet,*** mille moodustavad kaks kolmnurkset lamendunud, rinnakorvi taga asetsevat ***abaluud*** (*1*) ja kaks nendega ning rindluuga seonduvat ***rangluud*** (*2*).

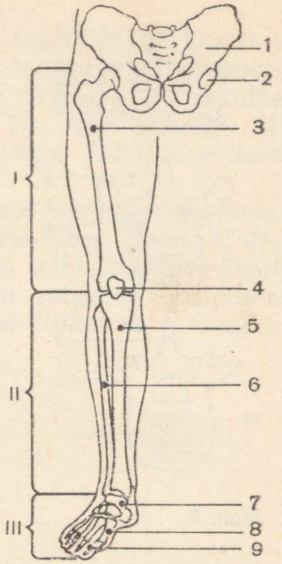
Leidke kummagi abaluu välimises nurgas poolkerakujuline liigeseõõnis (*3*). Selles paikneb ülajäseme ehk käe esimese luu — õlavarreluu (*4*) kerakujuline pea.

Käe skelett koosneb kolmest osast: ***õlavarrest*** (I), ***küünarvarrest*** (II) ja ***käelabast*** (III).

Õlavarre moodustab üksainus pikk luu — õlavarreluu (*4*). Õlavars seondub küünarvarrega, mis koosneb kahest kõrvuti



Joon. 7



Joon. 8

paiknevast luust — küünarluust (*5*) ja kodarluust (*6*). Käelaba seondub küünarvarrega samuti liikuvalt. Käelaba skeletis eristatakse kaht rida lühikesi väikesi randmeluid (*7*), viit pikergust kämblaluud (*8*), mis moodustavad peopesa toese, ja sõrmeluid (*9*).

Alajäseme (jala) vöötme ehk ***vaagnavöötme*** (joon. 8) moodustavad kaks massiivset lamedat vaagnaluud (*1*). Tagantpoolt on nad kindlalt kokku kasvanud ristluuga. Luude niisugust seondust nimetatakse ***liikumatuks*** seonduseks. Eest on vaagnaluud omavahel kõhrliiduse abil ühendatud. Kummalgi vaagnaluul esineb sõõrjas sügav lohk — puusanapp (*2*), kus paikneb reieluu (*3*) pea.

Alajäseme ehk jala skelett koosneb ***reiest*** (I), ***säärest*** (II) ja ***pöiast*** (III). Reie moodustab reieluu (*3*), sääre — sääreluu (*5*) ja pindluu (*6*), pöia — lühikesed pöiapära luud (*7*) (mille hulka kuulub massiivne kandluu), viis piklikku pöialaba luud (*8*) ja varbaluud (*9*).

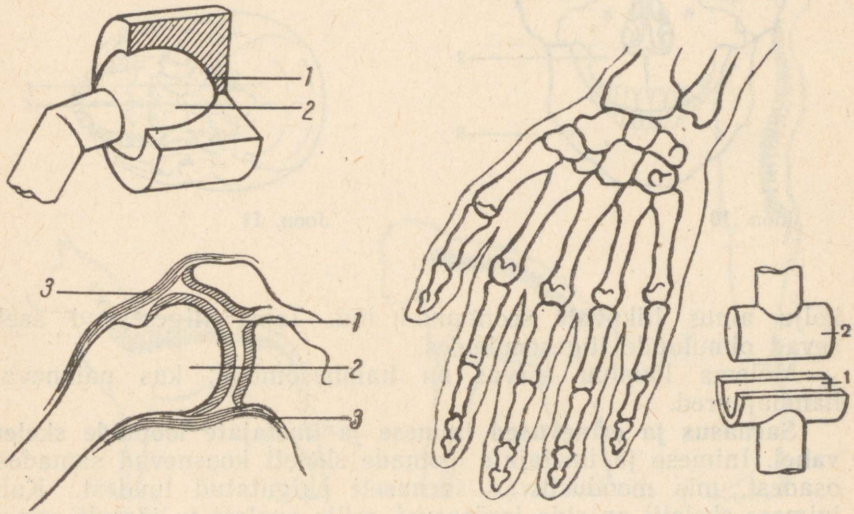
Reie ja sääre seondumiskohas asetseb väike lame põlvekeder (*4*).

Jäsemed võimaldavad inimesele aktiivseid liigutusi ja liikumist ruumis. Seoses sellega on jäsemete luud seondunud ***liikuvalt.*** Luude niisuguseid ühendusi nimetatakse ***liigesteks.***

Liigeses (joon. 9) seonduvatest luudest esineb ühel tavaliselt lohk — liigeseauk (*1*). Selles paikneb teise seonduva luu

liigesepea (*2*), mis kujult vastab liigeseaugule. Liigeseauk ja liigesepea on kaetud läikiva, väga siledapinnalise kõhrkoe kihiga — liigesekõhrega. See tagab liigesepea sujuva libisemise liigeseaugus liigeses toimuvate liikumiste puhul.

Liigeseid moodustavad luud on omavahel ühendatud väga tugevate sidemetega. Liigestumiskoha lähedal algab luudelt liigest kattev tihedast sidekoest ümbris — ***liigesekihn*** (*3*). Selles asetseb liigesevõie. Vähendades hõõrdumist liigeses toimuvatel liikumistel, soodustab liigesevõie liigesepea libisemist liigeseaugus.



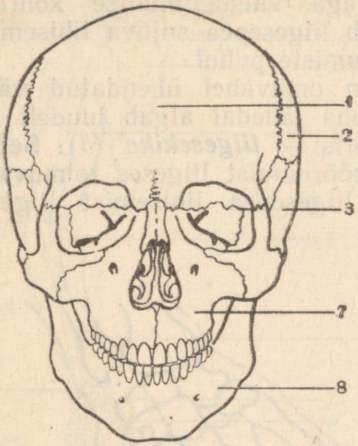
Joon. 9

Pea skelett. Pea luutoese moodustab kolju. Kolju jaguneb aju- ja näokoljuks.

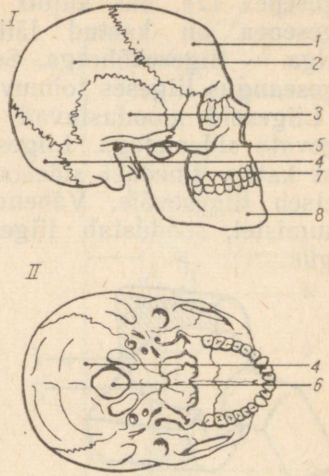
Ajukolju koosneb omavahel kindlalt ja liikumatult seondunud luudest. Joonistel **10** ja **11** leidke lauba- ehk otsmikuluu (*1*), paarilised kiiruluud (*2*), paarilised oimuluud (*3*) ja kuklaluu (*4*). Oimuluul leidke välimine kuulmeava (*5*).

Kasutades joonist **11**, II, leidke kuklaluu alumisel küljel suur kuklamulk (*6*), mille kaudu on omavahel ühenduses peaaju ja seljaaju. Ülejäänud osa ajukolju põhimikust koosneb luudest, mis on läbistatud paljudest väikestest mulkudest. Nendest lähevad läbi peaajust lähtuvad närvid ja peaaju verega varustavad veresooned.

Näokolju koosneb paljudest luudest. Kõige suuremaks nende hulgas on lõualuud. Joonisel **11**, I leidke ülalõualuu (*7*), mis on kolju naaberluudega seondunud liikumatult. Alalõualuu (*8*) on



Joon. 10



Joon. 11

kolju ainus liikuvalt seondunud luu. Tema liigesepead asetsevad oimuluude liigeseaukudes.

Mõlema lõualuu servas on hambasombud, kus paiknevad hambajuured.

Sarnasus ja erinevused inimese ja imetajate loomade skeleti vahel. Inimese ja imetajate loomade skelett koosnevad samadest osadest, mis moodustuvad sarnaselt paigutatud luudest. Kuid inimese skeletil on rida iseärasusi, mille poolest ta järsult erineb imetajate loomade skeletist. ***Inimese skeleti iseärasused on seoses püstise kõnnakuga ja töötamisega.***

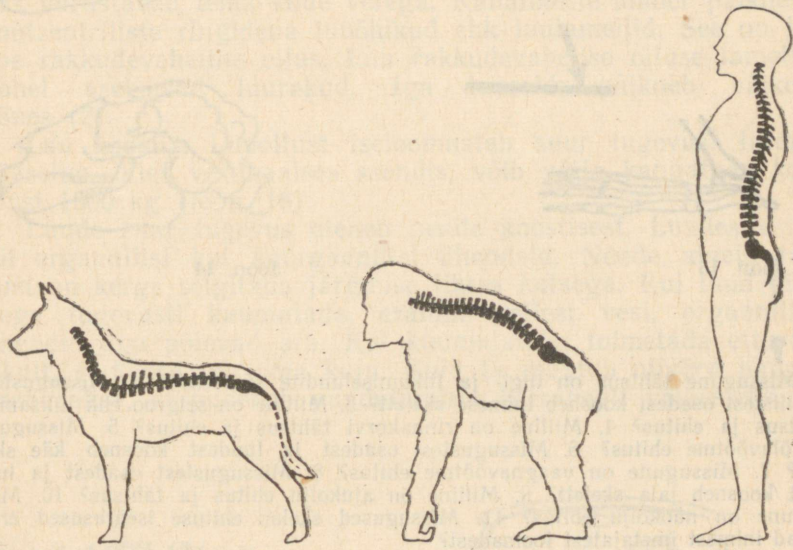
Püstine asend, keha toetumine ainult alajäsemetele vabastas käed kulgemisfunktsioonist. Täisealistel inimestel moodustab selgroog neli sujuvat kõverust. Need soodustavad inimesel tasakaalu säilitamist. Kiirete järskude liigutuste ajal kõverused vetruvad ja pehmendavad keha poolt saadavaid põrutusi. Imetajatel loomadel, kes toetuvad neljale jäsemele, niisugused selgroo kõverused puuduvad (joon. **12**).

Seoses püstise kõnnakuga on inimese rinnakorv laienenud külgede suunas. Imetajatel loomadel on rinnakorv külgedelt kokku litsutud.

Inimese skeleti üheks kõige iseloomulikumaks jooneks on käe ehitus, mis on muutunud töö elundiks. Sõrmed on seondunud kämblaga väga liikuvalt. Kõige liikuvam sõrm — põial — on inimesel hästi arenenud ning vastandatav kõigile ülejäänud sõrmedele, mis on väga suure tähtsusega kõigil tööaladel. Käte abil võime me teha mitmekesist tööd — küttepuude lõhkumisest,

mis nõuab tugevaid laiakaarelisi liigutusi, kuni tillukeste käekellade kokkupanekuni, mis on seotud erakordselt peente ja täpsete manipulatsioonidega.

Tingituna keha püstisest asendist on inimese alajäsemete vööde (vaagnavööde) väga lai. Ta on kausi(vaagna-)kujuline ning toeks kõhuõõnes paiknevatele siseelunditele. Loomadel on vaagnavööde tunduvalt kitsam kui inimesel.



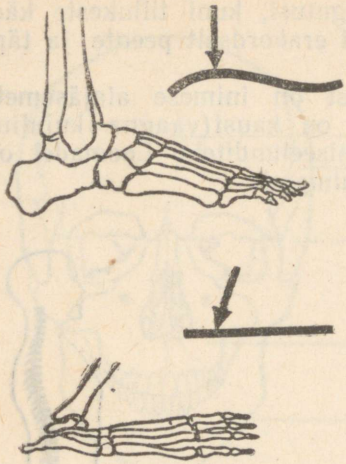
Joon. 12

Inimese alajäsemete (jalgade) massiivsed luud on käe luudest palju jämedamad ja tugevamad. See on ka mõistetav: jalgadel lasub kogu keha raskus. Käimisel, jooksmisel ja hüppamisel inimese võlvjas jalapõid (joon. **13**) vetrub, pehmendades põrutusi.

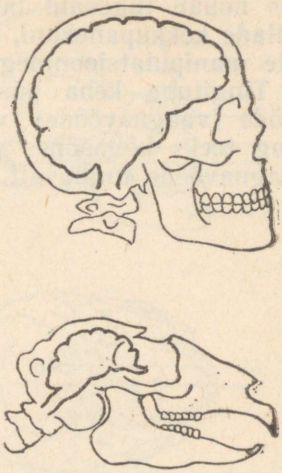
Inimese pea skeletis ületab ajukolju suuruselt näokolju (joon. **14**). See on seoses peaaju kõrge arenguga. Loomadel on näokolju arenenud märksa tugevamini kui ajukolju; nende peaaju maht on inimese omast suhteliselt väiksem, võimsalt arenenud lõuad on aga toiduhankimis-, kallaletungi- ja kaitseelunditeks.

■

Luude liikumatu seondumine. Luude poolliikuv seondumine. Liiges.



Joon. 13



Joon. 14

?

1. Missugune tähtsus on tugi- ja liikumiselundite süsteemil? 2. Missugustest põhilistest osadest koosneb inimese skelett? 3. Milline on selgroo ehk lülisamba tähtsus ja ehitus? 4. Milline on rinnakorvi tähtsus ja ehitus? 5. Missugune on õlavöötme ehitus? 6. Missugustest osadest ja luudest koosneb käe skelett? 7. Missugune on vaagnavöötme ehitus? 8. Missugustest osadest ja luudest koosneb jala skelett? 9. Milline on ajukolju ehitus ja tähtsus? 10. Missugune on näokolju ehitus? 11. Missugused skeleti ehituse iseärasused eristavad inimest imetajatest loomadest?

!

1. Milline tähtsus inimesele on ristluulülide kokkukasvamisel ja vaagnaluude massiivsusel? 2. Milline tähtsus on selgroo paindlikkusel? 3. Milline tähtsus inimesele on alalõualuu liikuval seondusel oimuluudega?

▲

Inimese käe ja jala ehituse võrdlemiseks joonistage oma vihikusse ümber allolev tabel ja kirjutage alumise rea tühjadesse lahtritesse jala vastavate osade ja luude nimetused.

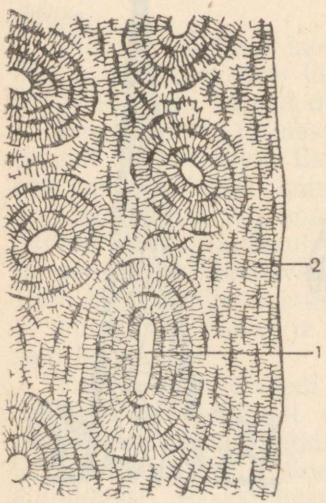
Käsi	õlavars	küünarvars	käelaba	õlavarreluu	küünarluu	kodarluu	randmeluud	sõrmeluud
Jalg								

8. Luude ehitus ja kasv

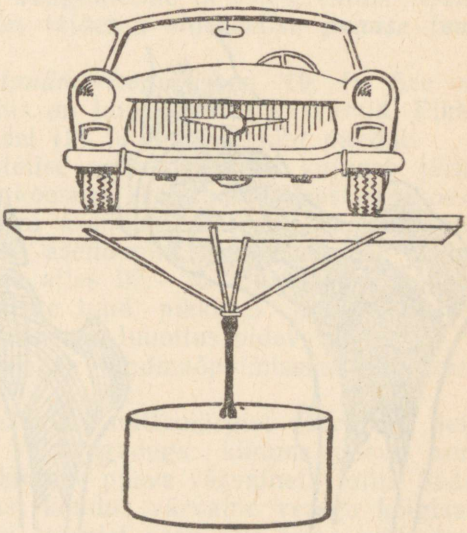
Luu mikroskoopiline ehitus. Luukude kuulub sidekudede hulka. Luukoe ehitusega tutvumiseks saetakse pikast luust välja väga õhuke plaadike. Sealjuures tehakse plaadike nii õhukeseks, et ta muutub läbipaistvaks. Kui seda plaadikest vaadelda mikroskoobi all, on kõigepealt näha luud pikisuunas läbivad kanalikesed (joon. **15**, *1*). Neid mööda kulgevad luus peened veresooned, mis varustavad tema kude verega. Kanalikeste ümber paiknevad kontsentriliste ringidena luuõhikud ehk luulamellid. See on luukoe rakkudevaheline ollus. Luu rakkudevahelise olluse lamellide vahel asetsevad luurakud. Iga luurakk paikneb väikeses õõnes (*2*).

Luu koostis. Luuollust iseloomustab suur tugevus. Inimese sääreluu, olles vertikaalses asendis, võib välja kannatada koormust 1500 kg (joon. **16**).

Luude suur tugevus oleneb nende koostisest. Luudes esineb nii orgaanilisi kui anorgaanilisi ühendeid. Nende ainete tähtsust on kerge selgitada järgmise lihtsa katsega. Kui luud pikka aega tugevasti kuumutada, eraldub sellest vesi, orgaanilised ühendid aga põlevad ära. Kui kuumutamist toimetada ettevaatlikult, ei kaota luu oma kuju. Kuid ta muutub niivõrd hapraks (rabedaks), et pudeneb puudutamisel korrapealt väikesteks, ent



Joon. 15



Joon. 16

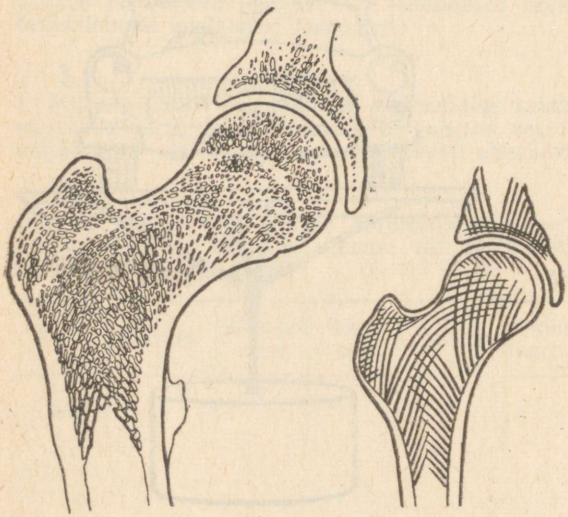
väga kõvadeks osakesteks, mis koosnevad anorgaanilistest ainetest.

Luust on kerge eemaldada anorgaanilisi aineid — mineraalsooli. Selleks hoitakse luud mõned ööpäevad happelahuses. Sel puhul anorgaanilised ühendid aegamööda lahustuvad ja luu muutub niivõrd painduvaks ja venitatavaks, et teda võib spiraaliks keerata. Kuid tarvitseb selle spiraali otsad lahti lasta, kui ta end lahti kerib ja endisesse asendisse tagasi läheb. Orgaanilised ühendid annavad luule nõtkuse ja elastsuse.

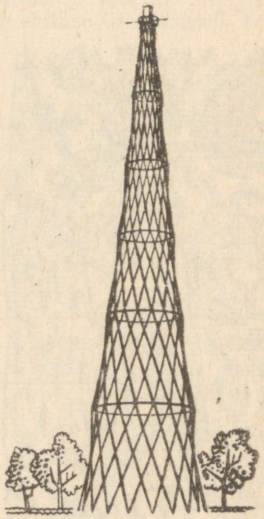
Anorgaaniliste ühendite kõvadus ja orgaaniliste ühendite elastsus koos tagavad luude suure tugevuse. Kõige tugevamad on täiskasvanud, kuid mitte vana inimese luud.

Luude ehitus. Luude tugevus on tingitud mitte ainult nende koostisest, vaid ka ehitusest.

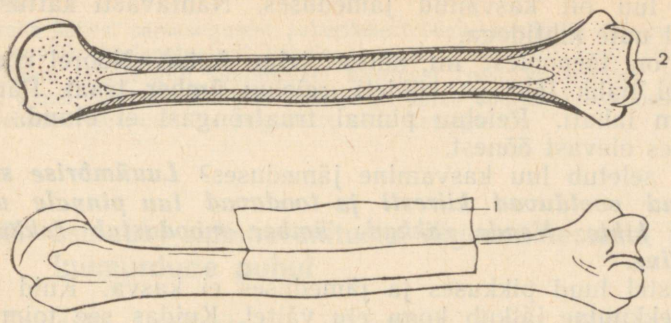
Pikad luud ehk ***pikkluud***, näiteks õlavarre-, küünarvarre-, reie- ja sääreluud, on keskosas seest õõnsad. Neid nimetatakse ka toruluudeks. Toruluu otstes asetsevad jämenenud otsosad ehk epifüüsid, milles õõs puudub. Pikkluude torujas ehitus annab nendele üheaegselt tugevuse ja kerguse, sest on teada, et metall- või plastmasstoru on peaaegu niisama tugev kui temaga pikkuselt ja läbimõõdult võrdne samast materjalist varb. Seetõttu valmistatakse tehnikas vastupidavad ja kerged konstruktsioonid sageli torudest. Toruluude õõntes asetseb rasvarikas sidekude — ***kollane luuüdi.***



Joon. 17



Joon. 18



Joon. 19

Toruluude otsosad on moodustatud käsnollusest (joon. 17), mis koosneb suurest hulgast üksteisega lõikuvatest luuõhikutest ja põrgakestest. Nende asetuse suunad langevad kokku suundadega, milles luudel tuleb taluda kõige suuremat tõmmet ja survet. Niisugune ehitus tagab luudele tugevuse ja kerguse. Paljud kerged ja tugevad konstruktsioonid, näiteks sillad ja raadiomastid, ehitatakse üksteisega lõikuvatest metalltaladest (joon. 18).

Lühikesed luud ehk ***lühiluud,*** näiteks randmeluud, põiapära luud ja selgroolülid, koosnevad samuti põhiliselt käsnollusest. Samasugune on ka lamedate luude ehk ***lameluude,*** näiteks abaluude, kolju lagimiku luude, vaagnaluude ja roiete ehitus. Luuõhikute vahele jääv ruum on täidetud sidekoelise ***punase luuüdiga.***

Pinnalt on luud kaetud ***luuümbrisega*** (joon. 19, *1*). See on õhuke tiheda sidekoe kiht, mis on luuga kokku kasvanud. Pikkluude kõhrega kaetud otsosadel (*2*) luuümbrise kiht puudub.

Luude kasv. Inimese lootelise arenemise ajal kujuneb järkjärgult välja skelett. Esialgu koosneb skelett lootelisest sidekoest ehk mesenhüümist, mis hiljem asendub kõhrega. Vastsündinul on suurem osa kõhrkoest juba asendunud luukoega. See asendumine jõuab täielikult lõpule alles 22.—25. eluaastaks. Lapse- ja noorukieas kasvavad inimeste luud pikkuses ja jämeduses. Kuid ka täisealistel inimestel uueneb luuollus pidevalt.

Luuolluse kasvu ja uuenemise tundmaõppimiseks tehti katseid loomadega.

Vasika toidule lisati spetsiaalset mittemürgist värvainet. Sellise toiduga söötmist tehti vaheaegadega: kümme päeva anti värvainega toitu, järgmised kümme päeva värvaineta toitu. Seda korrati mitu korda. Sooltorust kandus värvaine verega kõigisse elunditesse. Pärast härjavärsi tapmist saeti üks tema pikkadest toruluudest risti läbi. Lõikepinnal tulid ilmsiks kontsentriliste rõngaste kujul üksteisega vahelduvad värvunud ja valged kihid.

Selgus, et luu oli kasvanud jämeduses. Nähtavasti kattus ta väljastpoolt uute kihtidega.

Et see on tõepoolest nii, näitas teine katse. Noorel koeral lõigati reiel nahk läbi ja kõideti reieluu ümber traat. Pärast surma loom lahati. Reieluu pinnal traatrõngast ei olnud. See leiti luu sees olevast õõnest.

Millega seletub luu kasvamine jämeduses? ***Luuümbrise sisepinna rakud poolduvad kiiresti ja toodavad luu pinnale uusi luurakkude kihte. Nende rakkude ümber moodustub rakkudevaheline ollus.***

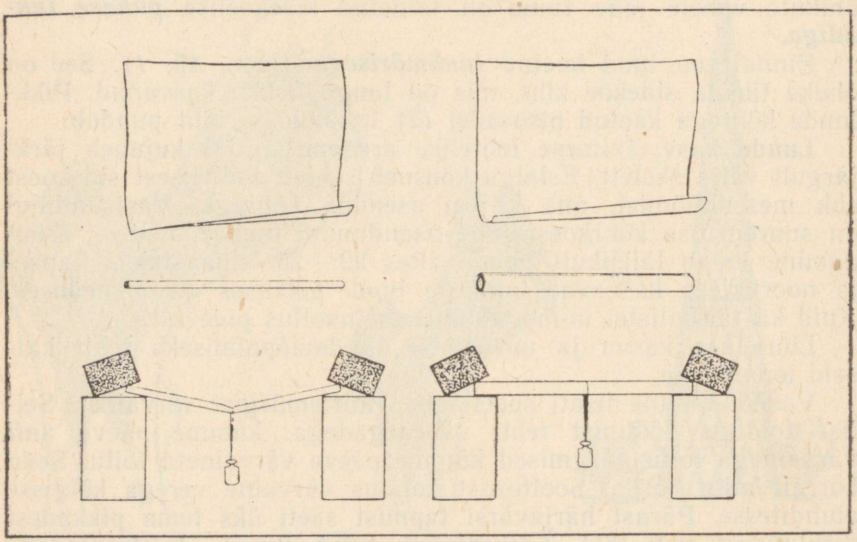
Täisealistel luud pikkuses ja jämeduses ei kasva. Kuid uue luuolluse tekkimine jätkub kogu elu vältel. Kuidas see toimub? On tehtud kindlaks, et luudes esinevad erilised rakud, mis lagundavad vana luuollust. Nüüd on selge, kuidas koera reieluu ümber kinnitatud traatrõngas sattus luu sees olevasse õõnde. Seestpoolt lagunes vana luuollus, luu pinnalt aga moodustus uus.

■

Pikkluud. Lühiluud. Lameluud. Luuümbris.

?

1. Missuguse ehitusega on luukude? 2. Missugused ained kuuluvad luu koostisse? 3. Milline on luude ehitus? 4. Millest on tingitud skeletiluude tugevus ja kergus? 5. Mis võimaldab luude kasvamist?



Joon. 20

▲

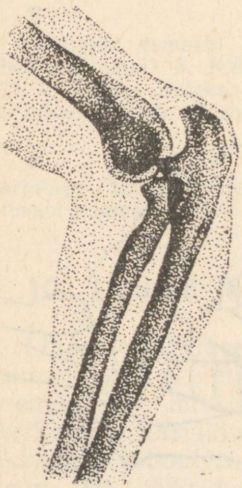
Keerake kahest samasugusest paberilehest õõnes toruke ja tihe rullike. Asetage nad kumbki horisontaalselt kahele alustoele (joon. 20) ning, riputades nende keskkohta järk-järgult suurenevaid koormusi (näit. kaaluvihte), määrake kindlaks, kumb neist kõverdub väiksemal ja kumb suuremal koormusel. Missugust luu ehituse iseärasust te selgitasite selle katsega.

9. Esmaabi sidemevenituste, liigesenihestuste ja luumurdude puhul

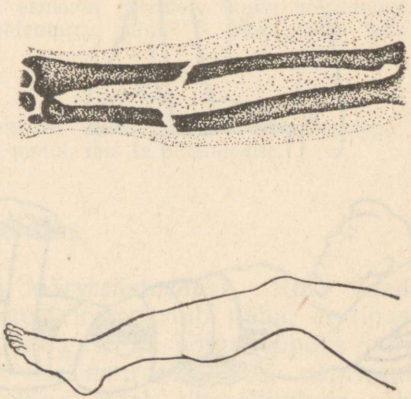
Esmaabi venituste ja nihestuste puhul. Kohmakate liigutuste või löökide tagajärjel vigastuvad mõnikord liigestes luid ühendavad sidemed. Liigese kohal tekib turse, mõnikord sisemine verejooks. Mõne aja möödudes ilmneb tugev valutunne. Liigese niisugust vigastust nimetatakse ***venituseks.***

Kannatanule abiandmiseks tuleb vigastatud kohale asetada külm, näiteks veega märjaks tehtud riidelapp, pärast aga valu vaigistamiseks liiges kõvasti sidemega kinni mähkida ja haige kohe polikliinikusse viia.

Kohmakas liikumine liigeses võib põhjustada ka ***nihestust*** (joon. **21**) — liigesepea väljumist liigeseaugust. Ent katse nihestunud liigest ilma arstita tagasi paika panna võib tuua kaasa veelgi tõsisemaid tagajärgi. Nihestuse puhul antakse esmaabi samal viisil kui venitusegi korral, seejärel aga toimetatakse kannatanu arsti juurde.



Joon. 21



Joon. 22

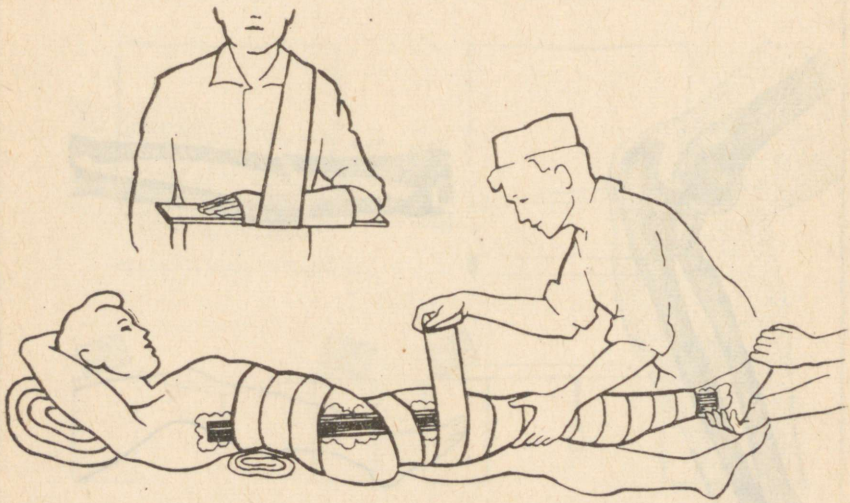
Esmaabi luumurdude puhul. Luud on väga vastupidavad. Kuid haavamiste, tugevate löökide ja kukkumiste korral esineb mõnikord ***luumurde.*** Seda juhtub siis, kui luule toimiva kõrvalise jõu suund ei ole vastavuses luuõhikute ja -põrgakeste asetusega. Kõige sagedamini murduvad jäsemete luud. Igaüks peab oskama anda kannatanule enne raviasutusse saatmist esmaabi.

Kuidas luumurdu ära tunda?

Kui kannatanu tunneb ägedat valu ja vigastatud koht paistetab üles, võib oletada luumurdu. Mõnikord murdunud luu otsad nihkuvad paigast ja jäse omandab ebaloomuliku kuju (joon. **22**).

Luumurru kahtluse korral on kõigepealt vaja tagada vigastatud kehaosale täielik liikumatus. Seda tehakse selleks, et kergendada valu ja hoida ära luutükkide paigaltnihkumist, mis võivad oma teravate servadega vigastada ümbritsevaid kudesid.

Murdunud jäsemele tuleb anda liikumatu asend lahasega. Spetsiaalsed lahased on olemas raviasutustes ja apteekides. Kuid kaugeltki alati pole lahast käepärast sündmuspaigal. Sel juhtumil valmistatakse lahas lauakesest, tugeva papi ribast jms. Et lahas ei avaldaks survet murrukohale, asetatakse selle alla pehme vooderdis. Lahas peab hõlmama peale jäseme vigastatud osa ka mõlemaid naaberosi (joon. **23**). Näiteks küünarvarre murru puhul peab lahas ulatuma ka õlavarrele ja käelabale. Siis murdunud luu osad ei nihku paigast. Lahas seotakse laiade sidemete, käte- või taskurätikutega jms. kõvasti jäseme külge.



Joon. 23

Kui lahase valmistamiseks pole võimalik leida sobivat materjali, võib murdunud käe äärmisel juhtumil siduda kinni kere külge ja vigastatud jala terve jala külge.

Lahtiste luumurdude korral rebivad murdunud luu teravad otsad katki lihaseid, veresooni, närve, nahka. Sel juhtumil tuleb haav kinni siduda puhta sidemega ja alles seejärel panna peale lahas.

Kuid kõiki luumurde ei saa panna lahasesse. Näiteks kui kahtlustatakse roidemurdu, soovitatakse kannatanule kopsudest võimalikult palju õhku välja hingata ja pärast seda hingata mittesügavalt. Sellises asendis mähitakse rinnakorv kõvasti kinni. Väljahingamise asendis kinniseotud roided sooritavad hingamisel väga väikese ulatusega liikumisi.

Ohtlikud on selgroomurrud. Neil puhkudel ei tule katsuda kannatanule ise abi anda, vaid viivitamatult välja kutsuda kiirabi. Kui kiirabi pole võimalik välja kutsuda, asetatakse kannatanu väga ettevaatlikult kõhuli mingile tasasele kõvale pinnale, näiteks pikale ja laiale saelauale. Et keha raskus ei rõhuks selgroole, asetatakse haige pea ja õlgade alla riidekompsuke ja seejärel toimetatakse kannatanu arstiabipunkti.

Pidage meeles, et luumurru kahtluse korral tuleb kannatanule kõigepealt anda esmaabi, seejärel aga toimetada ta viivitamatult polikliinikusse või haiglasse.

Kui luumurru puhul ei osutata õigeaegselt abi, kasvab luu valesti kokku. Siis võib inimene jääda kogu eluajaks vigaseks.

■

Sidemevenitus. Liigesenihestus. Luumurd.

?

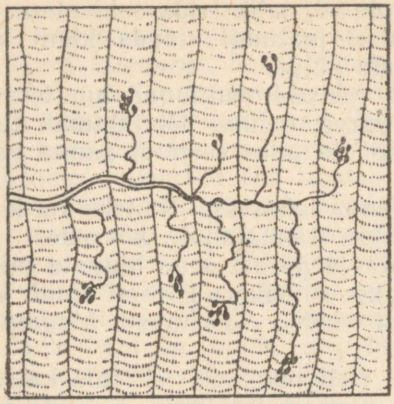
1. Missugust esmaabi tuleb anda venituse puhul? Kuidas antakse esmaabi nihestuse puhul? 3. Kuidas antakse esmaabi jäsemete luude murdumise korral? 4. Kuidas antakse esmaabi roidemurru puhul? 5. Mida tuleb teha siis, kui inimesel tekib selgroomurd?

▲

Harjutage kodus mõne oma perekonna liikmega või seltsimeestega neid esmaabi andmise võtteid luumurdude puhul, mis te omandasite.

10. Lihased ja nende talitlus

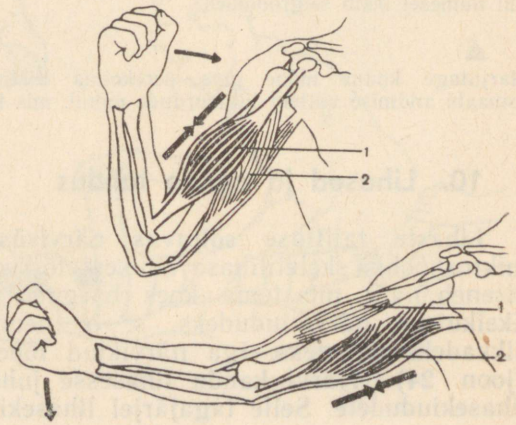
Lihaste talitluse sõltuvus närvisüsteemist. Kui vaadelda mikroskoobis skeletilihase õhukest lõiku, võib näha, et lihasesse siseneb närv, mis tema koes hargneb ja kõige lõpuks jaguneb üksikuteks närvikiududeks, s. o. neuronite ehk närvirakkude pikkadeks jätketeks. Iga närvikiud lõpeb lihasekiudude rühmas (joon. 24). Närvi kaudu lihasesse juhitav erutus antakse üle lihasekiududele. Selle tagajärjel lihasekiud tõmbuvad kokku.



Joon. 24

Liikumised liigestes. Kätt küünarliigesest kõverdades jäämeneb õlavarre siseküljel paiknev suur lihas, moodustades kühmu. See on ***õlavarre kakspealihas*** (joon. 25, *1*). Ta kinnitub kahe ülemise kõõlusega abaluule ja alumise kõõlusega kodarluule. Tõmbudes kokku, lähendab õlavarre kakspealihas küünarvart õlavarrele (s. o. painutab küünarvart) ja käsi kõverdub küünarliigesest. Teised õlavarre siseküljel paiknevad lihased painutavad koos õlavarre kakspealihasega kätt küünarliigesest.

Vastupidist toimet avaldab õlavarre välisküljel asetseva ***õlavarre kolmpealihase*** (*2*) kokkutõmbumine. Tema ülemisest otsast lähtub kolm kõõlust; neist üks kinnitub abaluule, kaks ülejäänut — õlavarreluu pea külge. Kolmpealihase alumisest otsast lähtub üks kõõlus. See kulgeb küünarliigese tagumist pinda mööda ja kinnitub küünarluule.



Joon. 25

Selle lihase kokkutõmbumisel käsi sirutub küünarliigesest. Kui me käe välja sirutame, on õlavarre kolmpealihas hästi kombitav.

Õlavarre kakspealihas ja teised temaga koos talitlevad lihased on kätt küünarliigesest ***painutavad,*** õlavarre kolmpealihas aga ***sirutaja*** lihas.

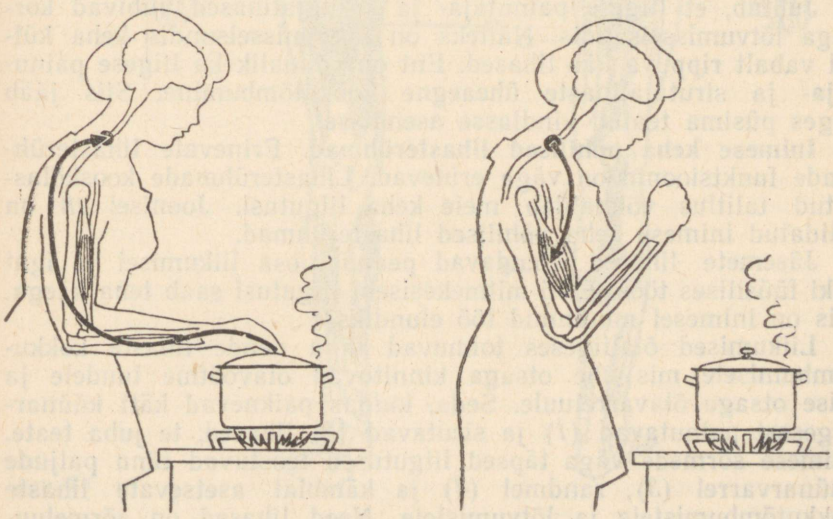
Liikumised kõigis liigestes toimuvad tänu kahele vastandlikult talitlevale lihasterühmale — painutajalihastele ja sirutajalihastele.

Painutajalihaste ja sirutajalihaste talitluse kooskõlastatus. Liigeseid painutavate ja sirutavate lihaste talitlust kooskõlastab kesknärvisüsteem.

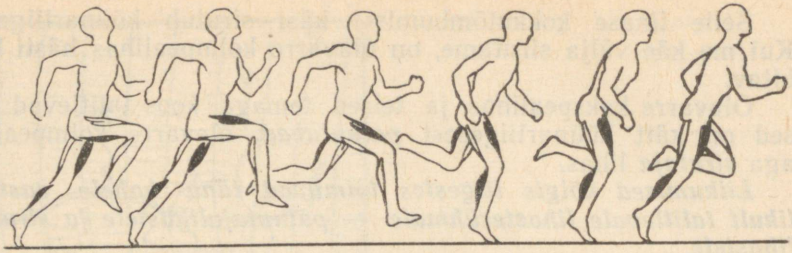
Lihaste kokkutõmbumine organismis toimub reflektoorselt. Näiteks tarvitseb meil käega juhuslikult puudutada tulist eset, ning me tõmbame käe otsekohe tagasi. Kuidas see teostub?

Naharetseptorite ärritamisel temperatuuriga tekib neis erutus. See juhitakse tsentripetaalsete neuronite närvikiudusid pidi kesknärvisüsteemi, kus erutus antakse üle tsentrifugaalsetele neuronitele. Nende kiudusid pidi jõuab erutus lihasesse ja kutsub esile selle kokkutõmbumise (joon. **26**).

Käimisel, jooksmisel, samuti ükskõik missugust tööd tehes toimuvad inimese liigestes järjestikused painutused ja sirutused. Sellega ongi seletatavad meie keha mitmesugused liigutused (joon. **27**).



Joon. 26



Joon. 27

Kuidas see toimub?

Lihastesse sisenevad närvid koosnevad kesknärvisüsteemi halloluses asetsevate neuronite kiududest (vt. lk. 25, joon. 23).

Liigese painutajalihastesse närvide kaudu juhitav erutus põhjustab nende lihaste kokkutõmbumist. Samal ajal tekib neuronites, mille kiud siirduvad sama liigese sirutajalihastesse, pidurdus ja need lihased lõtvuvad. Seejärel tekib erutus neuronites, mille kiud lõpevad sirutajalihastes, kutsudes esile viimaste kokkutõmbumise. See omakorda põhjustab pidurduse tekkimist neuronites, mille närvikiud lõpevad painutajalihastes.

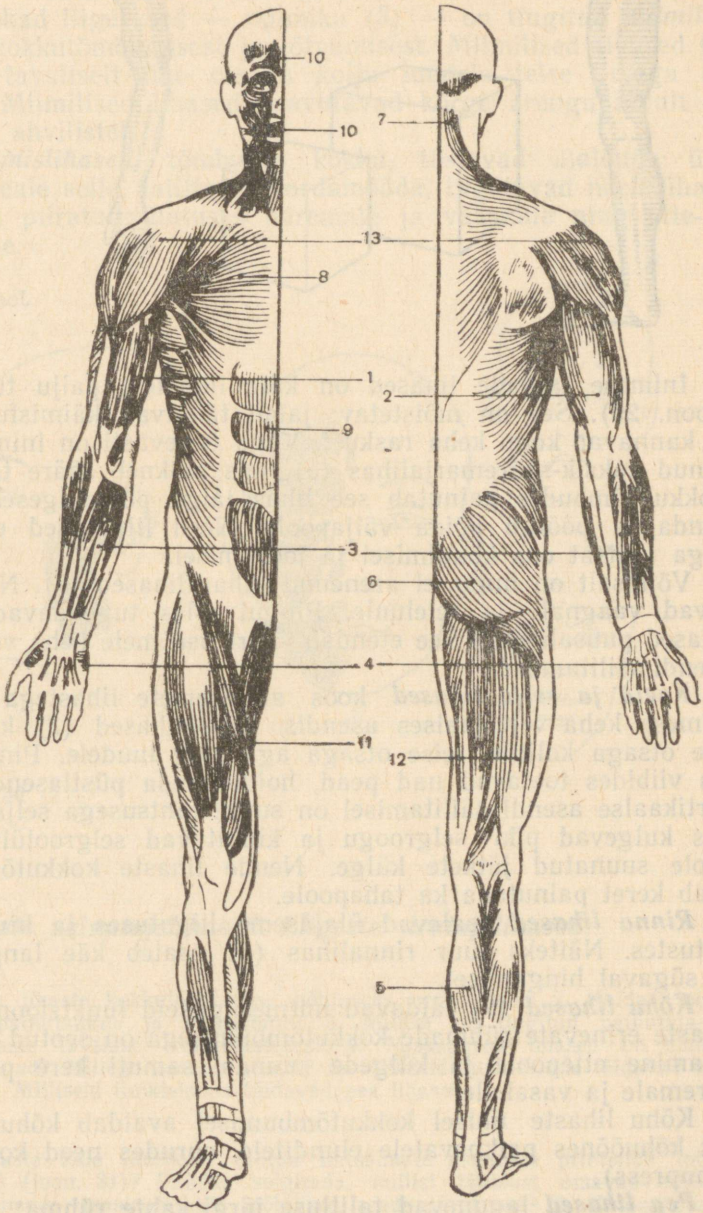
Ühe lihasterühma kokkutõmbumine toob endaga kaasa teise lihasterühma lõtvumise. Käimisel, füüsilise töö ja teiste keeruliste liigutuste puhul talitlevad liigeste painutajalihased ja sirutajalihased koordineeritult.

Juhtub, et liigese painutaja- ja sirutajalihased viibivad korraga lõtvumisseisundis. Näiteks on lõtvumisseisundis keha küljel vabalt rippuva käe lihased. Ent on võimalik ka liigese painutaja- ja sirutajalihaste üheaegne kokkutõmbumine. Siis jääb liiges püsima teatud kindlasse asendisse.

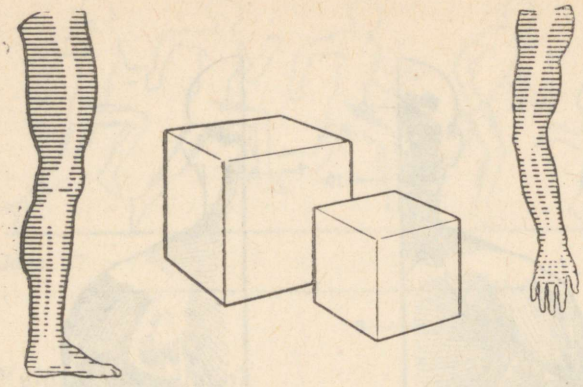
Inimese keha põhilised lihasterühmad. Erinevate lihasterühmade funktsioonid on väga erinevad. Lihasterühmade kooskõlastatud talitlus võimaldab meie keha liigutusi. Joonisel 28 on näidatud inimese keha põhilised lihasterühmad.

Jäsemete lihased etendavad peamist osa liikumisel ja igat liiki füüsilises töös. Eriti mitmekesiseid liigutusi saab teha käega, mis on inimesel muutunud töö elundiks.

Liikumised õlaliigeses toimuvad tänu nende lihaste kokkutõmbumisele, mis ühe otsaga kinnituvad õlavöötme luudele ja teise otsaga õlavarreluule. Seda, kuidas paiknevad kätt küünarliigesest painutavad (*1*) ja sirutavad (*2*) lihased, te juba teate. Inimese sõrmede väga täpsed liigutused teostuvad tänu paljude küünarvarrel (*3*), randmel (*4*) ja kämblal asetsevate lihaste kokkutõmbumistele ja lõtvumistele. Need lihased on sõrmeluudega seotud pikkade kõõluste kaudu.



Joon. 28



Joon. 29

Inimese jalgade lihased on käte lihastest palju tugevamad (joon. 29). See on mõistetav: jalad täidavad käimisfunktsiooni ja kannavad kogu keha raskust. Väga tugevasti on inimesel arenenud kaksik-sääremarjalihas (*5*), mis paikneb sääre tagaküljel. Kokku tõmbudes painutab see lihas jalga põlveliigesest, tõstab kanda ja pöörab pöida väljapoole. Need liigutused etendavad väga tähtsat osa kõndimisel ja jooksmisel.

Võimsalt on inimesel arenenud tuharalihased (*6*). Nad kinnituvad vaagnale ja reieluule. Pingul olles tugevdavad tuharalihased puusaliigest. See etendab suurt osa meie keha vertikaalse asendi säilitamisel.

Kaela ja selja lihased koos alajäsemete lihastega hoiavad inimese keha vertikaalses asendis. Kuklalihased (*7*) kinnituvad ühe otsaga koljule, teise otsaga aga kere luudele. Pingeseisundis viibides toetavad nad pead, hoides seda püstiasendis. Keha vertikaalse asendi säilitamisel on suure tähtsusega selja lihased, mis kulgevad piki selgroogu ja kinnituvad selgroolülide tahapoole suunatud jätkete külge. Nende lihaste kokkutõmbumisel saab keret painutada ka tahapoole.

Rinna lihased osalevad ülajäseme liigutuses ja hingamisliigutustes. Näiteks suur rinnalihas (*8*) osaleb käe langetamisel ja sügaval hingamisel.

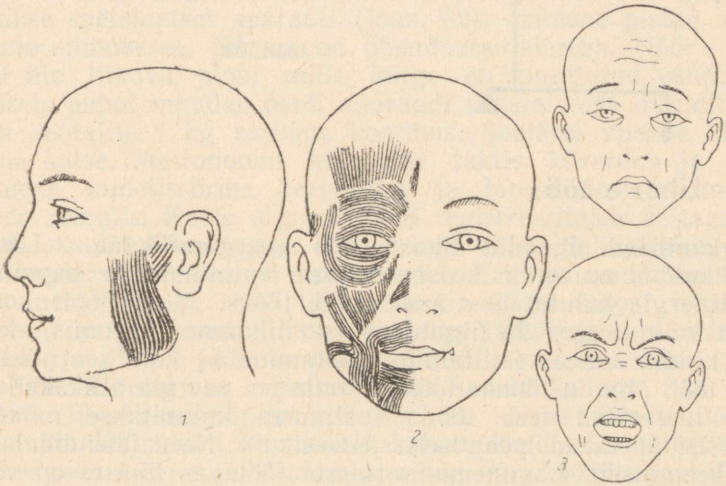
Kõhu lihased (*9*) täidavad mitmesuguseid funktsioone. Nende lihaste erinevate rühmade kokkutõmbumisega on seotud kere kallutamine ettepoole ja külgede suunas, samuti kere pööramine paremale ja vasakule.

Kõhu lihaste ühisel kokkutõmbumisel avaldab kõhusein survet kõhuõõnes paiknevatele elunditele, surudes need kokku (nn. kõhupress).

Pea lihased jagunevad talitluse järgi kahte rühma: mälumislihasteks (joon. **30**, *1*) ja miimilisteks lihasteks (*2* ja joon. **28**, *10*).

Rõõm, kurvastus, vaimustus, vastikus, mõttesolek, viha, hirm, imestus — kõik need muudavad inimese näoilmet. Näo niisugused ilmekad liigutused — miimika (*3*) — on tingitud ***miimiliste lihaste*** kokkutõmbumisest ja lõtvumisest. Miimilised lihased kinnituvad tavaliselt ühe otsaga kolju luudele, teise otsaga aga nahale. Miimilised lihased saavutavad kõrge arengu ainult inimesel ja ahvilistel.

Mälumislihased, tõmbudes kokku, tõstavad alalõuga ülespoole. Peale selle, talitledes kordamööda, liigutavad neęd lihased alalõuga piiratud ulatuses paremale ja vasakule ning ette- ja tahapoole.



Joon. 30

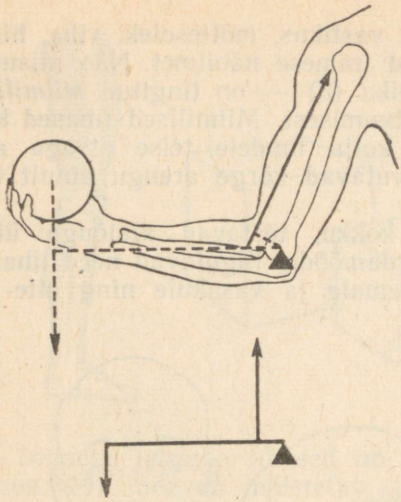
Liigeste painutajalihased. Liigeste sirutajalihased.

?

1. Mis on lihaste kokkutõmbumise põhjuseks organismis? 2. Kuidas toimub liigestes painutamine ja sirutamine? 3. Millest on tingitud painutaja- ja sirutajalihaste talitluse kooskõlastatus? 4. Missugused lihased on inimesel eriti arenenud? Millega see on seoses? 5. Milliseid funktsioone täidavad kõhu lihased? 6. Milliseid funktsioone täidavad pea lihased?

!

1. Missuguste teile füüsikast tuntud lihtsaimate masinate printsiibil toimub lihaste töö (joon. **31**)? Püüdke selgitada, millist tähtsust omavad meie liigutustele nende masinate töö põhilised seaduspärasused? 2. Kuidas peavad olema paigutatud lihased, mis painutavad ja sirutavad jalga põlveliigesest (leidke need lihased joonisel **28**)? 3. Kuidas muutub õlavarre asend deltalihase (joon. **28**, *13*) kokkutõmbumisel?



Joon. 31

11. Lihaste töö

Orgaanilised ühendid lihaste töö energiaallikana. Lihase iga kokkutõmbumine on seoses energia kulutamisega organismi poolt. Energia kulutatakse ära lihaste tööks. Meie poolt sooritatavad mitmesugused liigutused — liikumine ruumis, keha teatud kindla asendi säilitamine, töötamine — kõik see põhineb lihaste tööl. Mis on lihaste tööks kulutatava energia allikaks?

Iga lihasekiud teeb tööd. Sealjuures kulutatakse mõnesid orgaanilisi ühendeid, peamiselt süsivesikuid. Need ühendid lagunevad keemiliselt. Lagunemisprotsessid töötavas lihases on väga keerulised. Nende protsesside teatud lülides osaleb hapnik: samaaegselt orgaaniliste ühendite lagunemisega toimub lihastes nende hapendumine.

Orgaaniliste ühendite lagunemisel ja hapendumisel lihasekiududes vabaneb energia, mis kulutatakse lihaste tööks.

Nende protsesside tulemusena tekib lihastes süsihappegaas ja vesi. Lihastest läbivoolav veri varustab neid pidevalt orgaaniliste ühenditega ja hapnikuga ning kannab lihastest ära süsihappegaasi ja teised laguproduktid.

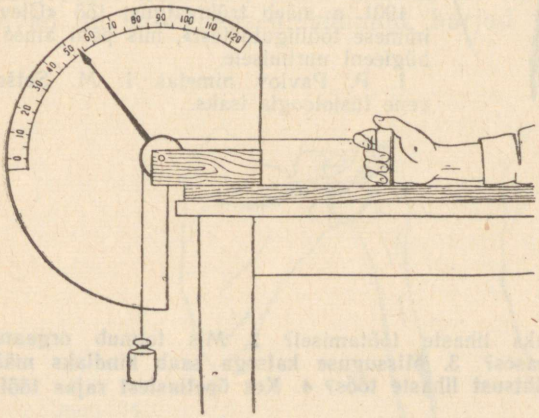
Lihaste väsimus. Kui lihased töötavad kaua ja ilma puhkuseta, kaotavad nad järk-järgult töövõime: neis tekib väsimus. Selle nähtusega tutvumiseks vaatleme järgnevat näidet.

Liikumatult seisev inimene hoiab külgedele väljasirutatud kätes hantleid. Kuidas ta ka ei püüaks säilitada käte horisontaalset asendit, hakkavad need pikkamööda allapoole vajuma ja jäävad mõne aja pärast jõuetult rippuma. Vahetpidamatult pingeseisundis viibivad käte painutajalihased ja sirutajalihased kaotavad kiiresti oma töövõime — nad väsivad. Mõne aja möö-

dudes lihaste töövõime taastub. Pärast puhkust suudab inimene uuesti hoida hantleid mõnda aega endisel kõrgusel.

Kui inimene sooritab samade hantlitega kehalisi harjutusi, saabub väsimus palju hiljem. Sel puhul toimuvad vaheldumisi kord käe painutajalihaste, kord käe sirutajalihaste rütmilised kokkutõmbumised ja lõtvumised. Kokkutõmbumiste vaheaegadel jõuavad lihased oma töövõime osaliselt taastada. Sellepärast suudab inimene teha hantlitega harjutusi palju kauem kui hoida hantleid liikumatult pingeseisundis olevates kätes.

Pärast lihtsate katsete sooritamist on kerge jõuda selgusele, millised tingimused on vajalikud selleks, et lihaste väsimus töötamisel saabuks võimalikult hiljem. Nendeks katseteks kasutatakse spetsiaalset aparaati (joon. 32). Inimene pistab nimetissõrme silmusesse. Silmus on ühenduses nööriga. Nöör on viidud üle liikuva ploki, mille külge on kinnitatud osuti. Ploki pöörete puhul muudab osuti aparaadi skaalal oma asendit. Nööri otsa seotakse 1 kg raskune koormus. Seejärel viiakse läbi esimene katse. Metronoomi koputuste taktis kõverdab ja sirutab inimene nimetissõrme, kergitades ja langetades koormust 60 korda minutis. Katse algusmoment registreeritakse kellaga. Aparaadi skaalal edasi-tagasi liikuv osuti võimaldab jälgida, kuidas talitlevad sõrme lihased katse kestel. Esialgu on sõrme liigutused energilised ja osuti liigub skaala ühest äärest teiseni, ent peatselt hakkab osuti liikumise ulatus järk-järgult vähenema ja mõne aja pärast jääb ta nullpunkti liikumatult seisma. Lihaste täieliku väsimise aeg registreeritakse samuti kellaga. Siis tehakse katses 10—15-minutiline vaheaeg, et sõrme lihaste töövõime taastuks. Järgnevalt korratakse katset. Kuid nüüd kiirendatakse sõrme painutamise ja sirutamise rütmi 90 korrani minutis. Selles katses saabub väsimus palju kiiremini kui esimeses.



Joon. 32

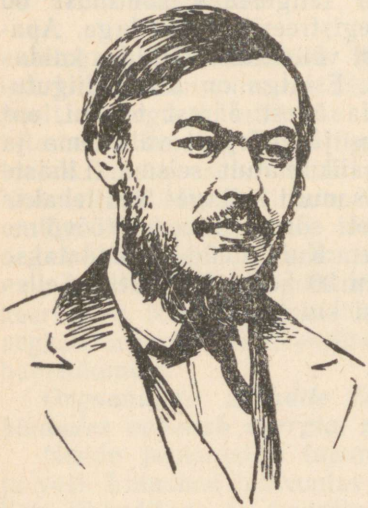
TRÜ Raamatukogu

Mida kiirem on lihaste painutamise rütm, seda kiiremini nad väsivad.

Enne kolmanda katse alustamist lastakse sõrme lihaseid jälle puhata. Seejärel suurendatakse koormus kahekordseks. Nüüd kergitab ja langetab inimene 2-kg-list koormust 60 korda minutis. Ilmneb, et sõrme lihased kaotavad töövõime märksa rutem kui siis, kui nad tõstsid ja langetasid samas rütmis 1-kg-list koormust.

Mida suurem on koormus, seda kiiremini lihased väsivad.

Lihaste väsimust ning rütmi ja koormuse mõju lihaste talitlusele uuris vene füsioloog I. M. Setšenov. Ta tegi kindlaks, et kehalise töö puhul on väga tähtis valida selline keskmine rütm ja koormus, et tööjõudlus oleks kõrge, väsimus aga saabuks võimalikult hiljem. Sellega pandi alus uuele teadusele — ***tööfüsioloogiale.***



Setšenov, Ivan Mihhailovitš (1. august 1829 — 2. november 1905) — vene loodusteadlane, filosoof-materialist, vene füsioloogide koolkonna rajaja, loodusteadusliku suuna looja psühholoogias.

Peterburi Teaduste Akadeemia kirjavahetajaliige 1869. aastast, 1904. aastast aga sama akadeemia auliige.

1863. a. trükiti ajakirjas «Meditsiiniline Teataja» esmakordselt tema väga silmapaistev töö «Peaaju refleksid», mis on XIX sajandi 60-ndate aastate võitleva materialistliku kirjanduse musternäidiseks.

1866. a. ilmus trükist tema uurimus «Närvisüsteemi füsioloogia», milles ta väljendas novaatorlikke ideid füsioloogia valdkonnas.

1901. a. näeb trükivalgust töö «Ülevaade inimese tööliigutustest», mis pani aluse tööhügieeni uurimisele.

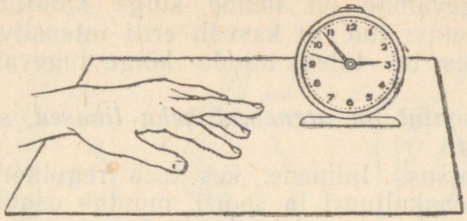
I. P. Pavlov nimetas I. M. Setšenovi vene füsioloogia isaks.

■

Lihaste väsimus.

?

1. Mis on energiaallikaks lihaste töötamisel? 2. Mis toimub orgaaniliste ühenditega töötavas lihases? 3. Missuguse katsega saab kindlaks määrata rütmi ja koormuse osatähtsust lihaste töös? 4. Kes õpetlastest rajas tööfüsioloogia alused?



Joon. 33

▲

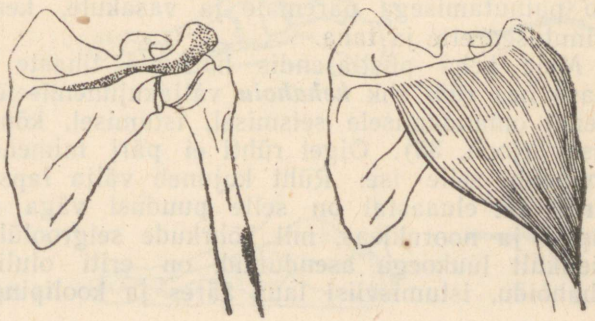
Asetage käsi lauale peopesaga allapoole ning, tõstmata teisi sõrmi lauapinnalt, lööge keskmise sõrmega vastu lauda (joon. 33) seina- või lauakella tiksumise rütmis. Jälgige kellal, kui palju aega möödub katse algusest kuni momendini, mil sõrme lihased täielikult kaotavad töövõime. Märkige see aeg üles. 15 minuti pärast korrake sama katset, kiirendades rütmi kahekordselt (2 sõrmelööki iga kellatiksu kohta). Märkige üles, kui palju aega kulub katse algusest kuni sõrme lihaste täieliku väsimiseni. Tehke katsest järeldus.

12. Kehaliste harjutuste tähtsus skeleti ja lihaste õige arengu seisukohalt

Inimese tugi- ja liikumiselundite süsteemi arenemine. Skelett ja lihaskond hakkavad kujunema inimese lootel ja arenevad välja põhiliselt lapse- ja noorukieas.

Vastsündinul on lihased väga nõrgad. Nad pole võimelised kestvateks kokkutõmbumisteks. Vanemaks saades muutuvad lapse lihased järjest tugevamaks ja tal kujunevad välja koordineeritud liigutused.

Skeleti õige kujunemine on sõltuvuses lihaskonna arengust. Luude nendel kohtadel, kuhu kinnituvad lihaste kõõlused, moodustuvad luu krobelisused, kühmud, harjad (joon. 34). Need on



Joon. 34

seda suuremad, mida tugevamad on nende külge kinnituvad lihased. See on ka mõistetav: luu ju kasvab eriti intensiivselt nendes suundades, millistes tal tuleb taluda kõige tugevamat tõmmet või survet.

Järelikult: mida tugevamini on arenenud keha lihased, seda tugevamaks muutub skelett.

Lihaste treenimise tähtsus. Inimene, kes teeb regulaarselt kehalist tööd, harrastab kehakultuuri ja sporti, muutub osavaks, tema keha lihaskond areneb, liigutused omandavad täpsuse. Treenitud inimesed on tugevad, vastupidavad, suure töövõimega. Miks siis lihaste pidev harjutamine mõjutab nende arengut?

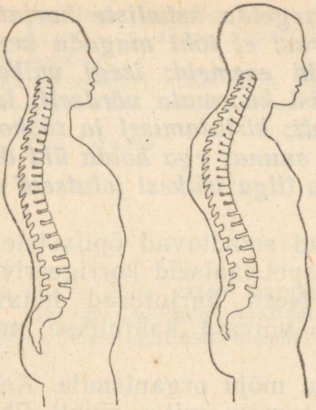
Teadlased on teinud kindlaks, et töötamise ajal voolab elundisse rohkem verd kui puhkeoleku ajal. Seda kinnitab katse. Inimene asetatakse suurte, kuid väga tundlike kaalude horisontaalsele platvormile ja tasakaalustatakse kaalud. Tarvitseb kaaludel lebaval inimesel mõned korrad varbaid liigutada, kui juba seadise osuti näitab, et platvormi see külg, kus paiknevad jalad, on langenud veidi allapoole. Kui aga inimene teeb mõned mälumisliigutused, langeb allapoole platvormi teine ots. See juhtub sellepärast, et suureneb töötavate lihaste verega varustamine.

Mida suuremat tööd teevad lihasekiud, seda enam toitaineid kannab neile veri. Regulaarselt kehalise tööga ja kehakultuuriga tegeleval inimesel lihased arenevad ning muutuvad tugevamaks, kuna nende kiud kasvavad ja jämenevad. Selle tulemusena areneb hästi mitte ainult keha lihaskond, vaid ka skelett.

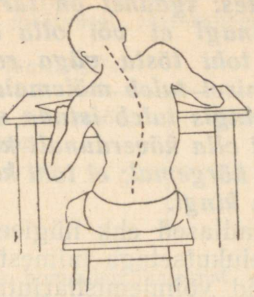
Sellepärast on väga tähtis lapseeast peale tegelda kehaliste harjutustega, töötada kooli õppe-katseaias ja kooli töökodades, koristada klassiruume, teha vajalikke töid kodus. Kõik see soodustab kehalist arengut ja tugevdab tervist.

Selgroo kõverdumine, lampjalgsus ja nende profülaktika. Meie keha aitavad püstiasendis hoida paljud lihased, eriti kaela, kere ja selja lihased. Neid lihaseid on väga tähtis arendada, et skelett kujuneks välja õigesti ning selgroog ehk lülisammas ei kõverduks. Harjutuste hulgas, mida te sooritate kehalise kasvatuse tundides, on palju selliseid, mis arendavad nimelt neid lihaseid. Niisugusteks on näiteks harjutused, mis on seoses selgroo painutamisega paremale ja vasakule, kere ringliigutused, painutused ette ja taha.

Meie keha püstiasendis hoidvate lihaste treenimine aitab kaasa hea ***rühi*** ehk ***kehahoiu*** väljakujunemisele, s. o. keha õige asendi omandamisele seismisel, istumisel, kõndimisel ja töötamisel (joon. 35). Õiget rühti ei päri inimene sündides, vaid omandab selle ise. Rüht kujuneb välja lapse- ja noorukieas, pärast 18. eluaastat on selle puudusi väga raske parandada. Lapse- ja noorukieas, mil kõhrkude selgroolülides ei ole veel täielikult luukoega asendunud, on eriti oluline jälgida oma kehahoidu, istumisviisi laua ääres ja koolipingis. Kooliõpilasel,



Joon. 35

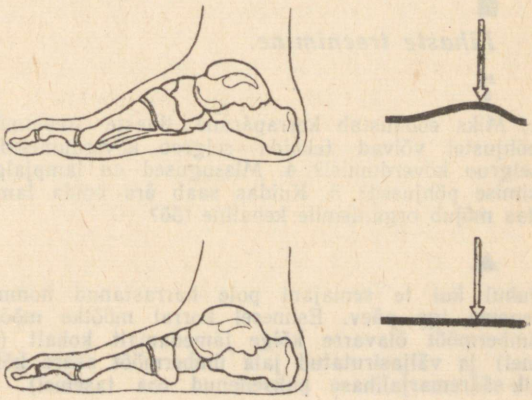


Joon. 36

kes päevast päeva istub või töötab mingis ebaõiges asendis, võib kõverduda selgroog (joon. **36**). Selgroo ehk lülisamba kõverdumine raskendab siseelundite talitlust.

Kui laps tihti tõstab suuri raskusi või kannab liiga väikesi jalatseid, võib see põhjustada põia ebaõiget arengut. Põiavõlv lamendub ja tekib lampjalgsus ehk lamppõidsus (joon. **37**).

Lampjalgsus võib tekkida ka täisealistel, kes seoses oma elukutsega on sunnitud kestvalt püsti seisma või kõndima. Käimisel ja seismisel ilmneb lampjalgsust põdevail inimestel valu põiavõlvis. Et vältida selgroo kõverdumist ja lamppõidsust, tuleb pidada silmas rida nõudeid.



Joon. 37

Pidage meeles: igaühel on tarvis tegelda kehaliste harjutustega; mitte kunagi ei või olla küürus; ei tohi magada kerratõmbunult; ei tohi tõsta väga raskeid esemeid; isegi väikeste raskuste kandmisel tuleb mõlemaid käsi koormata võrdselt; laua ääres ja koolipingis tuleb istuda sirgelt; kirjutamisel ja töökojas töötades ei tohi olla kõverdunult külje suunas ega hoida üht õlga pidevalt teisest kõrgemal; ei tohi kanda liiga väikesi jalatseid ega kõrge kontsaga kingi.

Tervishoiuteadlased ehk hügieenikud soovitavad õpilastele ja mitmesuguste elukutsetega inimestele spetsiaalseid korrigeerivaid ehk parandavaid võimlemisharjutusi. Need harjutused hoiavad ära ebaõige asendi tagajärjel tekkida võivaid kahjulikke muutusi organismis.

Kehalise töö ja kehaliste harjutuste mõju organismile. Kehaline ehk füüsiline töö avaldab soodsat mõju mitte ainult lihaskonna ehk muskulatuuri arengule, vaid ka teiste elundkondade talitlusele.

Suur vene teadlane füsioloog Ivan Petrovitš Pavlov elas kõrge vanuseni. Ta suri 88-aastaselt ning jäi kuni elu lõpuni reipaks, kehaliselt tugevaks ja hämmastavalt töövõimeliseks. Olles juba kõrges vanuses, kirjutas ta: «Kogu oma eluaja olen ma armastanud ja armastan nii vaimset kui ka füüsilist tööd, viimast võib-olla isegi rohkem.» Tõepoolest, I. P. Pavlovit võis väga sageli näha köögiviljaaias peenraid kaevamas, innustunult kurni mängimas, hoogsalt suusatamas, jalgrattal sõitmas. Kehaline töö ja kehalised harjutused abistasid I. P. Pavlovit tema teaduslikus loomingus kuni viimaste eluaastateni.

Ent kehalise töö ja harjutustega ning spordimängudega tuleb tegelda mõõdukalt. Ilma sellekohase kehalise ettevalmistuseta võib näiteks pikaajaline jalgpalli, jäähoki või korvpalli mängimine, samuti pikamaajooks karastamata organismi kahjustada.

■

Lihaste treenimine.

?

1. Miks soodustab korrapärane lihaste treenimine nende arengut? 2. Mis põhjustel võivad tekkida selgroo kõverdumised? 3. Kuidas tuleb vältida selgroo kõverdumisi? 4. Missugused on lampjalgsuse ehk lamppõidsuse tekkimise põhjused? 5. Kuidas saab ära hoida lampjalgsuse tekkimist? 6. Kuidas mõjub organismile kehaline töö?

▲

Juhul kui te seniajani pole harrastanud hommikuvõimlemist, hakake seda tegema iga päev. Esimesel korral mõõtke mõõdulindiga väljasirutatud käe ümbermõõt õlavarre kõige jämedamalt kohalt (õlavarre kakspealihase tasemel) ja väljasirutatud jala ümbermõõt sääre kõige jämedamalt kohalt (kaksik-sääremarjalihase paksenenud osa tasemel). Korrake samu mõõtmisi igal

kuul. Kirjutage vihikusse üles daatum (kuu ja päev) ning arvud, mis te saite õlavarre ja sääre ümbermõõdu mõõtmisel. Sissekanded tehke järgneva vormi kohaselt.

Kehaliste harjutuste mõju lihaste jämedusele.

Kuu ja päev	Õlavarre ümbermõõt mm	Sääre ümbermõõt mm

Juhul kui te juba varem harrastasite hommikuvõimlemist või tegelete spordiga, alustage selliseid vaatlusi homsest peale. Vaatluspäevikut läheb teil tarvis ka teiste vaatluste ülesmärkimiseks.

III. VERI

13. Organismi sisekeskkond

Organismi sisekeskkonna tähtsus. Organismi ükski kude ega rakk ei saa normaalselt täita oma talitlusi ilma toitainete ja hapniku juurdevooluta, ilma elutegevuse produktide pideva eemaldamiseta. Kõik need ained võivad tungida läbi raku välismembraani ainult lahustunud olekus. Sellepärast saab iga rakk elada ainult vedelas keskkonnas.

Enamikul loomadel ja inimesel on keha kõik elusad rakud kokkupuutes vedela ***sisekeskkonnaga,*** mille moodustavad ***veri, koemahl*** ja ***lümf.***

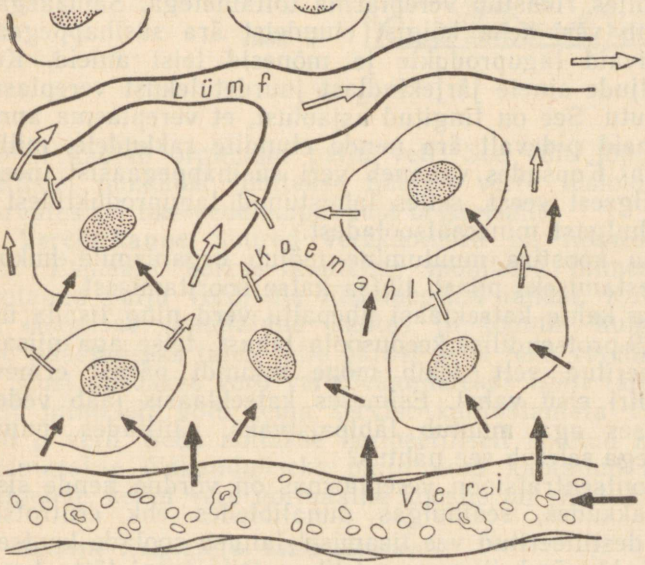
Veri. Nagu teile on teada zooloogiast, liigub kõigil selgroogseil veri suletud veresoonkonnas. Veri näib läbipaistmatuna ja ühtlaselt punaseks värvununa. Üksikasjalikum uurimine näitas aga, et põhiliselt koosneb veri läbipaistvast värvusetust vedelikust — ***vereplasmast,*** milles esineb tohutul hulgal vererakke. Neid on kerge vaadelda mikroskoobis (värv. tahv. II). Just vererakud muudavad vere läbipaistmatuks. Ühed nendest rakkudest on kahvatu (rohekaskollase) värvusega (*1*). Need on vere ***punalibled*** ehk ***erütrotsüüdid.*** Veres on neid väga palju ja suures hulgas annavad nad verele punase värvuse. Värvusetuid vererakke nimetatakse vere ***valgelibledeks*** ehk ***leukotsüütideks*** (*2*).

Vererakud on erakordselt väikeste mõõtmetega. Ühes kuupmillimeetris veres, s. o. tibatillukeses tilgakeses, mis mahult on ligikaudu võrdne nööpnõela peakesega, sisaldub umbes 5 miljonit erütrotsüüti ja 5 kuni 10 tuhat leukotsüüti.

Veres esineb veelgi väiksemaid kehakesi — ***vereliistakuid*** ehk ***trombotsüüte*** (*3*). Ühes kuupmillimeetris veres on neid 200 kuni 300 tuhat. Veri on organismi üks kudesid. Ta on keeruka ehitusega. Rakud ei külgne veres üksteisega, põhilise osa verest moodustab vedel rakkudevaheline ollus — vereplasma. ***Järelikult kuulub veri sidekudede hulka.*** Täiskasvanud inimese kehas on umbes 5 liitrit verd.

Koemahl. Kui veri liigub kudesid läbistavaid ülipeeni veresooni mööda, tungivad pidevalt läbi nende seinte vereplasma mõned koostisosad. Sel viisil moodustub koemahl, mis ümbritseb kõiki keha elusaid rakke. Sellest vedelikust imavad rakud toitaineid ja hapnikku, eritades sellesse süsihappegaasi ja teisi oma elutegevuse produkte. Veri annab koemahlale vahetpidamata aineid, mida rakud ära kasutavad, ja absorbeerib nende poolt eritatavaid aineid.

Lümf. Koemahl täieneb pidevalt verest sinna tungivate ainete arvel. Samaaegselt sellega imenduvad mõned koemahla ained peenimatesse lümfisoontesse, mis algavad kudede rakkude vahel (joon. 1). Koemahlast moodustub sellest koostise poolest mõnevõrra erinev lümf. Lümfisooni mööda pöördub lümf tagasi verre.



Joon. 1

■

Organismi sisekeskkond. Vereplasma. Vere punalibled ehk erütrotsüüdid. Vere valgelibled ehk leukotsüüdid. Vereliistakud ehk trombotsüüdid. Koemahl. Lümf.

?

1. Missugune on vere ehitus? 2. Miks peetakse verd vedelaks koeks?

!

1. Miks suudavad ainuraksed loomad elutseda ainult vedelas keskkonnas?
2. Millest koosnevad settida lastud vere kaks selgesti eristatavat kihti (värv.

tahv. II, 6) ja millest koosneb neid teineteisest eraldav hallikas kile? 3. Mispärast on settida lastud veres hallikas kile mitusada korda õhem punasest kihist?

14. Vereplasma

Vereplasma koostis. Vereplasma koosneb peamiselt veest, milles on lahustunud orgaanilised ja anorgaanilised ühendid. Vett on vereplasmas umbes 90%, valke — ligikaudu 7%, rasvu — 0,8%, viinamarjasuhkrut ehk glükoosi — ligikaudu 0,12%, mineraalsooli — ligikaudu 0,9%. Vereplasma niisugune koostis püsib kogu inimese eluea vältel. Millest see tuleneb?

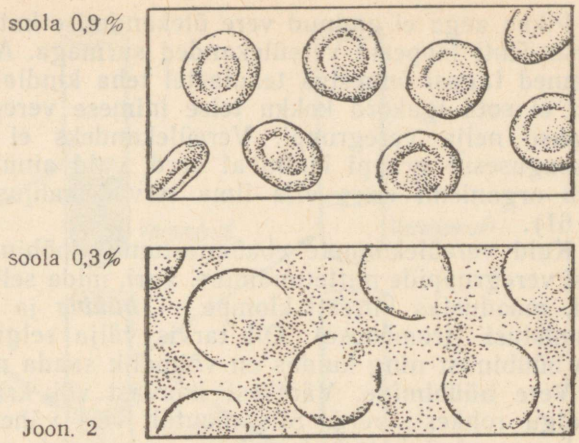
Seedeelundites rikastub vereplasma toitainetega. Samaaegselt sellega kannab veri keha kõigist elundeist ära süsihappegaasi, kudedes tekkivaid laguprodukte ja mõnesid teisi aineid. Kuid hoolimata paljude ainete järjekindlast juurdetulekust vereplasma koostis ei muutu. See on tingitud asjaolust, et vereplasma annab nimetatud aineid pidevalt ära nende elundite rakkudele, millest ta läbi voolab. Kopsudes vabaneb veri süsihappegaasist, neerudes aga üleliigsest veest, selles lahustunud laguproduktidest ja mõningasest hulgast mineraalsooladest.

Vereplasma koostise muutumine mõjub organismile hukutavalt. Selle tõestamiseks piisab lihtsa katse sooritamisest.

Kui valada kahte katseklaasi ühepalju verd ning lisada ühte katseklaasi 0,9-protsendilist keedusoola lahust, teise aga niisama palju destilleeritud vett, tekib mõne sekundi pärast erinevus mõlema probiiri sisu vahel. Esimeses katseklaasis jääb vedelik sogaseks, teises aga muutub läbipaistvaks, säilitades punase värvuse. Millega seletub see nähtus?

Soolade kontsentratsioon vereplasmas on võrdne nende sisaldusega vererakkudes, sealhulgas punalibledes ehk erütrotsüütides. Verele destilleeritud vee lisamisel langeb soolade kontsentratsioon vererakke ümbritsevas vedelikus. Difusiooni tõttu tungib vesi kiiresti erütrotsüütidesse ja leukotsüütidesse, alandades nendes soolade kontsentratsiooni. Rakud tursuvad, nende õhukesed välismembraanid venivad välja, seejärel aga lõhkevad ja rakkude sisaldised segunevad ümbritseva vedelikuga (joon. 2). Erütrotsüütidele värvust andev aine väljub neist ja probiiris olev vedelik muutub läbipaistvaks, säilitades punase värvuse. Kui aga verele lisatakse 0,9-protsendilist keedusoola lahust, jääb soolade kontsentratsioon vererakke ümbritsevas vedelikus endiseks. Erütrotsüütide ja leukotsüütidega sel juhtumil muutusi ei toimu. Sellepärast jääbki vedelik läbipaistmatuks.

Soolade vesilahust, mis oma kontsentratsioonilt vastab vereplasma sooladesisaldusele, nimetatakse ***füsioloogiliseks lahuseks.*** See leiab kasutamist arstiteaduses. Näiteks mõnede haiguste



Joon. 2

korral kaotab organism palju vett. See võib lõppeda surmaga. Sellistel puhkudel juhitakse haigete verre füsioloogilist lahust, korvates sel teel vedelikupuudust organismis.

Vereülekanne. Suured verekaotused on inimese elule ohtlikud. Esmaabi korras kantakse mõnikord inimestele, kes on kaotanud palju verd, üle füsioloogilist lahust. Kuid selline abi on ebapiisav: kannatanu kaotas ju tohutul hulgal vererakke. Elu päästmiseks tuleb talle pärast seda teha vereülekanne.

Kust saadakse verd vereülekanneteks? Igalt täiskasvanud tervelt inimeselt võib tema tervist kahjustamata võtta 200 kuni 400 g verd. Seda hoitakse hermeetiliselt suletud klaasnõudes ja kasutatakse ülekandmiseks palju verd kaotanud inimestele või haigetele, kellel vere normaalne koostis on rikutud.

Inimeste veregruppide kokkusobitatavus

Veregrupid	Võib anda verd	Võib verd vastu võtta
I	I, II, III, IV	I
II	II, IV	I, II
III	III, IV	I, III
IV	IV	I, II, III, IV

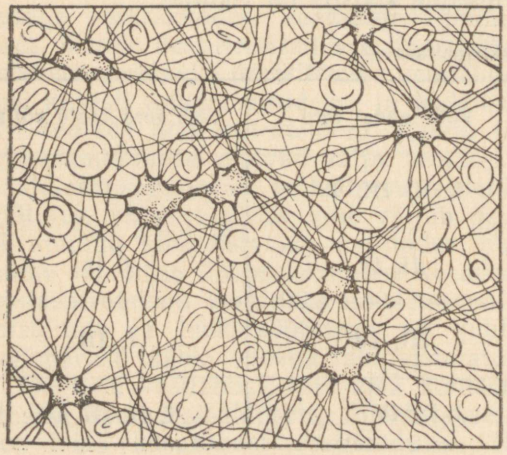
Pikka aega ei andnud vere ülekandmise katsed vajalikke tulemusi. Tihti lõppesid vereülekanded surmaga. Alles mõned aastakümned tagasi õnnestus teadlastel teha kindlaks, et ühe inimese veri ei sobi igakord kokku teise inimese verega. Inimestel eristatakse nelja veregruppi. Vereülekandeks ei kasutata ükskõik missugusesse gruppi kuuluvat verd, vaid ainult niisugust, mida võib organismi sisse viia ilma tervist kahjustamata (vt. tabel lk. 61).

Kuid vereülekannete ebaõnnestumise põhjuseks polnud ainuüksi veregruppide mittetundmine. Veri, mida sellel eesmärgil kasutati, moodustas kiiresti klompe — ***hüübis*** ja tekitas veresoonte ummistusi (tromboose). Oli tarvis välja selgitada, mis põhjustab hüübimist ning kuidas on võimalik saada mittehüübivat verd.

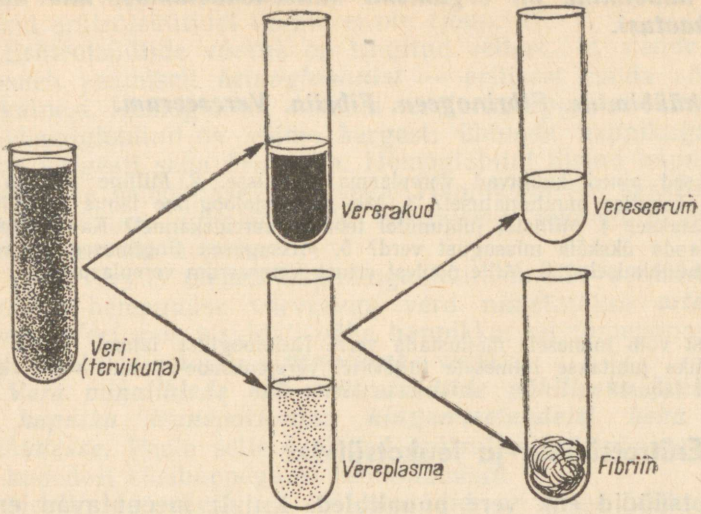
Vere hüübimine. Värskest haavast või kriimustusest voolab esialgu rohkesti verd. Siis muutub veri vähehaaval paksemaks ja haava pind kattub koorikuga, mis suleb veresoonte vigastamise kohad ega lase verd soontest välja voolata. Kuidas see protsess kulgeb?

Vereplasma sisaldab lahustuvat valkainet — ***fibrinogeeni,*** mis tõlkes tähendab «kiude tekitav aine». Millest selline nimetus? Vastuse sellele küsimusele annab vaatlus.

Kui silmitseda mikroskoobis äsja inimeselt või loomalt võetud veretilgakest, võib näha, kuidas vereplasmas aegamööda tekivad peened kiukesed (joon. 3). Neid koguneb järjest rohkem ja rohkem ning peagi moodustavad nad tiheda võrgu, millesse noota sattunud kalade sarnaselt takerduvad vererakud. Vereplasma lahustuv valkaine — fibrinogeen on keemiliselt muutunud, muundudes mittelahustuvaks kiuliseks valkaineks — ***fibriiniks.***



Joon. 3



Joon. 4

Tõlkes tähendabki see «kiulist ainet». Fibriinikiud moodustavad tombu, mis suleb vigastatud veresoonte avaused.

Kui koguda haavast väljavoolav veri puhtasse klaasnõusse, siis muutub see mõne minuti pärast punaseks sültjaks massiks. See klomp hakkab vähehaaval kokku tõmbuma, eraldades endast läbipaistvat ja peaaegu värvitut vedelikku. See on ***vereseerum*** — vereplasma, milles fibrinogeeni enam pole (joon. 4). Sellepärast puudub vereseerumil hüübimisvõime. Kui vereklompi kaua pesta veejoas, uhutakse vererakud sellest välja. Siis näeme me hulgaliselt üksteisega põimuvaid valgeid puhta fibriini kiude.

Vere hüübimine on väga keeruline protsess, milleks on vaja rida tingimusi. Tutvume neist ainult kahega. Esiteks peab vereplasma sisaldama kaltsiumi sooli. Kui lisada verele kaltsiumi sooli väljasadestavaid aineid, kaotab veri hüübimisvõime. Verd, millest on kaltsiumi soolad eemaldatud, kasutatakse vereülekannetel, sest tal puudub hüübimisvõime. Vere hüübimise teiseks vajalikuks tingimuseks on vereliistakute ehk trombotsüütide purunemine. Seejuures tekib aine, mis soodustab fibrinogeeni muundumist fibriiniks.

Lümfis esineb samuti fibrinogeeni. Lümf hüübib samasugustes tingimustes nagu verigi, kuid veidi aeglasemalt.

Mõned inimesed põevad sündimisest saadik haigust, mille puhul veri pole üldse suuteline hüübima. Niisugused inimesed võivad verekaotusest surra isegi kõige tühisemate haavamiste tagajärjel.

Vere hüübimine on organismi kaitsekohastumus, mis hoiab ära verekaotusi.

■

Vere hüübimine. Fibrinogeen. Fibriin. Vereseerum.

?

1. Missugused ained kuuluvad vereplasma koostisse. 2. Milline tähtsus on vereplasma koostise muutumatusel? 3. Mis on füsioloogiline lahus ja milleks seda kasutatakse? 4. Millistel juhtumitel tehakse vereülekannet? Kas inimesele võib üle kanda ükskõik missugust verd? 5. Missugused tingimused on vajalikud vere hüübimiseks? 6. Mille poolest erineb vereseerum vereplasmast?

!

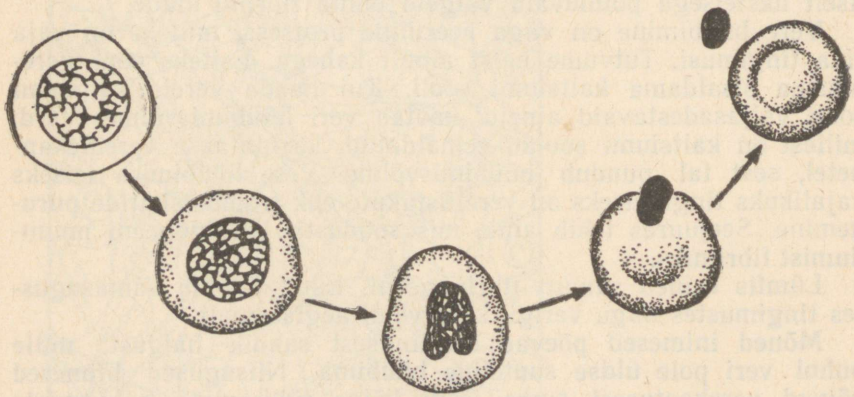
1. Mispärast võib inimesele manustada verre füsioloogilist lahust, mitte aga vett? 2. Miks juhitakse inimesele tugevate verejooksude puhul verre kaltsiumkloriidi lahust?

15. Erütrotsüüdid ja leukotsüüdid

Erütrotsüüdid ehk vere punalibled. Kujult meenutavad erütrotsüüdid ümmargusi kaksiknõgusaid kettakesi. Niisugune kuju suurendab nende pealispinda. Erütrotsüüdid on väga väikesed: nende läbimõõt on ainult mõni tuhandik millimeetrit. Erütrotsüüte ümbritseb õhuke välismembraan, nende sisemus on täidetud poolvedela sisaldisega.

Erütrotsüüdid on lühiealised. Nad elavad ainult umbes neli kuud. Seetõttu täieneb eluaja kestel inimese veri pidevalt uute erütrotsüütidega. Erütrotsüüdid tekivad ühes ***vereloome-elundeist*** — punases luuüdis, mis, nagu te teate, asetseb luude käsnolluses.

Erütrotsüüdid tekivad punase luuüdi eriliste rakkude paljunemisel. Noortes punalibledes on selgesti eristatav tuum. Kuid



Joon. 5

enne vereringesse siirdumist erütrotsüütidel tuum kaob. Täiskasvanud erütrotsüütidel tuuma ei ole (joon. 5).

Erütrotsüütide värvus on tingitud sellest, et nende sisaldis koosneb peamiselt ***hemoglobiinist*** — erilisest rauda sisaldavast valkainest. Hemoglobiin annabki verele tumepunase värvuse.

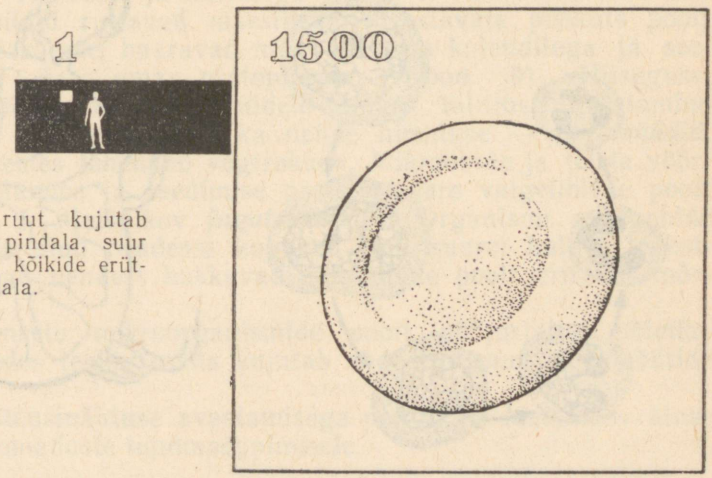
Hemoglobiinil on võime kergesti ühineda hapnikuga ja niisama kergesti seda ära anda. Hemoglobiini ühend hapnikuga on intensiivse helepunase värvusega. Hapnikuvaeses keskkonnas see ebapüsiv aine laguneb. Selle tulemusena tekivad uuesti hemoglobiin ja vaba hapnik.

Vere värvus oleneb hapnikuga küllastumise astmest. Hapnikurikast helepunase värvusega verd nimetatakse ***arteriaalseks*** vereks. Veri, mis sisaldab vähe hapnikku, on tumepunase värvusega. Seda nimetatakse ***venoosseks*** vereks.

Vere punaliblede ehk erütrotsüütide põhiliseks funktsiooniks on hapniku transportimine hingamiselundeist keha kõigisse rakkudesse. Peale selle osalevad erütrotsüüdid mõningal määral ka kudedest süsihappegaasi eemaldamises.

Hoolimata sellest, et erütrotsüüdid on väga väikesed, kannavad nad laiali suurel hulgal hapnikku, rahuldades kogu organismi vajadused. Millega see seletub?

Te mäletate, et täiskasvanud inimesel on umbes 5 liitrit verd. Vere igas kuupmillimeetris on ligikaudu 5 miljonit erütrotsüüti. Vere punaliblede üldarv meie kehas on seega tohutu suur. On arvestatud välja, et kõigi erütrotsüütide pindalade summa ühe inimese organismis ületab 1500 korda tema keha pindala ja moodustab ligikaudu 3500 m², s. o. rohkem kui $^1/_3$ ha (joon. **6**).



Väike valge ruut kujutab inimese keha pindala, suur valge ruut aga kõikide erütrotsüütide pindala.

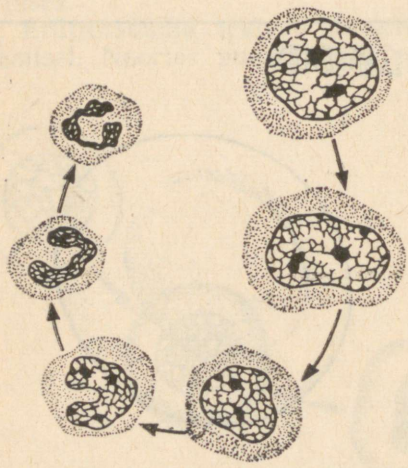
Joon. **6**

Kopsu veresoontes absorbeerib iga erütrotsüüt kogu oma pinnaga õhust hapnikku, mis ühineb hemoglobiiniga, ja veri muutub arteriaalseks. Seejärel, uhades keha kõiki elundeid, annab veri hapniku ära rakkudele ja muutub venoosseks.

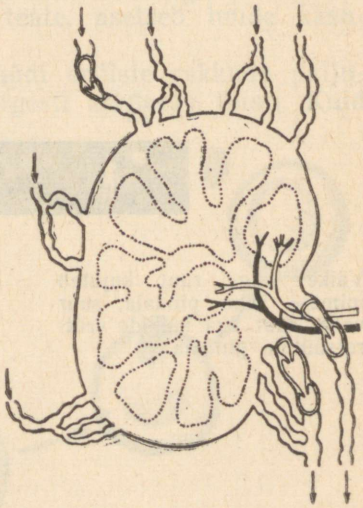
Kehvveresus. Haigusi, mille puhul inimese veres langeb hemoglobiinisisaldus, nimetatakse ***kehvveresuseks.*** Ühtedel juhtumitel on kehvveresus tingitud erütrotsüütide arvu vähenemisest, teistel juhtumitel — hemoglobiinisisalduse langusest erütrotsüütides, mõnikord aga — mõlemast nimetatud põhjusest koos. Kehvveresus võib tekkida näiteks siis, kui inimene kaotab palju verd. Kehvveresuse põhjusteks võivad olla ka mitteküllaldane toitumine, mõned nakkushaigused, vereloome-elundi — punase luuüdi — talitluse häired. Kehvveresus on ravitav. Tarvis on vaid õigeaegselt kindlaks teha selle põhjus. Seda suudab teha ainult arst. Intensiivsem toitumine ja värske õhk aitavad sageli taastada normaalset hemoglobiinisisaldust veres.

Leukotsüüdid ehk vere valgelibled. Vere valgelibled esinevad mitte ainult veres, vaid ka lümfis. Kõigil neil on olemas tuum, mis asetseb värvusetus tsütoplasmas. Mõnedel leukotsüütidel pole tuum terviklik, vaid koosneb mitmest osast.

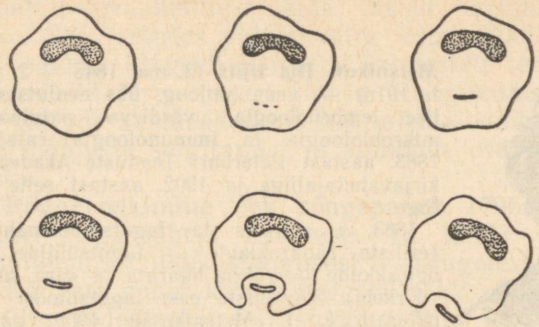
Leukotsüüte hukkub organismis suurel hulgal. Nende eluiga on 2—4 päeva. Uusi leukotsüüte tekib (joon. 7) pidevalt vereloome-elundites — luuüdis, põrnas (lk. 8 joon. 2, *12*) ja lümfisõlmedes (joon. 8) — väikestes sidekoelistes moodustistes, mida esineb organismi kõigis osades.



Joon. 7



Joon. 8



Joon. 9

Leukotsüütide kuju on ebapüsiv. Nad meenutavad väikesi amööbe. Sopistades välja kulendeid, lükkavad leukotsüüdid nende abil laiali rakke, millest koosnevad peenimate veresoonte seinad, väljuvad veresoontest ja tungivad meie organismi mitmesuguste kudede rakkude vahele.

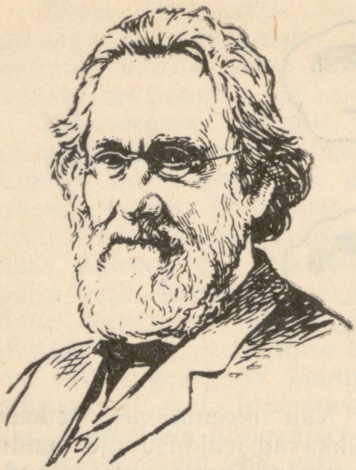
Võime tõttu kudedes iseseisvalt liikuda hakati leukotsüüte nimetama rändrakkudeks.

Väljapaistev vene bioloog I. I. Metšnikov tegi kindlaks, et ***leukotsüüdid ehk vere valgelibled etendavad erakordselt tähtsat osa organismi kaitsmisel infektsiooni- ehk nakkushaiguste eest.*** Nende haiguste tekitajateks on patogeensed mikroobid ehk tõvestavad pisikud. Olles tunginud organismi, jäävad nad sinna elama. Oma elutegevuse käigus eritavad patogeensed mikroobid inimesele mürgiseid aineid, mis tekitavad organismis haigusnähte.

Paljude vaatluste ja katsetega tegi I. I. Metšnikov kindlaks, et leukotsüüdid ruttavad massiliselt tõvestavate pisikute poolt kahjustatud koesse, haaravad mikroobe oma kulenditega ja seedivad nad ära oma protoplasmas (joon. 9). Niisuguse, leukotsüütide mõnedele vormidele omase talitluse avastamine dikteeris I. I. Metšnikovile ka nende nimetuse — ***fagotsüüdid,*** mis eesti keeles tähendab «õgirakud». Mikroobide ja teiste võõrkehade neelamise ja seedimise protsessi vere valgeliblede poolt nimetas I. I. Metšnikov ***fagotsütoosiks.*** Organismi mikroobide poolt kahjustatud osadesse koguneb tihti suurel hulgal leukotsüüte. Paljud nendest hukkuvad mikroobide poolt eritatud mürkide toimel.

Patogeensete mikroorganismide poolt põhjustatud põletike puhul kudedes tekkiv mäda kujutab endast surnud leukotsüütide kogumit.

Fagotsütoosinähtuse avastamisega pani I. I. Metšnikov aluse vere kaitseomaduste tundmaõppimisele.



Metšnikov, Ilja Iljitš (3. mai 1845 — 2. juuli 1916) — vene bioloog, üks evolutsioonilise embrüoloogia, võrdleva patoloogia, mikrobioloogia ja immunoloogia rajajaid. 1883. aastast Peterburi Teaduste Akadeemia kirjavahetajaliige ja 1902. aastast selle auliige.

1883. a. avastas ta fagotsütoosinähtuse (eriliste rändrakkude — fagotsüütide ehk õgirakkude — võime haarata ja «ära süüa» võõrkehi). Uurimiste eest fagotsütoosi alal määrati I. I. Metšnikovile 1908. aastal Nobeli preemia.

■

Vereloome-elundid. Hemoglobiin. Arteriaalne veri. Infektsiooni- ehk nakkushaigused. Fagotsüüdid. Fagotsütoos.

?

1. Missugune on erütrotsüütide ehk vere punaliblede ehitus? 2. Kus tekivad erütrotsüüdid? 3. Missuguse aine omadustega on seoses erütrotsüütide põhiline funktsioon? 4. Mis on kehvveresus? 5. Missugune on leukotsüütide ehk vere valgeliblede ehitus? 6. Milline on leukotsüütide tähtsus organismis? 7. Kus tekivad leukotsüüdid?

!

1. Vingugaas (mida on valgustusgaasis ja mis tekib kütuse mittetäielikul põlemisel ahjus) annab hemoglobiiniga püsiva keemilise ühendi. Miks saabub selle gaasi kestva sissehingamise tagajärjel surm? 2. Miks antakse kehvveresuse korral mõnikord haigetele ravimeid, mille koostisse kuulub rauaühendeid? 3. Miks tuleb kannatanutele pärast suuri verekaotusi kanda üle konserveeritud verd, mitte aga füsioloogilist lahust? 4. Miks leitakse hingamisteede nakkushaiguste puhul haige rögast pisikute kõrval väga palju leukotsüüte?

16. Immuunsus

Epideemiad. Paljude sajandite vältel suri inimesi kümnete tuhandete viisi katku, koolerasse, mustadesse rõugetesse jt. nakkushaigustesse. Inimesed ei teadnud, kuidas end päästa massiliste rändtaudide — ***epideemiate*** eest. Epideemiate levimist näis olevat võimatu peatada. Need haarasid lühikese ajaga suuri territooriume, kandusid maalt maale.

Religioon õpetas, et nakkushaigusi saadab inimestele jumal karistuseks nende pattude eest. Ning selleks, et palumisega

jumalalt armuheitmist leida, läksid harimatud inimesed kirikutesse. Siin, suurtes palvetavates inimhulkades kandus infektsioon ehk nakkus kergesti haigetelt inimestelt tervetele ja epideemiast tabandusid järjest uued ohvrid. Religioossed kujutelmad takistasid paljude aastasadade kestel infektsioonihaiguste tekkimise tõeliste põhjuste selgitamist ja abinõude otsinguid võitluseks nende vastu.

Rõugepookimine ehk rõugepanek. 1796. aastal tegi Edward Jenner väga tähtsa avastuse. Ta leidis vahendi ühest kõige kohutavamast nakkushaigusest — rõugetest — hoidumiseks.

Rõugete puhul kattub haigete nahk villidega, mis on täidetud värvitu vedelikuga. Pärastpoole villid lõhkevad ja nende kohal tekivad koorikud. Jenneri ajal haigestus inimesi rõugetesse kümnete tuhandetena. Ellujäänutel säilisid peaaegu alati rõugearmid, tihti jäid nad pimedaks.

Jenner teadis, et rõuged kord juba läbipõdenud inimene nendesse teistkordselt enam ei nakatu, s. o. ta muutub rõugete suhtes mittevastuvõtlikuks. Kuid peale selle märkas ta, et lehmalüpsjad farmides nakatuvad rõugetesse väga harva. Selle nähtuse põhjust aitas tal selgitada teine tähelepanek. Lehmade udaratel tekivad sageli villid, mis sarnanevad rõugevillidega. See kariloomade haigus kannab õigustatult veiserõugete nimetust. Nimetatud tähelepanek viis Jenneri oletusele, et veiserõuged on inimesel esinevate rõugete kergekujuliseks vormiks. Haigete lehmade lüpsmisel, arutles ta, satub lüpsjate kätel olevatesse lõhedesse lõhkenud rõugevillide vedelikku. See põhjustab nakatumist rõugetesse, mis aga põetakse läbi väga kergel kujul, haigele enesele märkamatult. Sellepärast muutubki lüpsja rõugetele



Jenner, Edward (17. märts 1749 — 26. jaanuar 1823) — inglise arst, meetodi looja, mis kaitseb inimest rõugetesse haigestumast.

Arvukate vaatluste varal jõudis ta veendumusele, et veiserõuged läbipõdenud lüpsjad ei nakatu inimese rõugetesse. 1798. aastal töötas ta välja kaitsemeetodi rõugetesse haigestumise vastu inimese kunstliku nakatamise teel veise rõugevillide vedelikuga. Edaspidi ta täiustas rõugete kaitsepookimise tehnikat.

mittevastuvõtlikuks. Seda oletust oli aga vaja kontrollida. Jenner pookis inimestele väikeste nahasse tehtud sisselõigete kaudu lehmade rõugevillide vedelikku. ***Pooke*** kohal tekkis villike, nahk selle ümber hakkas punetama ja ilmnes väike paistetus. Mõne päeva pärast villike lõhkes ja kuivas. Need pooked osutusid kahjutuks. See-eest aga inimesed, kellele tehti pookeid, muutusid mittevastuvõtlikuks rõugetele.

E. Jenneri avastus oli löögiks religioossetele ettekujutustele haiguste paratamatusest, vältimatusest. Sellepärast alustas vaimulikkond tema vastu võitlust, sisendades usklikele, et kaitsepookeid teha lastes annavad nad oma hinge saatana kätesse. Ent kiriku vastuseisust hoolimata hakkas rõugete kaitsepookimine levima kogu maailmas.

Pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni kehtestati meie maal V. I. Lenini poolt allakirjutatud dekreediga rõugete kohustuslik kaitsepookimine. Praeguseks on Nõukogude Liidus rõugetaud täielikult likvideeritud.

E. Jenneri avastus ei tuginenud infektsioonihaiguste tekkimise põhjuste tundmisele, vaid tema vaatlusvõimele. Alles sada aastat hiljem selgitas Louis Pasteur, et nakkushaigusi tekitavad patogeensed mikroobid. Pärast fagotsütoosi avastamist I. I. Metšnikovi poolt aga hakkas arenema õpetus organismi mittevastuvõtlikkusest ehk tõvekindlusest infektsioonihaiguste suhtes.

Sünnipärane ja omandatud immuunsus. ***Organismi mittevastuvõtlikkust mingi nakkushaiguse suhtes nimetatakse immuunsuseks.*** Mittevastuvõtlikkus haiguste suhtes seletub sellega, et organismis tekivad kaitseained — nn. antikehad ehk kaitsekehad, mis loovad ebasoodsad tingimused teatud kindla haiguse tekitajatele. Mõned inimesed on juba sündimisest saadik mittevastuvõtlikud ühe või teise haiguse suhtes. Nendel esinevad kaitseained (antikehad) veres juba elu algusest peale. Niisugust immuunsust nimetatakse ***sünnipäraseks immuunsuseks.*** Selle pärivad järglased oma vanematelt. Teistel juhtumitel kujuneb immuunsus inimesel välja pärast infektsioonihaiguste läbipõdemist. Seda nimetatakse ***omandatud immuunsuseks.*** Nakkushaiguse tekitajate toimel töötatakse haige organismis välja kaitseained ehk antikehad. See protsess jätkub ka pärast inimese tervenemist, mõnikord kogu eluaja kestel. Sellepärast ei nakatugi näiteks läkaköha, leetreid või tuulerõugeid läbipõdenud inimesed nendesse haigustesse enam teistkordselt. Organismide niisugust võimet kasutab arstiteadus mõnede nakkushaiguste ärahoidmiseks ja ravimiseks.

Kaitsepooked. Et vältida inimese nakatumist ühte või teise infektsioonihaigusesse, näiteks düsenteeriasse, kõhutüüfusesse või difteeriasse, tekitatakse tal kunstlikult immuunsus. Selleks viiakse inimese organismi kas surmatud või tugevasti nõrgestatud, mürgisuse juba peaaegu kaotanud haigusetekitajad või nende eel-

Pasteur, Louis (27. detsember 1822 — 28. september 1895) — prantsuse teadlane, kelle uurimused panid aluse mikrobioloogia kui iseseisva teaduse arengule.

1862. aastast on ta Pariisi Teaduste Akadeemia liige.

1857. aastal tegi L. Pasteur kindlaks, et piimhape tekib eriliste mikroorganismide — piimhappebakterite elutegevuse tulemusena.

1879. aastal, uurides kanade koolera mikroobe, avastas ta, et nõrgestatud mikroobide pookimine kanadel ei põhjusta kanade hukkumist ning muudab nad samal ajal mittevastuvõtlikeks antud haiguse suhtes. See avastus võimaldas Pasteuril töötada välja kaitsepookimiste (vaktsineerimiste) meetodi, mis osutus efektiivseks abinõuks võitluses mitmesuguste nakkushaiguste — põrnatõve ehk siberi katku, marutõve, sigade punataudi vastu.



nevalt kahjutuks tehtud mürke — vaktsiine. Selline kaitsepookimine ehk vaktsineerimine kutsub esile väga kergekujulise haigestumise. Vastuseks mikroobide või nende mürkide sisseviimisele algab organismis vastavate antikehade moodustumine. Ning antud haiguse tekitajad, olles sattunud juba immuunsuse omandanud organismi, hukkuvad, nende mürk aga kahjutustatakse.

Igaüks teist peab mõistma kaitsepookimiste tähtsust ning nendest mitte kõrvale hoidma, kui neid tehakse koolis või piirkonnas, kus te elunete. Kaitsepookimised kaitsevad teid ohtlike haiguste eest.

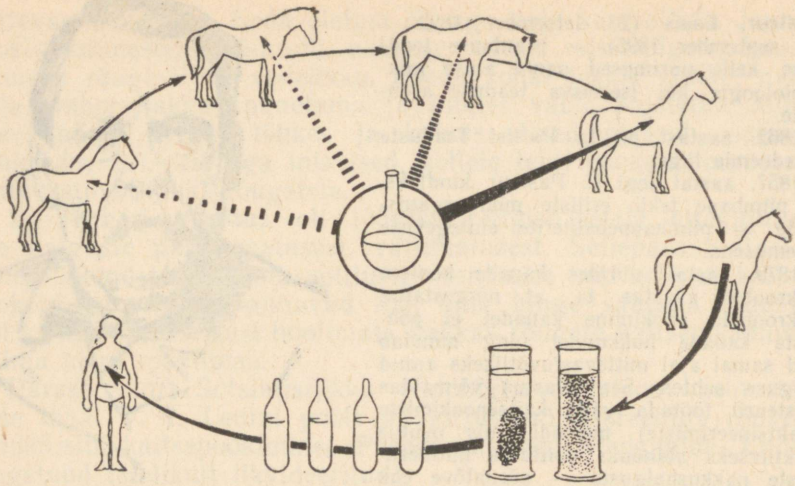
Pärast kaitsepookimist inimene enamasti ei nakatu sellesse haigusesse, mille vastu pooge tehti, nakatumise korral aga põeb selle läbi väga kergel kujul.

Raviseerumid. Organismi võimet kaitseaineid ehk antikehi välja töötada kasutatakse mitte ainult nakkushaiguste profülaktikas, vaid ka nende ravimisel. Mõnedel juhtumitel, kui haigestunule on vaja kiiresti abi osutada, süstitakse temale valmis antikehi, mida saadakse kunstlikult nakatatud loomade organismist.

Niisugust ravimisviisi kasutatakse näiteks raske nakkushaiguse difteeria korral. Difteeriapisikud kahjustavad kurgu limaskesta, nende mürgid aga kanduvad verega laiali üle kogu organismi ja põhjustavad raskeid mürgistusi. Kui difteeriavastast raviseerumit veel ei kasutatud, suri igast 10-st haigestunud lapsest 6—7.

Kuidas saadakse difteeriavastast raviseerumit?

Terve hobuse organismi süstitakse väga tugevasti nõrgesta-



Joon. **10**

tud, elule mitteohtlikku mürki, mida eritavad difteeriapisikud. Järgnevatel päevadel korratakse pookimisi ja iga korraga suurendatakse nende mürgisust. Lõppude lõpuks hakatakse süstima nõrgestamata difteeriamürki surmavates kogustes (joon. **10**). Kuid hobune ei saa enam haigestuda. Tema organism valmistab nüüd kaitseaineid sellisel hulgal, et ükskõik kui suur kogus bakteriaalset mürki on muutunud temale kahjutuks. Aeg-ajalt võetakse sellise immuniseeritud hobuse suurest veresoonest verd, mis lastakse hüübida. Pärast hüübimist tekib vereseerum. See puhastatakse ja säilitatakse kinnijoodetud klaasampullides. Difteeriavastases seerumis esinevad valmis kaitseained. Seda süstitakse haigetele lastele. Kui süstimist tehakse õigeaegselt, siis lapsed paranevad.

Käesoleval ajal valmistatakse mitmesuguseid raviseerumeid. Mõnesid neist kasutatakse mitte ainult ravimiseks, vaid ka selleks, et hoida ära nakatatud inimese haigestumist. Näiteks väga ohtliku nakkushaiguse — teetanuse ehk kangestuskrampтõve arenemist on võimalik ära hoida teetanusevastase seerumi õigeaegse süstimisega. Teetanust võib põhjustada haavade määrdumine mullaga, kuna teetanusbatsillid püsivad mullas pikka aega eluvõimelistena. Kui haava satub mulda, tuleb viivitamatult minna raviasutusse. Seal süstitakse organismi teetanusevastast raviseerumit. Selles sisalduvad valmis kaitseained ei lase haigusel areneda. Kuna raviseerumite kasutamise puhul kaitseained ei teki organismis eneses, vaid viiakse sinna väljastpoolt sisse, siis säilivad nad veres väga lühikest aega. Mõne aja möödudes muutub organism haigusele uuesti vastuvõtlikuks.

Meie organismis ei teki immuunsus kõigi nakkushaiguste suhtes. Mõnda haigust võime me põdeda elus palju kordi. Selline haigus on näiteks angiin ehk kurgupõletik.

Loomulik ja kunstlik immuunsus. Sünnipärast või haiguse läbipõdemise tagajärjel omandatud immuunsust nimetatakse ***loomulikuks immuunsuseks.*** Kaitsepookimiste või raviseerumite manustamise tulemusena omandatud immuunsust nimetatakse ***kunstlikuks immuunsuseks.***

■

Immuunsus. Sünnipärane immuunsus. Omandatud immuunsus. Kaitsepooked ja vaktsiinid. Raviseerumid. Loomulik immuunsus. Kunstlik immuunsus.

?

1. Mis põhjustavad nakkushaigusi? 2. Kelle poolt ja kuidas võeti tarvitusele rõugete kaitsepookimine?

!

1. Milles seisneb vaktsiinide ja raviseerumite toime erinevus organismisse? 2. Miks süstitakse difteeria ravimise puhul haigetele immuniseeritud looma vereseerumit, mitte aga vereplasmat? 3. Miks süstitakse leetrihaigetega kokkupuutunud lastele mõnikord ainet, mis on saadud selle haiguse juba läbipõdenud inimeste vereseerumist? Kas võib laps mõne kuu möödudes pärast sellise aine süstimist haigestuda leetritesse?

Vaktsiinid

Missuguse haiguse vastu	Kes töötas esimesena välja	Mis aastal võeti kasutusele
Rõuged	E. Jenner	1798
Põrnatõbi ehk siberi katk	L. Pasteur	1881
Kõhutüüfus	R. Pfeiffer	1896
Marutõbi	I. Philipps	1922
Läkaköha	M. S. Zahharova	1958
Poliomüeliit e. lastehalvatus	M. P. Tšumakov, M. K. Vorošilova, A. A. Smorodintsev	1959

Raviseerumid

Missuguse haiguse vastu	Kes töötas esimesena välja	Mis aastal võeti kasutusele
Difteeria ehk kurgutõbi	E. Roux ja E. Behring	1892
Teetanus ehk kangestuskramptõbi	E. Behring	1890
Düsenteeria ehk verine kõhutõbi	H. Shiga	1895
Mürkmadude hammustused	A. Calmette	1898

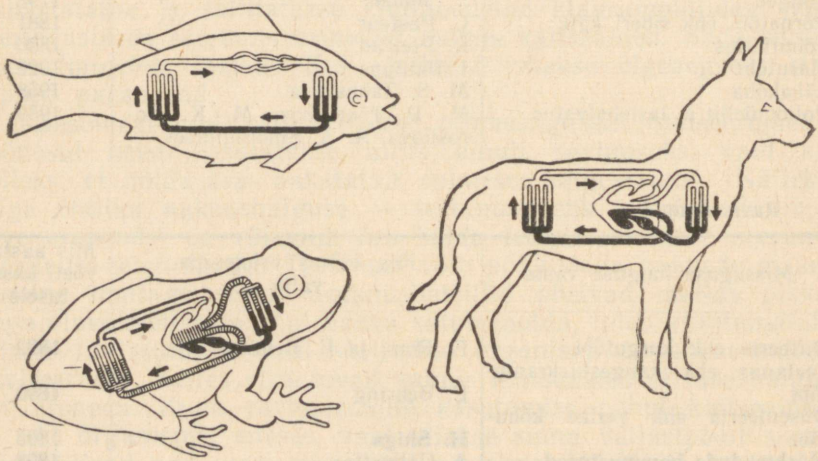
IV. VERERINGE

17. Vere ja lümfi liikumine organismis

Vereringe tähtsus. Süda oma kokkutõmbumistega tõukab verd veresoontes edasi ja hoiab seda pidevas liikumises. Tarvitseb südamel seisma jääda ja kohe saabub surm. See sünnib sellepärast, et lakkab kudede varustamine hapniku ja toitainetega ning laguproduktide eemaldamine elunditest.

Veri paisatakse südame poolt veresoontesse, läbib vereringe ja pöördub tagasi südamesse, mille kokkutõmbed tõukavad ta uuesti veresoonkonda. ***Vere liikumist (ringlemist) organismis nimetatakse vereringeks.***

Vereringe-elundid. Zooloogia kursusest teate, kuidas toimus selgroogsete veresoonkonna evolutsioon (joon. 1). Inimesel, nagu imetajatel loomadelgi, jaotub süda vaheseina abil kaheks teine-

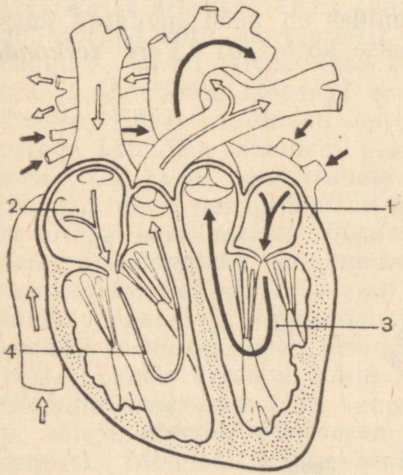


Joon. 1

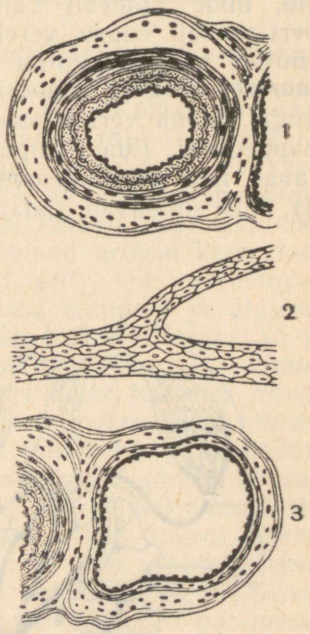
teisest eraldatud osaks — vasakuks ja paremaks pooleks (joon. 2). Kuna joonisel kujutatud südamel on eemaldatud eesmine sein ja süda asetseb teie vastas, näete te tema vasakut poolt joonisel paremal, paremat poolt aga vasakul. Südame kumbki pool jaguneb omakorda kaheks omavahel ühenduses olevaks osaks — ülalpool paiknevaks ***kojaks*** (*1, 2*) ja allpool paiknevaks ***vatsakeseks*** (*3, 4*). Seega on inimese ja imetajate loomade süda neljakambriline: ta koosneb kahest kojast ja kahest vatsakesest.

Veresooned läbistavad tiheda võrgustikuna tervet meie keha. Ehituselt pole nad ühesugused. ***Arterid*** ehk tuiksooned (joon. 3, *1*) on niisugused veresooned, mida mööda veri liigub südamest eemale. Nad on tihedate elastsete seintega. Arterite selline ehitus on kooskõlas nende talitlusega: kokku tõmbudes paiskab süda arteritesse suure rõhu all olevat verd. Seinte tihkuse ja elastsuse tõttu suudavad arterid seda survet taluda ja venivad mõnevõrra välja.

Südamest lähtuvad suured arterid. Südamest eemaldudes arterid järk-järgult hargnevad. Kõige peenemad arterid jagunevad ülipeenteks ***verekapillaarideks*** ehk juussoonteks, mis läbistavad kogu organismi. Nende võrgustik on niivõrd tihe, et kui teha peenikese nõelaga torge keha ükskõik missugusesse piirkonda, vigastuvad mõned neist tingimata ja nähtavale ilmub verepiisake.



Joon. 2

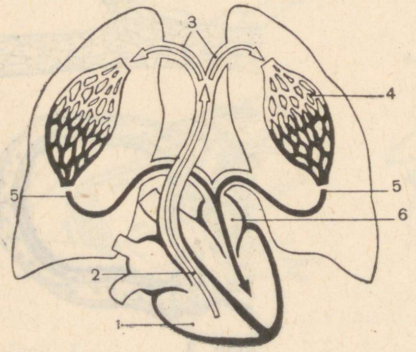


Joon. 3

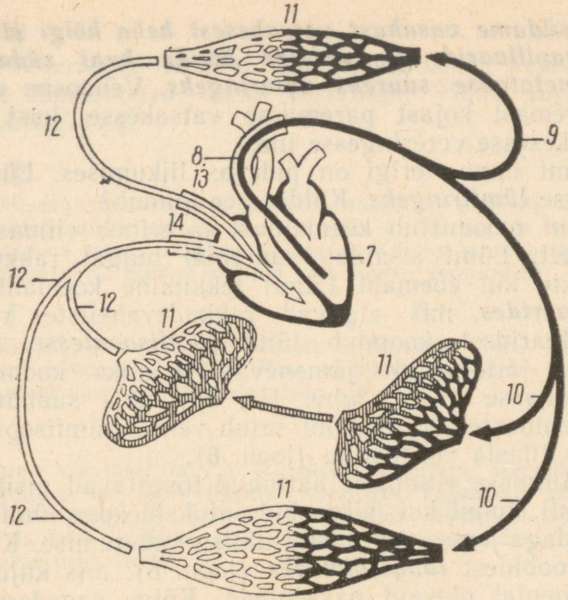
Verekapillaarid on umbes 15 korda peenemad inimese juuksest. Nende seinad koosnevad ühestainsast lamedate rakkude kihist (*2*). Läbi verekapillaaride seinte imenduvad vereplasmas lahustunud olekus viibivad ained koemahla, sealt aga satuvad edasi rakkudesse. Rakkude elutegevuse produktid tungivad läbi verekapillaaride seinte koemahlast verre. Ainevahetus vere ja kudede vahel toimub kogu verekapillaaride võrgustiku ulatuses. Selle kogupikkus on aga hiiglaslik. Kui asetada kõik ühe inimese kehas olevad verekapillaarid otsakuti ritta, oleks saadud torukese pikkus ligikaudu 100 000 km, s. o. see ulatuks ekvaatorit pidi $2^1/_2$ korda ümber maakera. Kapillaaridest koguneb veri ***veenidesse*** ehk tõmbsoontesse ja liigub tagasi südame poole. Vererõhk veenides on madal. Seoses sellega on veenide seinad tunduvalt õhemad ja lõdvemad kui arterite seinad (*3*).

Millise teekonna läbib veri ringlemisel? Jälgime seda jooniste **4** ja **5** ning värvilise tahvli III järgi.

Väike vereringe (joon. **4**). Südame paremasse poolde satub ainult venoosne, hapnikuvaene veri. Kokku tõmbudes paiskab südame parem vatsake (*1*) vere kopsuarterisse (*2*). Kopsuarter jaguneb kaheks haruks (*3*), mida mööda veri suundub kopsudesse. Kopsudes hargnevad need harud edasi üha väiksemateks arteriteks, mis lõpuks lähevad üle verekapillaarideks (*4*). Verekapillaarid katavad tiheda võrgustikuna arvukaid kopsusompusid, mida pidevalt varustatakse värske atmosfääriõhuga. Kui veri voolab kopsu verekapillaarides, ühineb õhuhapnik erütrotsüütide hemoglobiiniga ebapüsivaks ühendiks. ***Kopsu verekapillaarides muutub venoosne veri arteriaalseks.*** Küllastudes hapnikuga, annab veri kopsusid täitvasse õhku samal ajal ära süsihappegaasi. Edasi koguneb veri veenidesse. Ühinedes moodustavad nad neli kopsuveeni (skeemidel on neist näidatud kaks; *5*), mis suubuvad südame vasakusse kotta (*6*). ***Vere teekonda***



Joon. **4**



Joon. 5

südame paremast vatsakesest kopsu verekapillaaride kaudu kuni südame vasaku kojani nimetatakse kopsuvereringeks ehk väikeseks vereringeks.

Südame vasakust kojast satub veri vasakusse vatsakesse, kust algab suur vereringe.

Suur vereringe (joon. 5 ja värv. tahv. III). Kokku tõmbudes paiskab südame vasak vatsake (*7*) vere aorti (*8*) — meie keha suurimasse arterisse. Üsna südamest väljumise koha lähedal eraldub aordist mitu suurt arterit, millest üks varustab verega südamelihast, teised viivad verd kaela, pähe, kätesse (*9*). Rinnaõõnes ja kõhuõõnes lähtuvad aordist väiksemad arterid kere elunditesse. Edasi eralduvad aordist harud (*10*), mis varustavad verega kõhuõõne alumises osas paiknevaid elundeid ja alajäsemeid, s. o. jalgu. Igas elundis arterid aste-astmelt hargnevad ja lähevad üle verekapillaaride tihedaks võrgustikuks (*11*). ***Suure vereringe kapillaarides liikudes uhab veri kõiki kudesid, annab neile ära hapnikku ja muutub sealjuures arteriaalsest verest venoosseks.*** Sealsamas annab veri ära toitaineid ja küllastub süsihappegaasi ja laguproduktidega. Kapillaarid ühinevad väikesteks veenideks, need järk-järgult edasi suuremateks veenideks (*12*). Lõpuks koondub kõigi veenide veri kahte suurde veeni. ***Ülemine õõnesveen*** (*13*) kannab südamesse verd peast, kaelast ja kätest, ***alumine õõnesveen*** (*14*) aga keha kõigist ülejäänud osadest. Mõlemad õõnesveenid suubuvad südame paremasse kotta (*15*).

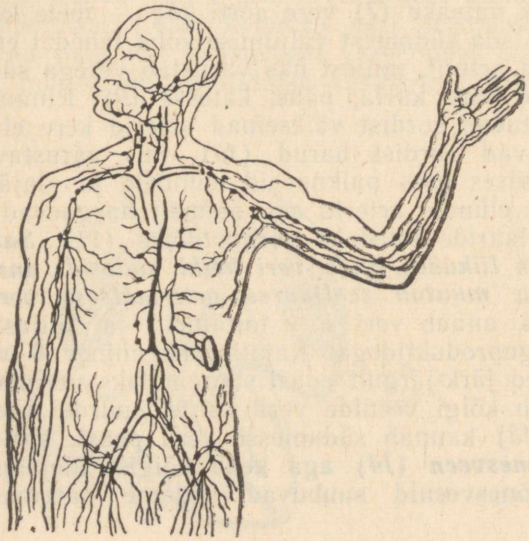
Vere teekonda südame vasakust vatsakesest keha kõigi elundite arterite, verekapillaaride ja veenide kaudu kuni südame parema kojani nimetatakse suureks vereringeks. Venoosne veri satub südame paremast kojast paremasse vatsakesse, kust ta suundub uuesti väikesesse vereringesse jne.

Lümfiringe. Lümf nagu verigi on pidevas liikumises. Lümfi liikumist nimetatakse ***lümfiringeks.*** Kuidas see toimub?

Te teate, et lümf moodustub koemahlast ja erineb viimasest mõnevõrra koostiselt. Lümf sisaldab suuremal hulgal rakkude elutegevuse produkte kui koemahl. Lümfi tekkimine koemahlast toimub ***lümfikapillaarides,*** mis algavad rakkudevahelistes ruumides. Lümfikapillaaridest koondub lümf ***lümfisoontesse,*** mis omavahel ühinedes järk-järgult jämenevad. Lõpuks koondub lümf kahte lümfijuhasse (värv. tahv. III, *16*), mis suubuvad suure vereringe veenidesse. Seega lümf satub verre. Lümfisooned moodustavad kehas tiheda võrgustiku (joon. **6**).

Lümfisõlmed. Mingisse elundisse sattunud tõvestavad pisikud võivad tungida lümfi. Juhul kui mikroobid satuksid koos lümfiga verre, tooks see endaga kaasa organismi üldise nakatumise. Kuid lümf vabaneb mikroobidest ***lümfisõlmedes*** (joon. 6), mis kujutavad endast lümfisoontel olevaid paksendeid. Kõige sagedamini paiknevad lümfisõlmed lümfisoonte ühinemiskohtades. Teile on juba teada, et lümfisõlmed talitlevad vereloome-elunditena; neis tekivad leukotsüüdid ehk vere valgelibled. Kui lümfisõlme satub patogeenseid mikroobe, hävitatakse nad leukotsüütide poolt.

Tursunud lümfisõlmed on mõnikord kombitavad enda kehal, näiteks kaelal. Sageli nimetatakse neid rahudeks.



Joon. 6

■

Vereringe. Arterid ehk tuiksooned. Verekapillaarid. Veenid ehk tõmbsooned. Suur vereringe. Väike vereringe. Lümfiringe. Lümfisõlmed.

?

1. Missugustest osadest koosneb süda? 2. Millised on arterite, veenide ja verekapillaaride ehituse iseärasused? 3. Missugune seos valitseb veresoonte ehituse ja nende talitluse vahel? 4. Kuidas muutub veri väikeses ehk kopsuvereringes? 5. Kuidas muutub veri suures vereringes?

!

1. Missugustes veenides voolab arteriaalne veri? 2. Missugustes arterites voolab venoosne veri? 3. Miks mõnikord sel juhul, kui sõrmes on mädanik, tursuvad üles lümfisõlmed kaenla all?

▲

Jälgige värvilisel tahvlil III oleval vereringe skeemil:
a) millise tee läbib hapnik vereringes kopsudest kuni tarbivate elunditeni (näiteks peaajuni); b) millise tee läbib vereringes süsihappegaas elunditest, kus ta tekib (näiteks jala lihastest) kuni kopsudeni, mille kaudu ta eemaldatakse organismist.

18. Süda

Südame ehitus. Süda asetseb rinnaõõnes, selle keskkohast veidi vasakul.

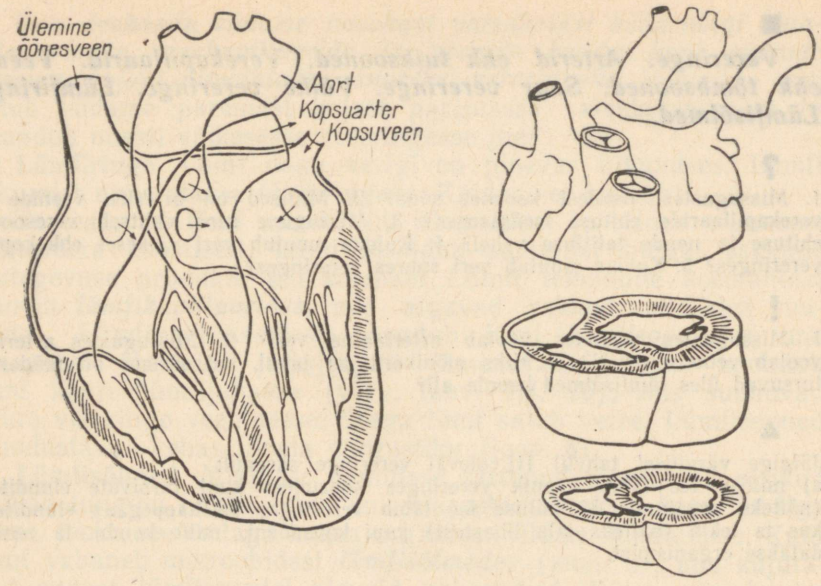
Südant ümbritseb tihedast sidekoest koosnev ***südamepaun.*** Südamepauna sisemine pind eritab vedelikku, mis niisutab südant väljastpoolt ning vähendab hõõrdumist südame kokkutõmbumistel.

Südame seinad on moodustatud põhiliselt väga tugevast lihaskoe kihist. Joonisel 7 on kerge märgata, et südame kodade seinad on palju õhemad kui vatsakeste seinad. Eriti paks on vasaku vatsakese lihaskoeline sein. Millest on need erinevused tingitud?

Lihase jõud oleneb tema paksusest. Südame kodade poolt tehtav töö on võrdlemisi väike. Nende kokkutõmbumisel paisatakse veri südame vatsakestesse. Vatsakesed teevad palju suuremat tööd: nad tõukavad verd edasi kogu vereringe ulatuses. Eriti suurt tööd teeb vasaku vatsakese lihas. Tõmbudes kokku, paneb ta vere liikuma suure vereringe veresoontes.

Südamelihase iseärasused. Enamiku siseelundite lihased on moodustatud silelihaskoest. Südamelihase kiud on aga ristipidise vöödistusega. Selle poolest meenutavad nad skeletilihaste kiude.

Südamelihase teine iseärasus on seoses ***südame automatismiga,*** mis tõestati katsetega. Organismist eemaldatud ja füsioloogilisse lahusesse asetatud konnasüda jätkab mitme tunni

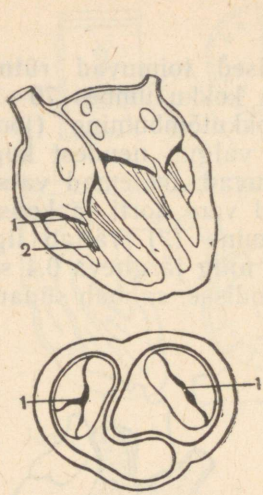


Joon. 7

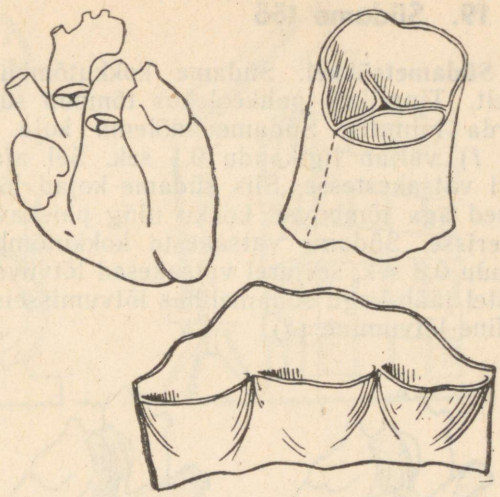
vältel kokkutõmbumist. Kui äsja surnud imetaja looma või inimese kehast eemaldatud südame veresoontest juhtida läbi soojendatud toitelahust, mis koostiselt on lähedane verele, hakkab süda kokku tõmbuma. Nende katsete tulemusi on õnnestunud selgitada. Selgus, et südamelihases on olemas erilised rakud, milles perioodiliselt tekivad erutused. Need erutused kanduvad esialgu üle südame mõlema koja, seejärel aga vatsakeste lihasseintele. See kutsub esile südameosade järjestikuse kokkutõmbumise: enne tõmbuvad kokku kojad, pärast seda vatsakesed.

Südameklapid. Südame kummaski pooles on ava, mis ühendab koda vatsakesega. Nende avade servadel on nähtavad südameklappide sidekoelised hõlmad (joon. 8, *1*). Klappide hõlmadelt saavad alguse kõõluskeelikud (*2*), mis oma teise otsaga on kasvanud vatsakeste seinte külge. Klappide hõlmad koos nendest lähtuvate kõõluskeelikutega moodustavad ***südame hõlmased klapid.***

Aordi ja kopsuarteri vatsakestest väljumise koha juures asetsevad ***poolkuuklapid,*** mis nimetatud veresoonte siseseintele kinnitudes moodustavad taskud. Need taskud on pööratud põhjaga südame vatsakeste poole (joon. 9). Südame kodade kokkutõmbumise ajal ripuvad hõlmaste klappide hõlmad lõdvalt südame vatsakestes. Seetõttu voolab veri südame kodadest lahtiste avade kaudu vabalt vatsakestesse. Vatsakeste kokkutõmbumisel avaldab



Joon. 8



Joon. 9

seal olev veri survet klappide hõlmadele, tõstab need üles ja hõlmased klapid sulguvad. Kõõluskeelikute pinguletõmbumine takistab sulgunud klapihõlmadel südame kodade suunas pahempidi pöördumist. Sellepärast ei saa veri valguda tagasi südame kodadesse. Ta paisatakse aorti ja kopsuarterisse. Sealjuures surub veri poolkuuklappide taskud veresoonte seinte vastu ja läheb klappidest vabalt läbi. Südame vatsakeste lõtvumise ajal ei saa veri pöörduda tagasi südamesse — seda takistavad poolkuuklapid. Kohe kui veri hakkab suunduma südame vatsakeste poole, voolab ta poolkuuklappide taskutesse, venitab nad laiali ja klapid sulguvad tihedalt. ***Südameklapid võimaldavad vere liikumist ühes suunas: südame kodadest vatsakestesse ning vatsakestest arteritesse.***

■

Südame automatism. Südame hõlmased klapid. Poolkuuklapid.

?

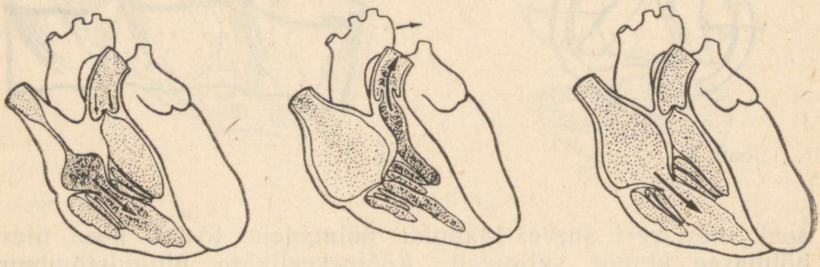
1. Missugused südame osad on omavahel ühenduses? 2. Missugused arterid ehk tuiksooned väljuvad südamest? 3. Missugused veenid ehk tõmbsooned suubuvad südamesse? 4. Milline on südame seinte ehitus? 5. Miks ei pöördu veri südame vatsakestest tagasi kodadesse? 6. Miks ei pöördu veri arteritest tagasi südame vatsakestesse?

!

Kuidas häirub vere liikumine mõnede südamehaiguste puhul, kui hõlmased klapid või poolkuuklapid ei sulgu tihedalt?

19. Südame töö

Südametsükkel. Südame kokkutõmbumised toimuvad rütmiliselt. Tinglikus puhkeolekus tõmbub süda kokku umbes 70—75 korda minutis. Südame mõlema koja kokkutõmbumine (joon. **10**, *1*) vältab ligikaudu 0,1 sek. Sel ajal valgub nendest kogu veri vatsakestesse. Siis südame kojad lõtvuvad, mõlemad vatsakesed aga tõmbuvad kokku ning paiskavad vere aorti ja kopsuarterisse. Südame vatsakeste kokkutõmbumine (*2*) vältab ligikaudu 0,3 sek, seejärel vatsakesed lõtvuvad ning järgneva 0,4 sek kestel jääb kogu südamelihas lõtvumisseisundisse: saabub südame üldine lõtvumine (*3*).

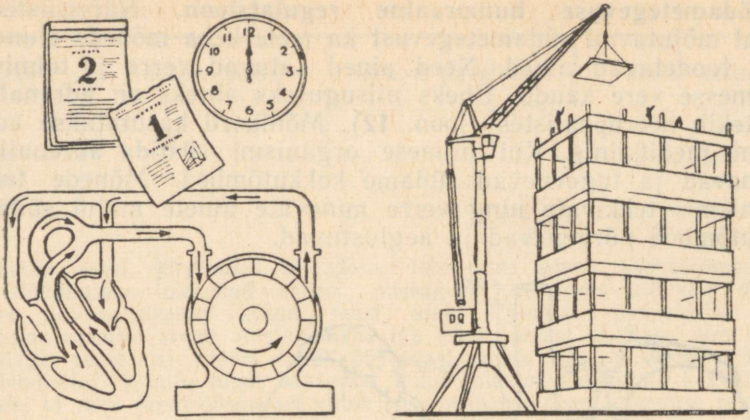


Joon. **10**

Südametegevus kujutab endast südametsüklite rütmilist vaheldumist, kusjuures iga südametsükkel koosneb kolmest faasist: kodade kokkutõmbumisest, vatsakeste kokkutõmbumisest ja südame üldisest lõtvumisest.

Esimesel pilgul näib hämmastavana, kuidas süda, see väike rusikasuurune elund, mille kaal on ainult umbes 300 g, suudab töötada aastakümneid puhkuseta ja pidevalt varustada kõiki organeid verega. Üksnes südame vatsakeste poolt ööpäeva jooksul tehtav töö võrdub ligikaudu 17—18 tuhande kGm-ga. Niisama palju tööd teeb näiteks tõstekraana, tõstes 1 tonni raskuse koormuse viiekorruselise maja kõrgusele (joon. **11**). Miks sellise pingelise ja näivalt vahetpidamatu töötamise puhul ei teki normaalselt talitlevas südamelihases väsimust, miks südamelihas ei kaota oma töövõimet?

Selle nähtuse põhjus saab teile mõistetavaks, kui tuletate meelde, kuidas mõjub lihaste tööle kokkutõmbumiste ja lõtvumiste rütmiline vaheldumine (vt. lk. 51). Kogu südametsükli kestus on ligikaudu 0,8 sek. Südame üldisele lõtvumisele langeb sellest umbes 0,4 sek. Niisugune puhkepaus kokkutõmbumiste



Joon. 11

vahel on küllaldane selleks, et südamelihase töövõime jõuaks pidevalt taastuda.

Südame kokkutõmbumiste sagedus võib suureneda ja väheneda. Sageduse kõrval muutub ka südame kokkutõmbumiste jõud. Kui südametegevus kiireneb ja südame kokkutõmbumiste jõud suureneb, paiskab süda ajaühikus rohkem verd veresoonkonda. Südametalitluse aeglustumine ja nõrgenemine põhjustavad organismi veresoontesse mineva verehulga vähenemist. Sellepärast võibki keha kõigi elundite verega varustamine muutuda.

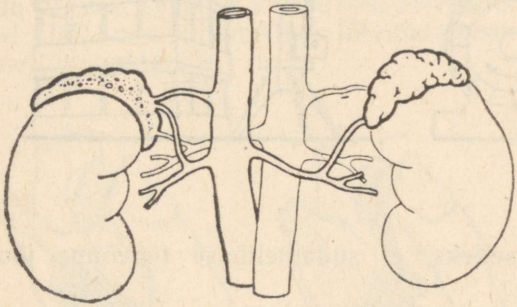
Südametegevuse reguleerimine närvisüsteemi poolt. Südametegevuse muutused sõltuvad tingimustest, milles organism viibib. Suurt osa nendes muutustes etendab närvisüsteem. Tutvume mõnede näidetega närvisüsteemi mõjust südametegevusele.

Kui me suplemisel läheme külma vette, jääb meil esimesel silmapilgul süda «seisma». Niisugune tunne on tingitud sellest, et mõneks sekundiks aeglustub südametegevus väga tugevasti. Mis seda põhjustab?

Külmaärrituse mõjul tekib naha retseptorites erutus. See juhitakse tsentripetaalsete neuronite nahast algavaid kiude mööda kesknärvisüsteemi. Sealt juhitakse erutus tsentrifugaalsete neuronite kaudu südamesse. See kutsub esile südame kokkutõmbumiste aeglustumise. Selline on üks refleksidest, mille abil südametalitlus kohaneb ümbruskonna ehk miljöö muutuvate tingimustega.

Südamesse siirdub kaks paari tsentrifugaalseid närve. Katsed näitasid, et neist ühe paari ärritamisel südametegevus kiireneb ja tugevneb. Teise paari närvide ärritamine põhjustab südametegevuse aeglustumist ja nõrgenemist.

Südametegevuse humoraalne regulatsioon. Närvisüsteemi kõrval mõjutavad südametegevust ka meie keha mõnede elundite poolt toodetavad ained. Need ained satuvad verre ja toimivad südamesse vere kaudu. Üheks niisuguseks aineks on adrenaliin, mis tekib neerupealistes (joon. **12**). Mõnikord kasutatakse adrenaliini meditsiinis. Kui inimese organismi süstida adrenaliini, sagenevad ja tugevnevad südame kokkutõmbed. Mõnede teiste organismis tekkivate ning verre minevate ainete mõjul südame kokkutõmbed nõrgenevad ja aeglustuvad.



Joon. 12

Seega reguleerib südametegevust mitte ainult närvisüsteem. Tema töö iseloom sõltub ka teatud kindlate ainete keemilistest mõjustustest, mis laekuvad verre mõnedest meie keha elunditest. Niisugust regulatsiooni nimetatakse ***humoraalseks*** regulatsiooniks. Südametegevuse kiirenemine ja tugevnemine füüsilise töö puhul on põhiliselt seoses refleksidega. Kuid skeletilihaste energiline töötamine intensiivistab adrenaliini tekkimist organismis. Adrenaliin, toimides südamesse vere kaudu, põhjustab südame kokkutõmbumiste sageduse ja jõu suurenemist.

Närvi- ja humoraalne regulatsioon koos tagavad südametegevuse väga täpse kohanemise organismi vajaduste ja ümbruskonna tingimuste suhtes.

■

Südametsükkel. Südametegevuse reguleerimine närvisüsteemi poolt. Südametegevuse humoraalne regulatsioon.

?

1. Miks suudab süda töötada kogu eluaja vältel ilma märgatava väsimiseta? 2. Millest olenevad südame kokkutõmbumiste jõu ja sageduse muutumised organismi mitmesuguste seisundite puhul? 3. Millist tähtsust organismile omavad südame kokkutõmbumiste jõu ja sageduse muutused?

▲

Joonistage oma vihikusse ümber järgnev tabel.

Faas	Südame kojad	Südame vatsakesed	Faasi kestus
I			... sek.
II			... sek.
III			... sek.

1. Täitke tabel, kirjutades tühjadesse lahtritesse sõnad «kokkutõmbumine» või «lõtvumine», olenevalt sellest, missuguses seisundis viibivad südame kojad ja vatsakesed antud faasi ajal. Viimases püstlahtris pange punktide asemele arvud, mis näitavad iga faasi kestust. 2. Kasutades tabelit, arvutage peast: a) mitu tundi ööpäevast kulub südame kodade kokkutõmbumisele; b) mitu tundi ööpäevast kulub südame vatsakeste kokkutõmbumisele; c) mitu tundi ööpäevast viibib südamelihas üldises lõtvumise seisundis. Tehke arvutuse tulemustest järeldus.

!

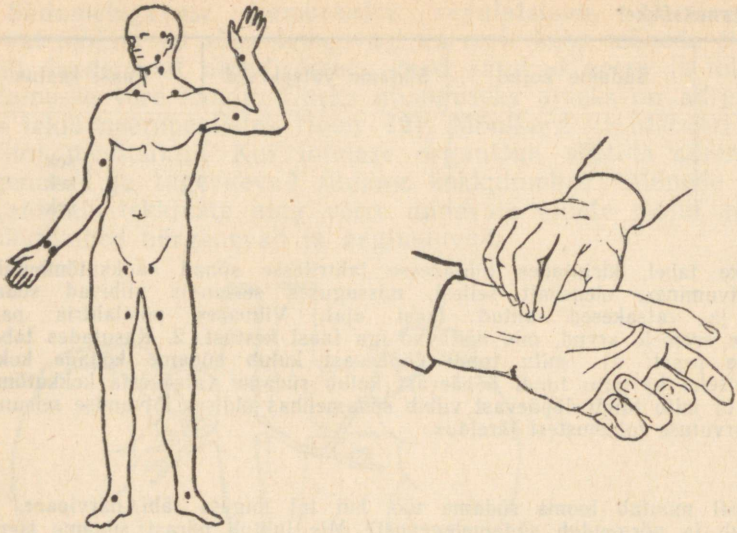
Mil viisil muutub looma südame töö, kui tal lõigata läbi närvipaar, mis aeglustab ja nõrgendab südametegevust? Mis juhtub pärast südame tsentrifugaalsete närvide teise paari läbilõikamist?

20. Vere liikumine veresoontes

Pulss. Keha nendes piirkondades, kus suured arterid asetsevad kehapinna läheduses, näiteks randme siseküljel, oimudel, kaela külgedel jm., on võimalik kompida pulsilööke (joon. **13**). Mõned on arvamusel, et pulsilööke ehk pulsitõukeid põhjustab üksikute vereportsjonite läbiminek arteritest. See pole õige. Vere liikumise suurim kiirus meie organismis ei ületa 0,5 m sekundis, pulsilaine aga levib artereid mööda kiirusega kuni 10 m sekundis. Mis põhjusel siis pulsilöögid tekivad?

Veri paisatakse südame vasakust vatsakesest välja suure surve all. Südamevatsakeste iga kokkutõmbumise ajal põrkab veri hooga aordi elastsete seinte vastu ja venitab neid laiemale. Siis tekib aordi seintes võnkumislaine, mis levib arterite seinu mööda kiiresti edasi. Tähendab, iga pulsilöök vastab südame ühele kokkutõmbumisele. Sellepärast ongi inimesel südamelöökide arvu minutis kõige lihtsam määrata pulsilöökide loendamise teel.

Vererõhk. Veresoonkonna eri osades on vererõhk erinev. Vererõhu tekitajaks on südame vatsakeste kokkutõmbumiste jõud. Sellepärast on vererõhk arteris seda kõrgem, mida lähemal ta asetseb südamele. Vere liikumisel veresoonkonnas vererõhk järkjärgult alaneb. Nimetatud nähtus seletub sellega, et veri on viskoosne vedelik. Kui veri liigub veresoontes, tekib temas hõõrdumine. Hõõrdumist ületades kaotab veri aegamööda rõhu, mille ta omandas südame vatsakeste kokkutõmbumistest.



Joon. 13

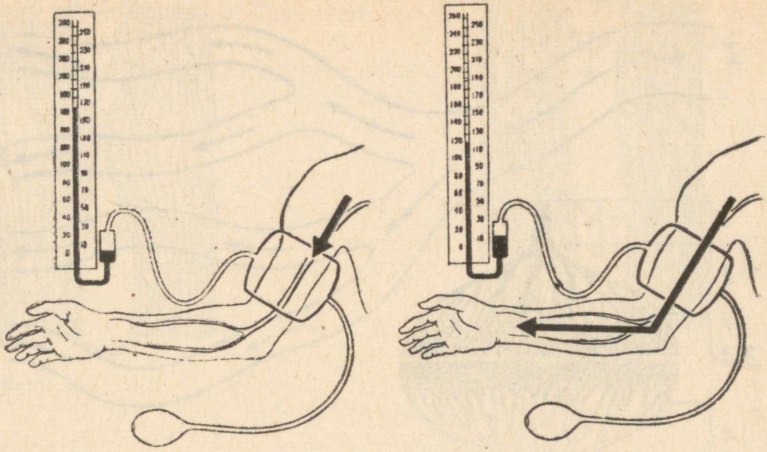
Vererõhu erinevus veresoonkonna erinevates osades tagab vere katkestamatu voolamise veresoontes, kuna veri tõttab pidevalt sealt, kus ta rõhk on kõrgem, sinna, kus vererõhk on madalam.

Vererõhk on kõige kõrgem aordis. Koos vere edasiliikumisega arterites ehk tuiksoontes väheneb järjekindlalt ta rõhk. Eriti tugevasti langeb vererõhk arterite peenimates harudes. Verekapillaarides ja veenides ehk tõmbsoontes alaneb vererõhk veelgi, jõudes miinimumini ülemises ja alumises õõnesveenis.

Vererõhku on kõige mugavam mõõta inimese käe õlavarrearteris (joon. **14**). Tervetel noorematel inimestel on vererõhk tinglikus puhkeolukorras võrdne ligikaudu 120 mm elavhõbedasambaga manomeetri järgi. Õlavarrele asetatakse tühi kummiside ja sellesse pumbatakse õhku, kuni kummiside surub kinni õlavarre arteri. Siis lastakse õhk pikkamööda kummisidemest välja. Sel hetkel mil veri hakkab voolama mööda õlavarrearterit, on vererõhk võrdne õhusurvega kummisidemes.

Vererõhu suured kõrvalekalded normist on haigestumise tunnusteks. Hüpertoonia- ehk kõrgvererõhutõve puhul on vererõhk normaalsest kõrgem, hüpotoonia ehk madala vererõhu puhul aga normaalsest madalam.

Verevoolu kiirus. Erinevates veresoontes voolab veri erineva kiirusega. Vere liikumise kiirus veresoonkonna eri osades oleneb ühe ning sama suurusjärgu veresoonte üldläbimõõdust, s. o. vere voolusängi üldisest avarusest. Seal, kus veresoonkonna



Joon. **14**

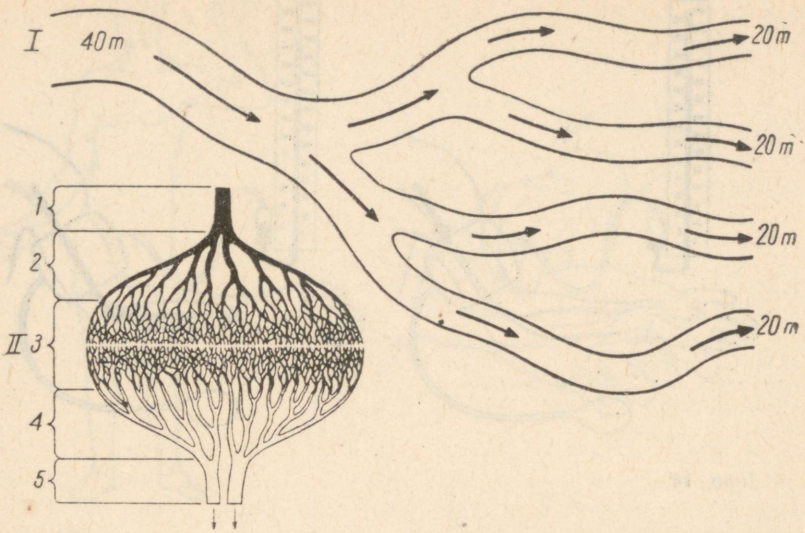
üldläbimõõt on väiksem, on verevoolu kiirus suurem, veresoonkonna kõige avaramates kohtades aga muutub verevool kõige aeglasemaks.

Õeldu mõistmiseks tuletame meelde, kuidas muutub jõevoolu kiirus sõltuvalt jõesängi laiusest. Kiilutuna kitsasse kõrgete kallastega orgu, voolab vesi jões kiiresti, tasandikku läbivates laienenud jõelõikudes aga voolab vesi aeglaselt. Kujutame ette, et 40 m laiune jõgi hargnes kaheks 20 m laiuseks harujõeks, kusjuures sügavus jäi endiseks. Sel puhul jääb voolu kiirus harujõgedes samasuguseks, nagu see oli jões enne hargnemist. See on ka mõistetav: mõlema harujõe lõikepindade summa jääb võrdseks jõe lõikepinnaga enne tema harujõgedeks jagunemist.

Vaatleme teist juhtumit (joon. **15**, *I*). 40 m laiune jõgi hargneb neljaks samasügavuseks harujõeks, millest igaühe laius on 20 m. Siis moodustab nende harujõgede kogulaius 80 m ja järelikult lõikepind võrreldes endisega kahekordistub. Seetõttu aeglustub voolu kiirus harujõgedes kaks korda, kuigi iga harujõgi eraldi võetuna on jõest kitsam.

Nüüd pole raske taibata, kuidas muutub vere liikumise kiirus veresoonkonnas (joon. **15**, *II*). Aordis (*1*) on verevoolu kiirus kõige suurem — ligikaudu 0,5 m sekundis. Arterid järk-järgult hargnevad ning kuigi iga üksiku arteri valendik muutub üha väiksemaks, kasvab arterite arv sedavõrd, et vere voolusängi üldine läbimõõt suureneb tunduvalt (*2*).

Verekapillaarid moodustavad meie kehas niivõrd tiheda võrgustiku, et nende ülipeente soonte valendike üldpindala on 500

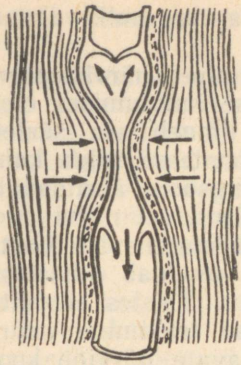


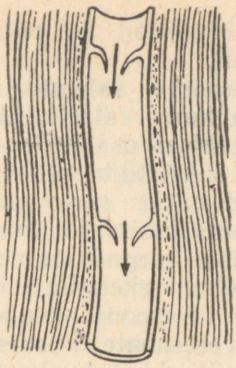
Joon. 15

korda suurem aordi valendike pindalast (*3*). Sellepärast liigubki veri verekapillaarides väga aeglaselt, umbes 0,5—1,2 mm sekundis. Aeglase voolamise tõttu jõuab veri anda keha rakkudele ära hapniku ja toitaineid ning küllastuda rakkude elutegevuse produktidega.

Kapillaarid ühinevad veenideks ning vere voolusängi üldine läbimõõt järk-järgult väheneb (*4*). Sellepärast vere liikumine veenides südamele lähenedes järjest kiireneb. Mõlema õõnesveeni valendik on suuruselt lähedane aordi valendikule (*5*). Tähendab, verevoolu kiirus õõnesveenides on kaks korda väiksem kui aordis. ***Seetõttu voolabki ajaühikus mõlema õõnesveeni kaudu südamesse niisama palju verd, kui palju süda seda paiskab välja aorti.***

Vere liikumise iseärasused veenides. Teile on juba teada, et veenide ehk tõmbsoonte seinad on arterite seintest märksa õhemad ja lõdvemad. Sellepärast aitab vere liikumisele veenides kaasa ümbritsevate skeletilihaste talitlus. Vaheldumisi kokku tõmbudes ja lõtvudes suruvad skeletilihased kord veenid kokku, ahendades nende valendikku (joon. **16**, *1*), kord lasevad neil välja sirutuda (*2*). Tänu sellele liigub veri veene mööda edasi südame poole. Vastassuunas pole verel võimalik liikuda. Seda takistavad taskukujulised klapid — veenide poolkuuklapid, mis meenutavad südame poolkuuklappe. Veenide poolkuuklappide taskukesed on avadega suunatud südame poole. Sellepärast surub südame poole liikuv verevool klappide taskukesed veresoonte





Joon. 16

seinte vastu. Tarvitseb verel oma liikumissuunda muuta, kui ta kohe täidab poolkuuklappide taskukesed ja need sulevad veenide valendikud. Sellepärast ei saa veri veenides tagasisuunas voolata.

Mõnikord on inimene, seoses oma elukutsega (näiteks tööpingi juures töötades) sunnitud kogu tööpäeva kestel seisma liikumatult püsti. See võib põhjustada kutsehaigust — jalgade veenide laienemist, kuna niisuguse tööasendi puhul jalgades ei toimu lihaste kokkutõmbumiste ja lõtvumiste vaheldumist, mis põhjustab verepaisu jalaveenides. Kuid jalgade lihaste korrigeerivate ehk parandavate harjutuste süsteem võimaldab niisugust kutsehaigust ära hoida.

Lümfi liikumise tingimused lümfisoontes sarnanevad vere liikumise tingimustega veenides. Lümfisoonte seinte lõtvus (pehmus), samuti taskukujuliste klappide olemasolu kergendavad lümfi pidevat voolamist vereringe-elundkonna suunas.

Vere ümberjaotumine organismis. Intensiivselt talitlev elund ehk organ tarvitab palju hapnikku ja toitaineid. Sel ajal voolab elundist läbi palju rohkem verd kui siis, mil elundi talitlus on vähe intensiivne. Seega toimub organismis kogu aeg ***vere ümberjaotumine:*** ühtedest elunditest voolab verd läbi rohkem, teistest elunditest vähem, olenevalt nende elundite vajadustest antud momendil. Sellest annab tunnistust katse kaaludega, millega te tutvusite punktis «Lihaste treenimise tähtsus» (lk. 54). Vere ümberjaotumise tõttu organismis ei põhjusta keha ühe elundi intensiivne töötamine südame kokkutõmbumiste sageduse ja jõu kuigi olulist suurenemist.

Mil viisil toimub üksikute elundite verega varustamise pidev muutumine?

Kui mõne elundi talitlus intensiivistub, laienevad selles kohe peenikesed veresooned. Seetõttu hakkab elund saama rohkem verd. Elundi väheintensiivse talitluse korral temas olevad vere-

sooned ahenevad. Sel puhul elundisse voolava vere hulk väheneb tunduvalt.

Veresoonte valendike suuruse reguleerimine närvisüsteemi poolt ja humoraalselt. Elundite verevarustuse muutumises etendavad tähtsat osa refleksid. Eriti selgesti ilmneb see skeletilihastes. Skeletilihaseid läbistavatesse veresoontesse tuleb kahesuguseid närve: veresooni laiendavaid ja veresooni ahendavaid. Kui erutus juhitakse lihasesse veresooni laiendavat närvi pidi, siis lihases hargnevate veresoonte valendikud suurenevad. Vastupidist toimet skeletilihaste veresoonkonnale avaldab lihastesse tulevate veresooni ahendavate närvide erutus. Teistes elundites kutsub veresoonte laienemist esile pidurduse tekkimine neuronites, mille kiud kuuluvad veresooni ahendavate närvide koosseisu.

Koos närvisüsteemiga avaldavad veresoonte valendike suurusele humoraalset toimet verega kaasatoodavad ained. Niisuguste ainete hulka kuulub ka teile juba tuntud adrenaliin. Selle mõjul veresooned ahenevad.

■

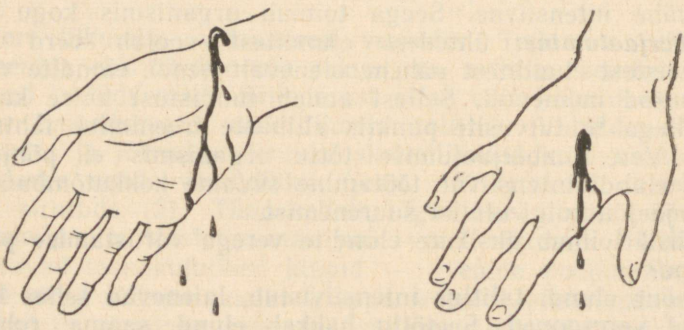
Pulss. Vererõhk. Verevoolu kiirus. Veenide ehk tõmbsoonte poolkuuklapid. Vere ümberjaotumine. Veresooni ahendavad närvid. Veresooni laiendavad närvid.

?

1. Millest tekivad pulsilöögid ehk pulsitõuked? 2. Miks südamest eemaldumisel vererõhk järk-järgult alaneb? 3. Milline tähtsus on vererõhu erinevustel veresoonkonna eri osade vahel? 4. Missugustes veresoontes liigub veri kõige aeglasemalt ning mis tähtsus sellel on? 5. Kuidas ja mispärast muutub lihaste verega varustamine üleminekul puhkeseisundist tööle ja vastupidi?

!

1. Joonisel 17 on kujutatud arteriaalne verejooks ja venoosne verejooks. Kumb verejooks on kujutatud paremal, kumb vasakul? 2. Milles väljendub arterite, veenide ja kapillaaride ehituse kooskõla nende talitlustega?



Joon. 17

21. Esmaabi verejooksude puhul

Te teate, et inimese veresoonestikus ringleb ligikaudu 5 l verd. Veresoonte seinte vigastuste korral hakkab veri neist välja voolama. Umbes 2—2,5 l vere kaotamine on inimesele surmav. Vere hulga järsul vähenemisel langeb vererõhk veresoontes.

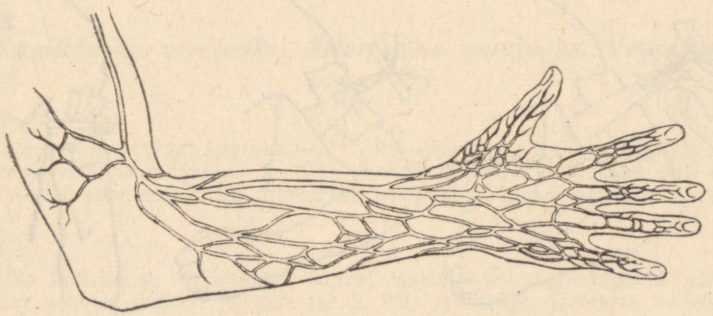
See toob endaga kaasa vereringe korratusi. Häirub peaaju — elundi, mis etendab kõige tähtsamat osa inimese keha kõigi elutalitluste regulatsioonis — hapnikuga varustamine. Selle tagajärjel võib saabuda surm. Sellepärast peab iga inimene oskama tarviduse korral anda verejooksude puhul esmaabi.

Verejookse on kolme liiki: kapillaarsed, venoossed ja arteriaalsed verejooksud.

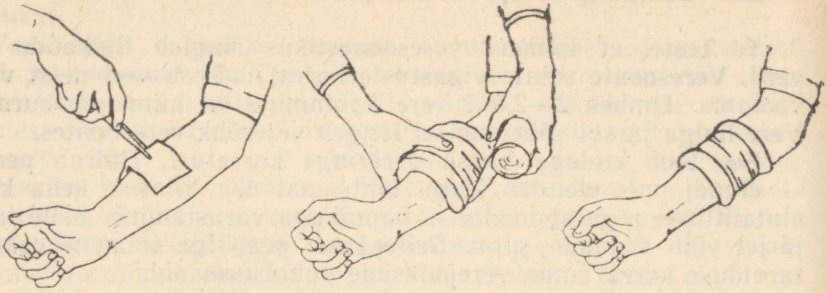
Kapillaarsed verejooksud tekivad igasuguse, isegi tühise haavamise korral. Kuna veri liigub kapillaarides aeglaselt ja väikese surve all, on niisugust verejooksu kerge peatada. Verevool ei uhu ära vere hüübimisel tekkivat tombukest ja viimane suleb vigastatud kapillaaride avaused.

Esmaabi andmisel kapillaarse verejooksu puhul tuleb haava desinfitseerida jooditinktuuriga, seejärel panna haavale puhas marliside. Side kaitseb organismi võõrkehakeste, eriti mikroobide sissetungi vastu haava kaudu ja soodustab sideme alla peatuma jäänud vere kiiret hüübimist.

Venoossed verejooksud tekivad kehapinna lähedal asetsevate veenide vigastamisel. Niisuguseid veene on organismis üsna palju (joon. 18). Venoossete verejooksude puhul vere hüübimine ei suuda igakord organismi kaitsta suurte verekaotuste eest. See tuleneb sellest, et veenides on verevoolu kiirus suurem kui kapillaarides. Vigastatud veenist kiiresti välja voolates uhub veri minema hüübimisel tekkinud tombukesed. Selle tõttu võib inimene lühikese ajaga kaotada väga palju verd, see aga on eluohtlik.



Joon. 18



Joon. 19

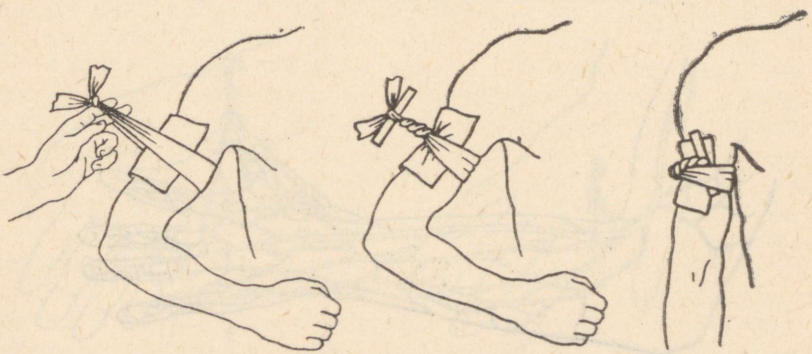
Et vältida kannatanu surma, tuleb talle viibimatult anda esmaabi.

Kõige sagedamini esineb veenide vigastusi jäsemetel. Nendel juhtumitel tõstetakse haavatud jäse kõigepealt üles. Siis voolab temasse artereid mööda vähem verd juurde ning seetõttu väheneb ka vere äravool jäsemest veenide kaudu.

Väikese venoosse verejooksu peatamiseks piisab vajutava sideme pealepanekust haavale (joon. **19**), mis litsub vigastatud veresoone pehmed (lõdvad) seinad kokku ega lase verel soonest välja voolata. Kohe pärast esmaabi andmist tuleb kannatanu saata haiglasse või polikliinikusse.

Suure veeni vigastuse korral võib juhtuda, et vajutav side ei suuda verejooksu peatada. Neil juhtumeil toimitakse samal viisil nagu arteriaalsete verejooksude puhul.

Arteriaalseid verejookse esineb harvem kui venoosseid verejookse, kuna ainult mõned suured arterid tulevad kehapinna



Joon. 20

lähedusse. Arteriaalsed verejooksud on eriti eluohtlikud. Tugev arteriaalne verejooks on tuntav haavast fontäänina väljapurskuva intensiivselt helepunase verejoa järgi. Arterite seinte tihkuse tõttu suudab vajutav side vaid harva verejooksu peatada. Seetõttu tuleb kiiresti võtta kasutusele muid abinõusid.

Kõigepealt on tarvis nõrgendada verejooksu, vajutades sõrmedega kohale, kus haavamispaika verd toov suur arter asetseb kehapinna läheduses. Nendes kohtades, nagu teile teada, on võimalik kompida pulssi (vt. lk. 86, joon. 13).

Käel või jalal paikneva arteri haavamise puhul tuleb jäse tõsta ülespoole, et vähendada vere juurdevoolu haavale. Seejärel tuleb sinna verd toov arter pigistada haavamiskohast kõrgemal kinni kummist soonesulguriga (kummižgutiga) või riidest pöörsulguriga (riidest žgutiga; joon. **20**).

Õnnetusjuhtumite korral on spetsiaalseid soonesulgureid harva käepärast võtta ja tavaliselt tuleb esmaabi andmiseks kiiresti valmistada käepärasest materjalist pöörsulgur. Kuidas seda tehakse?

Eelkõige tuleb koht, kuhu pöörsulgur asetatakse, katta puhta riidelapi või sidemega, et mitte vigastada nahka. Siis seotakse selle koha ümber lõdvalt mingi riidetükk. Sideme ja jäseme vahelt pistetakse läbi vastupidav pulgake ja pööratakse seda seni, kuni sulgur tõmbub niivõrd pingule, et verejooks haavast lakkab. Siis mähitakse pulgake sulguri külge, haav aga seotakse. Pärast esmaabi andmist tuleb kannatanu otsekohe saata haiglasse. Sulguri külge kinnitatakse sedel, milles märgitakse selle pealepaneku täpne aeg. See on väga tähtis, sest juhul kui jäseme varustamine verega katkeb rohkem kui kaheks tunniks, algab kudede kärbumine. Kui kannatanut ei õnnestu selle ajavahemiku kestel haiglasse toimetada, tuleb soonesulgurit kaks tundi pärast selle pealepanemist lühikeseks ajaks lõdvemaks lasta. Kui vereringvool jäsemes taastub, pööratakse soonesulgur uuesti kõvasti pingule. Inimestele, kes on kaotanud palju verd, kantakse üle sobivasse veregruppi kuuluvat konserveeritud verd.

■

Kapillaarne verejooks. Arteriaalne verejooks. Venoosne verejooks.

?

1. Kuidas peatatakse kapillaarseid verejookse? 2. Kuidas antakse esmaabi venoosse verejooksu puhul? 3. Miks on arteriaalsed verejooksud eriti ohtlikud? 4. Milliseid abinõusid tuleb rakendada esmaabi andmisel arteriaalse verejooksu puhul?

!

1. Miks arteriaalse verejooksu korral asetatakse soonesulgurid ehk žgutid jäsemel haavamiskohast kõrgemale? 2. Mis põhjustab jäsemete kudede kärbumist juhtumil, kui sellele asetatud soonesulgurit ei lasta pika aja jooksul lõdvemaks?

▲

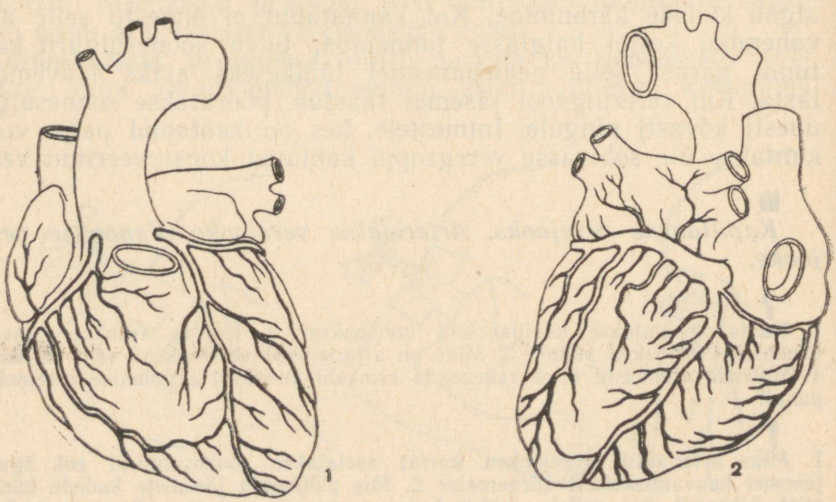
1. Joonist 13 kasutades leidke oma kehal kohad, kus tugeva verejooksu puhul tuleb suured arterid kinni pigistada. Millise tunnuse järgi tuleb neid otsida? 2. Harjutage koos seltsimeestega vajutava sideme ja pöörsulguri jäsemele pealepaneku võtteid. Ärge jätke jäset pingul soonesulguri alla pikemaks ajaks.

22. Vereringe-elundite tervishoid

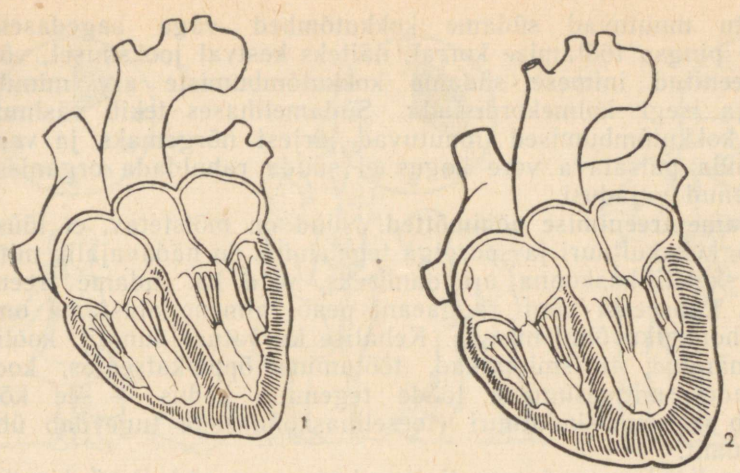
Südame treenimise tähtsus. Terve ja tugev süda on inimese organismi normaalse talitluse tähtsaks tingimuseks. Mida rohkem verd voolab veresoonkonnast ajaühikus läbi, seda rikkalikumalt varustatakse elundeid hapnikuga ja toitainetega ning seda enam elutegevuse produkte eemaldatakse kudedest. Kehalise töö puhul kasvab elundite hapnikutarvidus. Südame kokkutõmbed tugevnevad ja sagenevad. Niisugune töö on jõukohane tugevale südamelihasele, mis on võimeline paiskama veresoonkonda suurel hulgal verd. ***Mida tugevam on südamelihas, seda rohkem verd suudab ta ajaühikus veresoonkonda paisata.***

Et olla vastupidav ja võimeline tegema mitmesugust tööd, on tähtis treenida oma südant, suurendada tema lihase jõudu. Iga lihase arengu tähtsaimaks tingimuseks on, nagu te teate, tema rikkalik varustamine verega. Kuidas varustatakse verega südamelihase kiude?

Südamelihasesse verd viivad veresooned hargnevad aordist kohe selle südame vasakust vatsakesest väljumise koha juures (joon. **21**, *1*). Neisse läheb arteriaalne veri. Veri uhub südame-



Joon. 21



Joon. 22

lihase kiude ja väljub südamelihasest veene pidi (*2*). Pingsa füüsilise töö korral intensiivistub ka südametegevus. Sel puhul suureneb südamelihasest läbivoolava vere kogus. Kui inimene tegeleb regulaarselt kehalise töö, kehakultuuri ja spordiga, siis saab tema südamelihas päevast päeva palju toitaineid ja hapnikku. Sellepärast südamelihas järk-järgult areneb ja muutub üha tugevamaks.

Treenitud ja mittetreenitud inimese süda. Füüsiline töö, kehakultuur ja sport arendavad üheaegselt nii skeleti- ehk toeselihaskonda kui ka südamelihast. Et mõista, kuidas mõjub treening südame ehitusele, vaadelge joonist **22**. Sellel on pikilõikes kujutatud kaks südant. Parempoolse südame seinad (*2*) on paksud. Eriti paks on vasaku vatsakese sein. Seetõttu lihaste energilise töötamise puhul suurendab südame vasak vatsake tunduvalt oma kokkutõmbumiste jõudu ja paiskab iga kokkutõmbumisega suurde vereringesse palju rohkem verd kui organismi tinglikus puhkeseisundis oleku ajal. See on treenitud inimese süda.

Võrrelge treenitud inimese südant teise südamega, mis on kujutatud samal joonisel vasakul (*1*). Tema seinad on märksa õhemad, tähendab ka nende seinte kokkutõmbumise jõud on palju väiksem. See on mittetreenitud inimese süda. Niikaua kui selline inimene viibib tinglikus puhkeseisundis, on tema südamelihase töö küllaldane kõigi elundite verega varustamiseks. Kui aga organismi koormus suureneb, on treenimata süda suuteline oma kokkutõmbumiste jõudu ainult vähesel määral suurendama.

Seevastu muutuvad südame kokkutõmbed väga sagedaseks. Lihaste pingsa töötamise korral, näiteks kestval jooksmisel, võib mittetreenitud inimese südame kokkutõmbumiste arv minutis kahe- ja isegi kolmekordistuda. Südamelihases tekib väsimus. Tema kokkutõmbumised muutuvad järjest nõrgemaks ja veresoonkonda paisatava vere kogus ei suuda rahuldada organismi suurenenud vajadusi.

Südame treenimise põhimõtted. Nüüd on mõistetav, et füüsilise töö, kehakultuuri ja spordiga tegelemine on hädavajalik mitte ainult skeletilihaskonna arendamiseks, vaid ka südame treenimiseks. Lapseeast kuni raugaeani peab inimene alustama oma päeva hommikuvõimlemisega. Kehalise kasvatuse tunnid koolis, spordimängud, turismimatkad, töötamine õppe-katseaias, kooli töökodades, mitmesuguste tööde tegemine kodus — see kõik arendab skeletimuskulatuuri (toeselihaskonda) ja tugevdab ühtlasi südant.

Täisealised peavad samuti treenima oma südant. Inimestel, kelle elukutse pole seotud füüsilise tööga, on hädavajalik tegelda kehaliste harjutuste ja spordiga. Suur tähtsus on virgutusvõimlemisel (tootmisvõimlemisel), mida korraldatakse ettevõtetes ja asutustes.

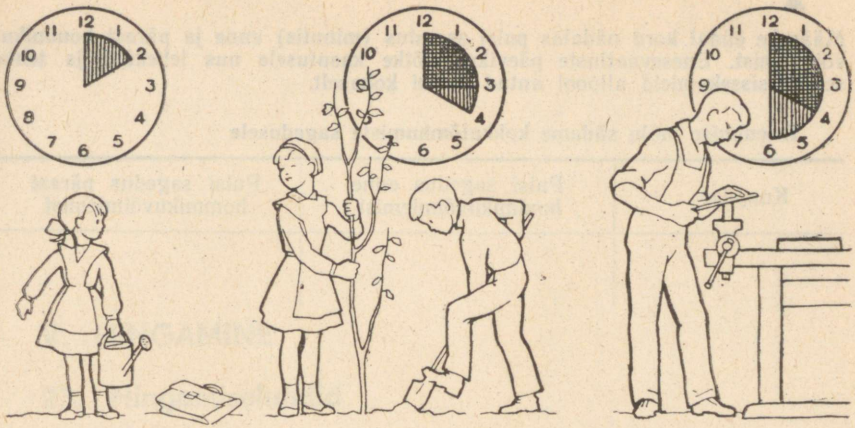
Eriti kasulikud on füüsiline töö, kehakultuur ja sport värskes õhus. Siis küllastub veri suuremal määral hapnikuga.

Kuid tuleb pidada meeles, et südant tuleb treenida järk-järgult. Kui mittetreenitud inimene püüab teha väga rasket tööd või väga keerukaid kehalisi harjutusi, ei tule tema süda toime üleliia suure koormusega, ei kindlusta skeletilihaskonda hädavajaliku hulga verega. Üle jõu käiv töö põhjustab ka südamelihase enese puudulikku verega varustamist: tema tarvidusi hapniku ja toitainete suhtes ei rahuldata täielikult. Sellepärast toob südame ülekoormamine endaga kaasa tema nõrgenemise ja võib põhjustada südamehaigusi.

Lastel ja noorukitel pole vereringe-elundkonna (südame ja veresoonkonna) väljakujunemine veel lõppenud. Sellepärast on nendele südame ülekoormamine eriti ohtlik. Erineva vanusega lastel peab kehalise töö kestus olema erinev (joon. 23).

14—17 aasta vanusel noorukil jääb veresoonestiku kasv maha südame kasvust. Seetõttu tuleb südamel intensiivse füüsilise töö puhul teha lisajõupingutusi vere tõukamiseks läbi veresoonte kitsaste valendike. Selles eas on eriti tähtis südant mitte üle koormata, täita rangelt tööõpetuse ja kehalise kasvatuse õpetaja nõuandeid.

Kui pidada kinni eakohasest järkjärgulisest üleminekust kergetelt harjutustelt ja töödelt raskematele, nende lühemalt kestuselt pikemale, siis üheaegselt keha lihaskonnaga muutub treenituks ka südamelihas. Kehalised harjutused ja spordimängud peavad samuti koos vanusega muutuma keerulisemateks.



Joon. 23

Suitsetamise ja alkohoolsete jookide kahjulik mõju südamele ja veresoontele. Südame- ja veresoonte haigused esinevad eriti tihti suitsetajatel ja alkohoolseid jooke kuritarvitavatel inimestel. Üheks niisuguseks haiguseks on näiteks ateroskleroos — haigus, mis on seoses veresoonte muutumisega ja põhjustab tõsiseid vere ringvoolu häireid südame veresoontes. Saades ebapiisaval hulgal hapnikku ja toitaineid, hakkab südamelihas degenereeruma (manduma) ja asendub osaliselt sidekoega. Selle tagajärjel halveneb pidevalt organismi varustamine verega, mis põhjustab haiguslikke muutusi paljudes tema talitlustes.

Inimestel, kes tarvitavad alkoholi või suitsetavad, tekib teistest sagedamini südame veresoonte spasme (krampe). Sellised spasmid põhjustavad raskekujulisi südameatakke, mille ajal võib saabuda äkiline surm.

Suitsetamine ja alkoholi tarvitamine mõjuvad kahjulikult ka teistele elundkondadele. Sellega tutvute te järgnevates peatükkides.

■

Südame veresooned. Südame treenimine.

?

1. Miks peab iga inimene oma südant treenima? 2. Milles seisnevad erinevused treenitud ja mittetreenitud inimese südame ehituses ja töös? 3. Kuidas tuleb treenida oma südant? 4. Miks on 14—17 aasta vanuses eriti ohtlik südant üle koormata? 5. Missugust toimet avaldavad vereringe-elundkonnale suitsetamine ja alkohoolsete jookide tarvitamine?

▲

Määrake endal kord nädalas pulsi sagedus (minutis) enne ja pärast hommikuvõimlemist. Enesevaatluste päevikus võtke kasutusele uus lehekülg ja tehke sellele sissekandeid allpool antud vormi kohaselt.

Treenimise mõju südame kokkutõmbumiste sagedusele

Kuupäev	Pulsi sagedus enne hommikuvõimlemist	Pulsi sagedus pärast hommikuvõimlemist

V. HINGAMINE

23. Hingamiselundid

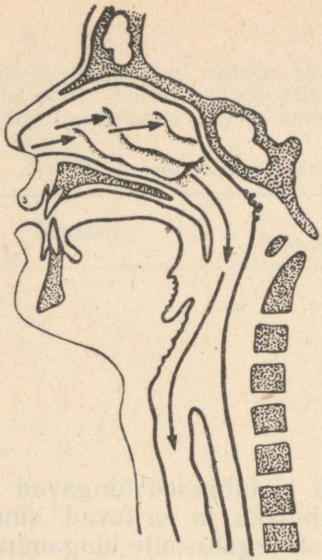
Hingamise tähtsus. Taimed, loomad ja inimesed hingavad — neelavad ümbritsevast keskkonnast hapnikku ja eritavad sinna süsihappegaasi. Missugust tähtsust omab organismile hingamine?

Iga raku, koe ja elundi elutegevus on seoses energia kulutamisega. Energiaallikaks organismile on rakkudes vahetpidamatult toimuv orgaaniliste ühendite lagunemine ja hapendumine. Nende protsesside tulemusena moodustuvate ainete hulka kuuluvad süsihappegaas ja vesi. Hapendumisprotsessides kulutatakse hapnikku. Sellepärast on rakkudele vajalik hapniku pidev juurdevool.

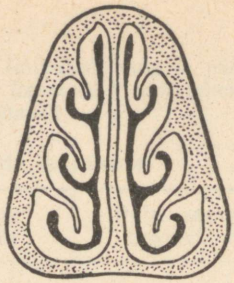
Te teate, et rakkude hapnikuga varustamist ja nendest süsihappegaasi eemaldamist teostab veri. Gaasivahetus vere ja atmosfääri vahel toimub aga hingamiselundites. Tutvume nende ehitusega.

Ninaõõs. Õhk läheb ümbritsevast keskkonnast kopsudesse ***hingamisteede kaudu.*** Hingamisteed algavad ***ninaõõnega,*** mis ulatub sügavale pea sisemusse ja jaotub osalt luuse, osalt kõhrelise vaheseinaga paremaks ja vasakuks pooleks (joon. 1). Kummaski neist on käärulised käigud (joon. 2), mis tunduvalt suurendavad ninaõõne pinda. Nendest käikudest läheb läbi õhk, mis ninasõõrmete kaudu tungib ninaõõnde. Ninakäike vooderdavasse limaskesta tuleb palju veresooni ja seda varustatakse rikkalikult verega, mis limaskesta soojendab. Sellepärast on ninaõõnest läbimineva õhu temperatuur isegi kõva külma puhul lähedane kehatemperatuurile.

Ninaõõnes õhk soojeneb, puhastub tolmukübemetest ja mikroobidest, mis sadenevad kääruliste ninakäikude seintele, kleepudes limaskesta arvukate väikeste näärmete poolt eritatava lima külge. Mõned limaskestale sattuvad mikroorganismid on tõvestavad ehk patogeensed. Lima mitte ainult peab mikroobe kinni, vaid ka nõrgestab nende elutegevust ning isegi surmab mikroobe.



Joon. 1



Joon. 2

Lima koos sellesse kinnijäänud osakestega eemaldatakse pidevalt ninaõõnest. Kuidas see toimub?

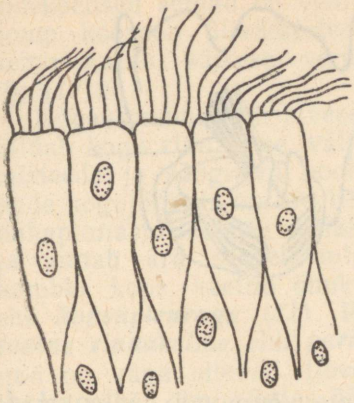
Suurel suurendusel on hingamisteede limaskesta epiteelirakkude pinnal näha ülipeeni tsütoplasma jätkekesi — ripsmeid (joon. 3), mis on pidevas võnkliikumises. Seda kudet nimetatakse ***ripsepiteeliks.*** Võnkumisel löövad ripsmed kiiresti ja tugevasti neelu suunas, kandes lima koos selle külge kleepunud tolmukübemete ja mikroobidega ninaõõnest välja. Vastupidises suunas painutuvad ripsmed tunduvalt aeglasemalt ja vähema jõuga.

Olles läbinud ninaõõne, satub õhk ninaneelu (värv. tahv. I, *2*) ja edasi neelu (*3*). Neelust saavad alguse kaks torujat elundit — ***kõri*** (*4*) ja ***söögitoru,*** mis asetseb kõri taga.

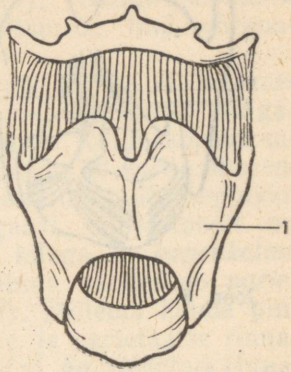
Kõri. Kõri põhilisteks osadeks on mitu kõhre. Suurimaks nende hulgas on ***kilpkõhr*** (joon. **4,** *1*). Ta on kergesti kombitav kaelal. Kõhred on omavahel seondunud lihaste ja sidemetega. Kõrist läheb läbi ainult õhk (joon. **5,** *1*). Neelatav toit ei saa kõrisse sattuda, kuna neelamise momendil suleb sissepääsu kõrisse ***kõrikaanekõhr*** ning toit libiseb söögitorusse (*2*).

Läbi kõri sirutuvad kaks ***häälepaela*** (joon. **6,** *1*), mille vahel paikneb ***häälepilu*** (*2*). Häälepaelte pinguldatus muutub sõltuvalt nende külge kinnituvate lihaste kokkutõmbumisest või lõtvumisest. Sellega seoses häälepilu kas aheneb või laieneb.

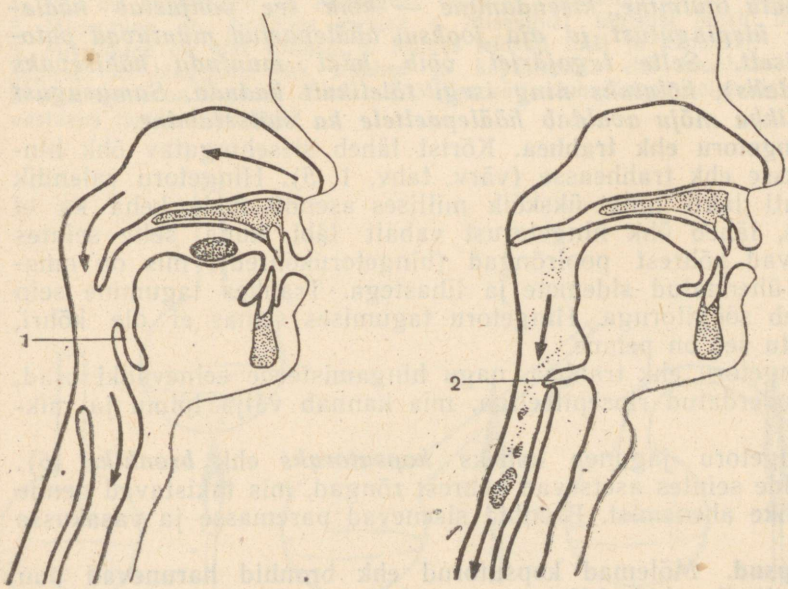
Häälepaelad etendavad peamist osa hääle tekkimisel. Hääl tekib ainult siis, kui väljahingatav õhk läheb läbi häälepilu ja pingulolevad häälepaelad hakkavad kiiresti võnkuma. Hääl on



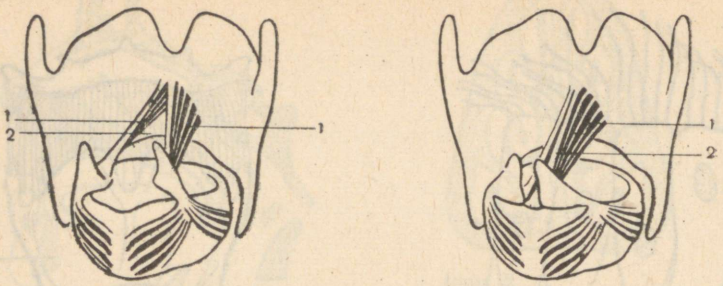
Joon. 3



Joon. 4



Joon. 5



Joon. 6

seda kõrgem, mida suurema sagedusega võnguvad häälepaelad. Häälekõla lõplik väljakujunemine toimub neelus ning suu- ja ninaõõnes.

Imetajatel loomadel on samuti olemas häälepaelad. Kuid inimene, erinevalt loomadest, omab artikuleeritud kõnevõimet.

Inimese kõnehääl on seoses mitte ainult häälepaelte võnkumisega. Rääkimisel laseme me väljahingatavat õhku voolata läbi suu- ja ninaõõne, muutes keele, huulte ja alalõua asendit. Tänu sellele hääldame me ühtesid või teisi täis- või kaashäälikuid.

Häälepaelu tuleb hoida. Liiga valju häälega kõnelemine, oskamatu laulmine, kisendamine — kõik see põhjustab häälepaelte ülepingutust ja aja jooksul häälepaelad muutuvad patoloogiliselt. Selle tagajärjel võib hääl muutuda kähisevaks (kähedaks), kõlatuks ning isegi täielikult kaduda. Samasugust kahjulikku mõju avaldab häälepaeltele ka suitsetamine.

Hingetoru ehk trahhea. Kõrist läheb sissehingatav õhk hingetorusse ehk trahheasse (värv. tahv. 1, *5*). Hingetoru valendik on alati lahti ning ükskõik millises asendis meie keha ka ei viibiks, läheb õhk hingetorust vabalt läbi, kuna selle seintes asetsevad kõhrest poolrõngad (hingetorukõhred), mis on omavahel ühendatud sidemete ja lihastega. Trahhea tagumine sein külgneb söögitoruga. Hingetoru tagumises seinas ei ole kõhri, mistõttu see on pehme.

Hingetoru ehk trahhea, nagu hingamisteede eelnevadki osad, on vooderdatud ripsepiteeliga, mis kannab välja tolmu ja mikroobe.

Hingetoru jaguneb kaheks ***kopsutoruks*** ehk ***bronhiks*** (*6*). Bronhide seintes asetsevad kõhrest rõngad, mis takistavad nende valendike ahenemist. Bronhid sisenevad paremasse ja vasakusse ***kopsu.***

Kopsud. Mõlemad kopsutorud ehk bronhid harunevad puu sarnaselt. Bronhide kõige peenemad harud (*7*) lõpevad tillukeste ***kopsusompudega*** ehk ***alveoolidega*** (*8*). Kopsusompude õhukesed

sidekoelised seinad on venivad. Iga seest õhuga täidetud kopsusomp koosneb üliväikestest sopikestest (*9*). Nende sopikeste seinu katab väikese vereringe verekapillaaride tihe võrgustik (*10*).

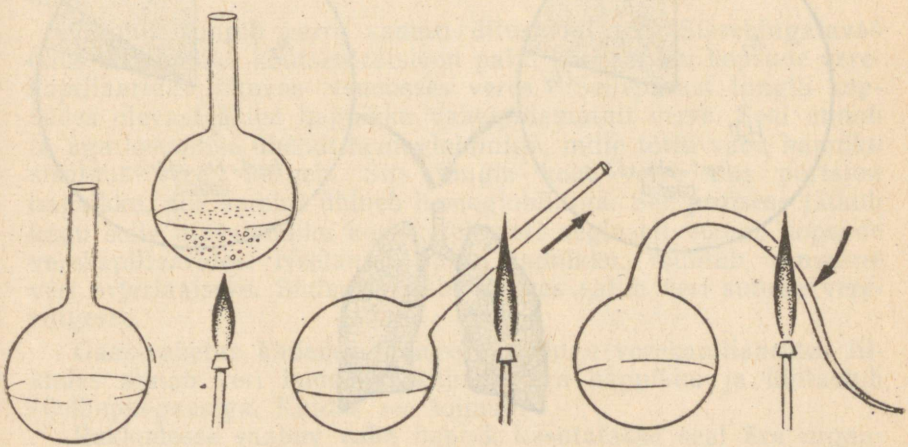
Kopsusombud ehk alveoolid moodustavad käsnja massi, mis täidab kogu rinnaõõne, välja arvatud südame, veresoonte, hingamisteede ja söögitoru poolt hõivatud paigad. Kõigi kopsusompude kogupindala on üle 100 m^2, s. o. ligikaudu 50 korda suurem nahapinnast. Seetõttu neelab veri läbi nende seinte palju hapnikku ja annab ära suurel hulgal süsihappegaasi. Väljastpoolt on kumbki kops kaetud õhukese sidekoelise kilega — ***kopsukelme*** ehk ***kopsupleuraga*** (*11*). Rinnaõõne sisepinda vooderdab ***parietaalne rinnakelme*** ehk ***parietaalpleura*** (*12*). Mõlema kelme pinnad on väga siledad, libedad. Kopsukelme ja parietaalse rinnakelme vahel olev pilujas õõs (rinnakelmeõõs) on täidetud rinnakelmevedelikuga, mis vähendab kopsude hõõrdumist rinnaõõne seina vastu hingamisliigutuste puhul.

■

Hingamisteed. Ripsepiteel. Häälepaelad. Häälepilu. Kopsusombud ehk alveoolid. Rinnakelme ehk pleura.

?

1. Mis on hingamine? 2. Missugust tähtsust organismile omab hingamine? 3. Missugune on ninaõõne ehitus? 4. Missugust tähtsust omab ninaõõs? 5. Missugune on kõri ehitus? 6. Kuidas tekivad hääl ja kõnehääl? 7. Missugune on hingetoru ehk trahhea ja kopsutorude ehk bronhide ehitus? 8. Missugune on kopsude ehitus? 9. Milles väljendub hingamiselundite ehituse vastavus nende talitlusele?



Joon 7

!

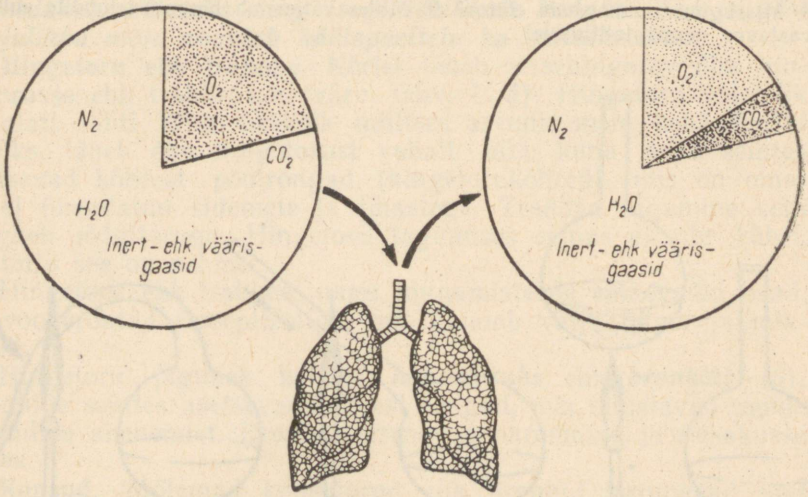
1. Mispärast tuleb hingata nina kaudu? 2. Tõestamiseks, et bakterid ei teki toitekeskkonnas, vaid satuvad sinna õhust, tegi prantsuse teadlane L. Pasteur järgmise katse. Valanud kolbi toitelahuse, keetis ta selle läbi, seejärel aga venitas tulel kolvi kaela, kuni see muutus ülipeeneks torukeseks. Siis painutas Pasteur selle torukese kõveraks (joon. 7), jättes torukese otsa kinni jootmata. Kolvi jahtumisel kondenseerusid aurud torukesesse. Nädala pärast selgus, et toitekeskkonnas pole ühtki bakterit. Seletage, miks bakterid ei sattunud õhust kolbi. Missugune hingamisteede osa meenutab teile Pasteuri katseseadeldist? 3. Milline tähtsus toidu vaba läbimineku suhtes söögitorust on kõhrede puudumisel trahhea tagumises, söögitoruga külgnevas seinas?

24. Gaasivahetus kopsudes ja kudedes

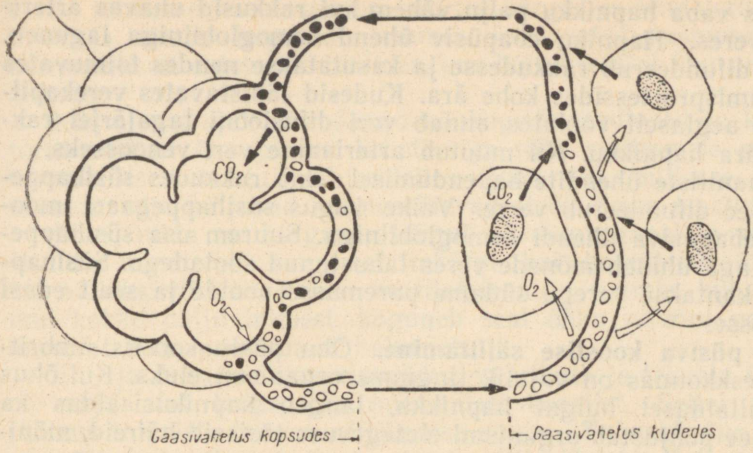
Õhu koostise muutumine kopsudes. Gaasisisaldus sissehingatavas ja väljahingatavas õhus on erinev (joon. 8).

Kopsudesse sisenevas atmosfääriõhus on ligi 21% hapnikku, umbes 79% lämmastikku ja ligikaudu 0,03% süsihappegaasi. Sissehingatavas õhus esineb vähesel hulgal ka veeauru ja inertgaase.

Väljahingatava õhu protsentuaalne koostis on teistsugune. Hapnikku on sinna jäänud järele ainult umbes 16%, süsihappegaasi hulk on aga suurenenud 4%-ni. Suurenenud on ka veeaurusisaldus. Üksnes lämmastikku ja inertgaase on väljahingatavas õhus samasugusel hulgal nagu sissehingatavas õhuski.



Joon. 8



Joon. 9

Gaasivahetus kopsudes. Vere küllastumine hapnikuga ja süsihappegaasi äraandmine vere poolt toimub kopsusompudes (joon. 9). Kopsusompude verekapillaarides voolab venoosne veri. See on kopsusompe täitvast õhust eraldatud õhukese, gaase läbilaskva vaheseinaga.

Süsihappegaasi kontsentratsioon on venoosses veres palju kõrgem kui kopsusompudesse sisenevas õhus. Difusiooni tagajärjel tungib CO_2 verest kopsudes olevasse õhku. Niiviisi annab veri kogu aeg ära süsihappegaasi kopsudes pidevalt vahetuvasse õhku.

Hapnik tungib verre samuti difusiooni teel. Sissehingatavas õhus on hapniku kontsentratsioon palju kõrgem kui kopsude verekapillaarides liikuvas venoosses veres. Sellepärast tungib kopsudes olevast õhust hapnikku vahetpidamatult verre. Seal annab ta aga keemilise ühendi hemoglobiiniga, mille tõttu vaba hapniku sisaldus veres langeb. Siis tungib kohe verre uus portsjon hapnikku, mis samuti ühineb hemoglobiiniga. See protsess jätkub kogu selle ajavahemiku kestel, mil veri aeglaselt voolab kopsude verekapillaarides. Neelanud palju hapnikku, muutub venoosne veri arteriaalseks. Südamest läbi minnes satub veri suurde vereringesse.

Gaasivahetus kudedes. Suure vereringe verekapillaarides liikudes annab veri kudede rakkudele ära hapnikku ja küllastub süsihappegaasiga. Kuidas see toimub?

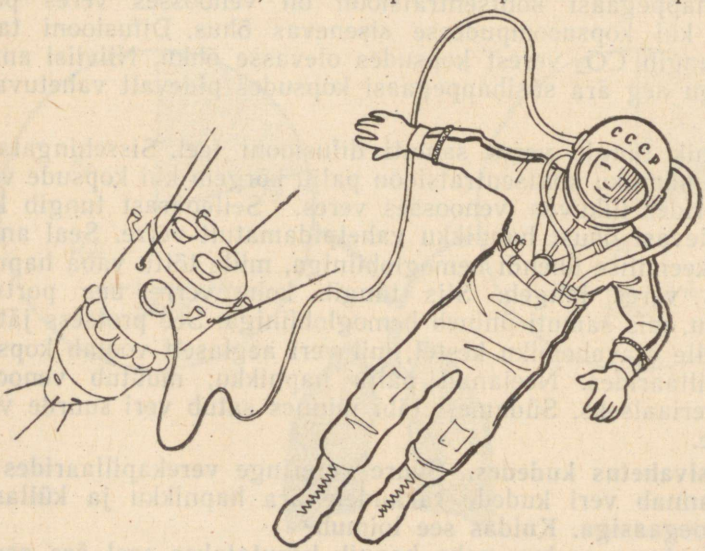
Rakkudesse saabuv vaba hapnik kasutatakse seal ära orgaaniliste ühendite hapendamiseks (oksüdeerimiseks). Sellepärast on

rakkudes vaba hapnikku palju vähem kui rakkusid uhavas arteriaalses veres. Hapniku ebapüsiv ühend hemoglobiiniga laguneb. Hapnik difundeerub rakkudesse ja kasutatakse nendes toimuvates hapendumisprotsessides kohe ära. Kudesid läbistavates verekapillaarides aeglaselt voolates annab veri difusiooni tagajärjel rakkudele ära hapnikku. Nii muutub arteriaalne veri venoosseks.

Orgaaniliste ühendite hapendumisel tekib rakkudes süsihappegaas. See difundeerub verre. Väike kogus süsihappegaasi moodustab ebapüsiva ühendi hemoglobiiniga. Suurem osa süsihappegaasist aga ühineb mõnede veres lahustunud sooladega. Süsihappegaas kantakse verega südame paremasse poolde ja sealt edasi kopsudesse.

Õhu püsiva koostise säilitamine. Õhu püsiv koostis ümbritsevas keskkonnas on vajalik tingimus organismi eluks. Kui õhus pole küllaldasel hulgal hapnikku, langeb hapnikusisaldus ka veres. See põhjustab organismi elutegevuse tõsiseid häireid, mõnikord isegi surma.

Botaanikast on teile teada, et rohelised taimed neelavad valguse käes süsihappegaasi. Seda gaasi satub pidevalt õhku mitmesuguste organismide hingamise, samuti põlemis- ja kõdunemisprotsesside tagajärjel. Taimedes moodustuvad orgaanilised ühendid ja vabaneb hapnikku, mis eemaldatakse ümbritsevasse keskkonda. Seetõttu säilibki atmosfääri alumistes kihtides õhu püsiv koostis. Normaalsete tingimuste puhul sisaldab õhk alati hingamiseks vajalikul hulgal hapnikku. Kuid suurtes kõrgustes, kus õhk on hõrenenud, tuleb hapnikust puudus. Sellepärast vii-



Joon. 10

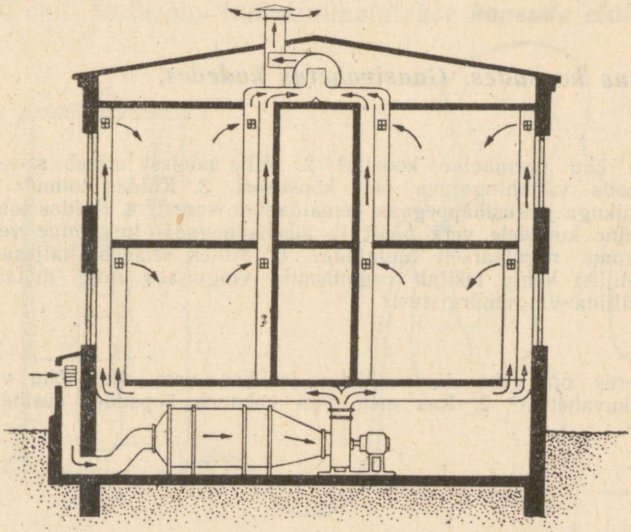
bivad inimesed kaasaegsetes, suurtes kõrgustes lendavates lennukites ja täiesti hapnikuta ruumis lendavates kosmoselaevades hermeetiliselt suletud kabiinides, kus hoitakse alal õhu normaalne koostis.

Käesoleval ajal lahendavad nõukogude teadlased ja konstruktorid edukalt õhu püsiva koostise ja rõhu säilitamise probleemi hermeetiliselt suletud skafandrites (joon. **10**), millesse riietatult kosmonaudid väljuvad kosmoselaevadest õhutusse maailmaruumi.

Õhus, mida me hingame, kõigub süsihappegaasi ja veeaurude sisaldus tunduvalt suuremal määral kui hapnikusisaldus. Kui me näiteks viibime halva ventilatsiooniga ruumis, kuhu on tulnud kokku palju inimesi, koguneb seal õhku niivõrd palju veeauru, et meie enesetunne halveneb.

Elu- ja ühiskondlikes ruumides, vabrikute ja tehaste tsehhides on vaja alal hoida õhu normaalset koostist. Sellel on suur tähtsus inimeste tervise säilitamise suhtes. ***Tubasid, kus te elate, on sõltumata ilmast tingimata tarvilik järjekindlalt tuulutada. Klassiruumides, kus te õpite, peavad õhuaknad või aknad olema soojade ilmade puhul kogu aeg avatud, talvel aga tuleb klassiruume igal vahetunnil tuulutada.***

Kaasaegsetes elamutes, ettevõtetes, asutustes, klubides, teatrites ja teistes ühiskondlikes hoonetes vahetub õhk pidevalt kunstliku ventilatsiooni abil, mis kujutab endast värske õhu sissejuhtimist ruumidesse torudesüsteemi kaudu (joon. **11**).



Joon. 11

Tubades kasvatatavad rohelised taimed ei ole ainult meie igapäevase elu ehteks. Nad aitavad õhku puhastada üleliigsest süsihappegaasist ja rikastavad õhku hapnikuga.

Süsihappegaasi tekib mitte ainult inimeste hingamise tulemusena. Seda gaasi väljub pidevalt elamute, vabrikute, tehaste, elektrijaamade korstnatest. Rohelised taimed aitavad säilitada õhu püsivat koostist mitte ainult ruumides, vaid ka asulates. Sellepärast haljastatakse meie maal linnu-, asulaid, tööstusettevõtete territooriume, elumajade hoove.

Õhu kahjulikud gaasilised lisandid. Kinniste ruumide õhku võib mõnikord sattuda kahjulikke gaase, näiteks vingugaasi ehk karmu (süsinikoksiid, CO). Kui ahju kütmisel sulgeda siiber liiga vara, tekib kütuse mittetäieliku põlemise tagajärjel vingugaas. Ka valgustusgaas (resp. majapidamisgaas) sisaldab vingugaasi. Vingugaas moodustab püsiva ühendi hemoglobiiniga, mistõttu viimane pole enam võimeline endaga siduma hapnikku. Kui viibida toas, mille õhus esineb vingugaasi, võib surra hapnikupuuduse tagajärjel organismis. ***Sellepärast peab ahju kütmisel enne siibri sulgemist alati kontrollima, kas kogu kütus on lõpuni põlenud. Korterites aga, kus kasutatakse majapidamisgaasi, ei tohi lubada selle väljavoolamist.***

Kahjulikke gaase, sealhulgas ka vingugaasi, tekib mõnikord vabrikutes ja tehastes mõnedes tootmisprotsessides. Selleks et need gaasid ei kahjustaks inimeste tervist, viiakse need protsessid läbi spetsiaalselt selle tarvis konstrueeritud hermeetiliselt suletud kambrites.

■

Gaasivahetus kopsudes. Gaasivahetus kudedes.

?

1. Missugune on õhu normaalne koostis? 2. Mille poolest erineb sissehingatava õhu koostis väljahingatava õhu koostisest. 3. Kuidas toimub vere küllastumine hapnikuga ja süsihappegaasi eemaldamine verest? 4. Kuidas toimub hapniku äraandmine kudedele vere poolt ja süsihappegaasi tungimine verre? 5. Miks tuleb ruume regulaarselt tuulutada? 6. Milles seisneb haljasalade kasulikkus? 7. Millist kahju tekitab organismile vingugaas ning mida on tarvis teha, et vältida vingumürgistusi?

!

1. Kas meie veres on vaba lämmastikku ja kas vere ning õhu vahel toimub lämmastikuvahetust? 2. Kas meie veri vabaneb kopsudes süsihappegaasist täielikult?

25. Hingamisliigutused

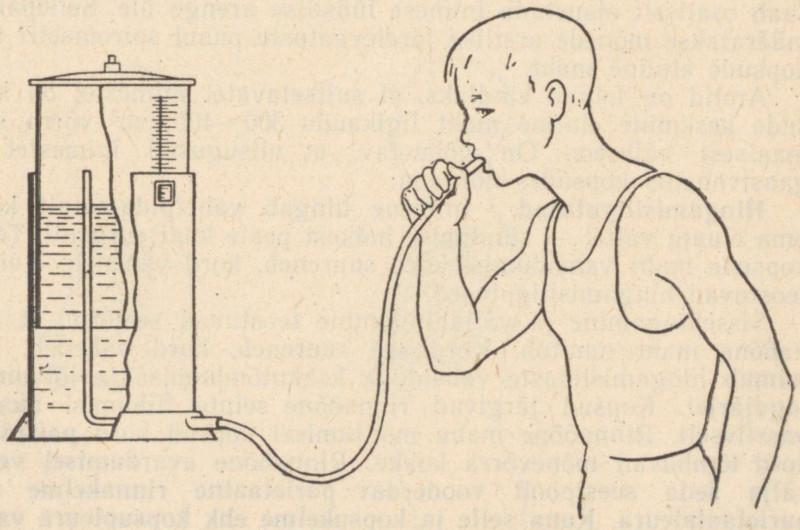
Kopsude ventilatsioon. Kopsusompudes ehk alveoolides vahetub õhk pidevalt. Hingamisliigutuste tõttu õhk kord siseneb kopsudesse, kord eemaldatakse neist. ***Sissehingamine*** ja ***väljahingamine,*** vaheldudes rütmiliselt teineteisega, tagavad kopsude ***ventilatsiooni.***

Kopsude eluline maht. Organismi mitmesuguste seisundite puhul muutub sisse- ja väljahingatava õhu hulk. Füüsilist tööd tehes kopsude ventilatsioon suureneb, tinglikus puhkeolekus aga väheneb. Inimeste poolt sissehingatava ja väljahingatava õhu mahu määramiseks kasutatakse spetsiaalset aparaati — spiromeetrit (joon. 12).

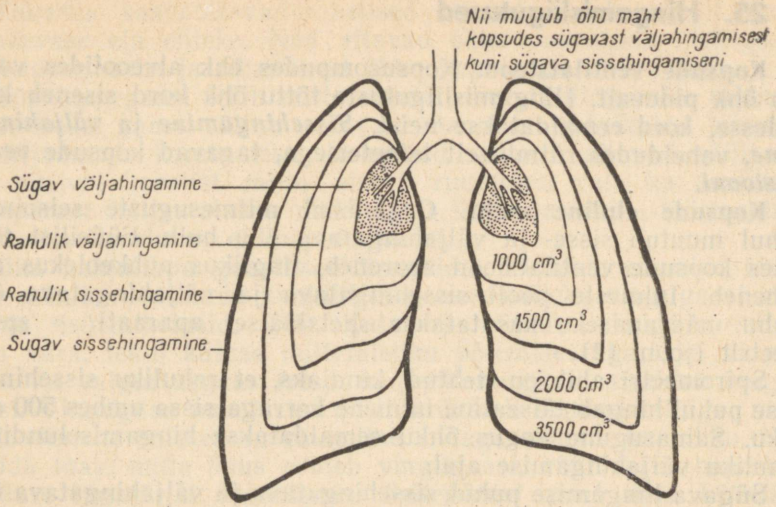
Spiromeetri abil on tehtud kindlaks, et rahuliku sissehingamise puhul hingab täisealine inimene korraga sisse umbes 500 cm^3 õhku. Samasugune kogus õhku eemaldatakse hingamiselunditest rahuliku väljahingamise ajal.

Sügava hingamise puhul sissehingatava ja väljahingatava õhu kogus suureneb. Maksimaalselt sügava sissehingamise ajal võib inimese hingamiselunditesse, lisaks rahulikul hingamisel sissetunginud õhukogusele, siseneda veel umbes 1500 cm^3 õhku. Kui aga inimene pärast rahulikku väljahingamist jätkab õhu väljahingamist kuni viimse võimaluseni, siis eemaldub tema hingamiselunditest täiendavalt veel ligikaudu 1500 cm^3 õhku.

Seega, suurim õhu hulk, mida inimene suudab välja hingata pärast eelnenud maksimaalselt sügavat sissehingamist, on umbes 3500 cm^3. Seda õhu hulka nimetatakse ***kopsude eluliseks mahuks.***



Joon. 12



Joon. 13

Kopsudest õhku täielikult eemaldada pole võimalik. Isegi pärast kõige sügavamat väljahingamist jääb neisse veel umbes 1000 cm³ õhku (joon. **13**). Sellepärast ei lange kopsud kunagi kokku.

Inimeste kopsude eluline maht on varieeruv. Selle põhjal saab osaliselt otsustada inimese füüsilise arengu üle. Sellepärast määratakse mõnede arstlike järelevaatuste puhul spiromeetri abil kopsude eluline maht.

Arstid on teinud kindlaks, et suitsetavatel inimestel on kopsude keskmine eluline maht ligikaudu 300—400 cm³ võrra normaalsest väiksem. On mõistetav, et niisugustel inimestel on gaasivahetus kopsudes nõrgem.

Hingamisliigutused. Inimene hingab vahetpidamatult kogu oma eluaja vältel — sündimise hetkest peale kuni surmani. Tema kopsude maht vaheldumisi kord suureneb, kord väheneb. Kuidas teostuvad hingamisliigutused?

Sissehingamine ja väljahingamine teostuvad seetõttu, et rinnaõõne maht muutub. Kord see suureneb, kord väheneb. See toimub hingamislihaste vahelduva kokkutõmbumise ja lõtvumise tagajärjel. Kopsud järgivad rinnaõõne seinte liikumisi üksnes passiivselt. Rinnaõõne mahu muutumisel kopsud kord paisuvad, kord tõmbuvad mõnevõrra kokku. Rinnaõõne avardumisel venib välja seda seestpoolt vooderdav parietaalne rinnakelme ehk parietaalpleura. Kuna selle ja kopsukelme ehk kopsupleura vahel olevas pilujas ruumis (rinnakelmeõõnes) on rõhk atmosfäärirõ-

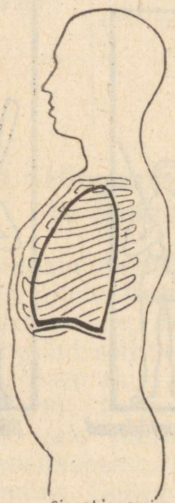
hust madalam, siis venib välja ka parietaalse rinnakelme külge liibuv kopsukelme. Sel puhul kopsude maht suureneb. See omakorda põhjustab elastsete kopsusombukeste väljavenimist ning atmosfäärirõhu mõjul tungib nendesse hingamisteede kaudu õhk.

Raskete rinnahaavade puhul pleura mõnikord rebeneb ja õhk täidab parietaalpleura ja kopsupleura vahel oleva ruumi. Siis lakkab rinna vigastatud poolel olev kops järgimast rinnaõõne seinte liikumist. See sünnib sellepärast, et õhusurve kopsule väljastpoolt ja seestpoolt muutub võrdseks. On mõistetav, et sel juhtumil atmosfäärirõhk pole enam suuteline kopsusompusid välja venitama ning keha haavatud poolel paikneva kopsu ventilatsioon lakkab.

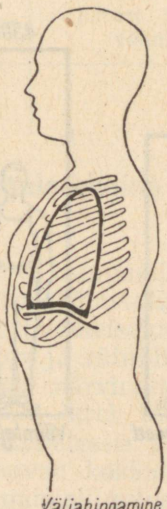
Rahulik sissehingamine teostub tänu roietevaheliste sissehingamislihaste ja vahelihase ehk diafragma üheaegsele kokkutõmbumisele. Tõmbudes kokku, tõstavad roietevahelised lihased roideid ülespoole, mille tõttu rinnaõõs laieneb ja tema maht suureneb (joon. **14**, *1*). Samaaegselt sellega tõmbub kokku ka diafragma. Diafragma pind väheneb ja ta muutub vähem kumeraks. Selle tõttu suureneb rinnaõõne maht ka vertikaalsuunas.

Rahulik väljahingamine teostub tänu roietevaheliste sissehingamislihaste ja diafragma ehk vahelihase lõtvumisele. Roided laskuvad allapoole, vahelihase kumerus suureneb ning rinnaõõne maht muutub jälle niisama suureks, kui see oli enne sissehingamise algust (*2*). Seetõttu eemaldatakse kopsudest hingamisteede kaudu mõningane kogus õhku.

Sügav sissehingamine kutsutakse esile roietevaheliste sissehingamislihaste, diafragma ja ka mõnede rinna ning õlavöötme



1 Sissehingamine



2 Väljahingamine

Joon. 14

lihaste (lk. 47, joon. 28) üheaegse kokkutõmbumisega, mispuhul roided tõstetakse kõrgemale kui tavalise rahuliku sissehingamise ajal.

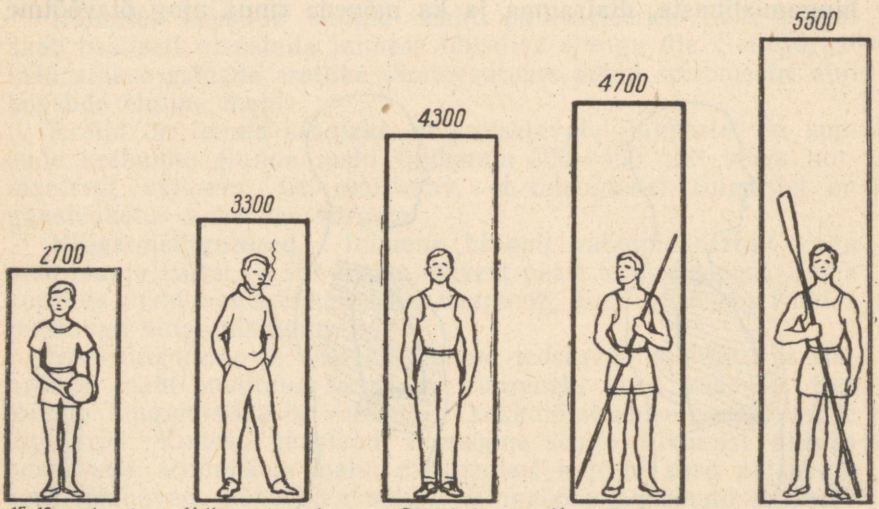
Sügav väljahingamine kutsutakse esile roietevaheliste väljahingamislihaste kokkutõmbumisega, mille tulemusena roided tõmmatakse allapoole. Seetõttu rinnaõõne maht väheneb nii külgede kui ka selja—kõhu suunas. Samaaegselt tõmbuvad kokku kõhu lihased. Need suruvad kokku kõhuõõnes paiknevad siseelundid. Kõhuõõne elundid avaldavad altpoolt survet vahelihasele ja see kumerdub tugevasti rinnaõõnesse, vähendades selle mahtu vertikaalsuunas.

Hingamislihaste treenimine. Koos südame ja kogu skeletilihaskonna treenimisega treenitakse ka hingamislihaseid.

Tarvitseb mittetreenitud inimesel joosta mõnikümmend meetrit, kui ta juba hakkab sagedamini hingama. Ent hingamislihaste nõrga arengu tõttu tema hingamise sügavus peaaegu üldse ei suurene.

Seetõttu pole tema kopsud võimelised varustama intensiivselt töötavat skeletimuskulatuuri vajaliku hulga hapnikuga ning organismist õigeaegselt eemaldama süsihappegaasi.

Inimesel, kes päevast päeva tegeleb kehalise tööga, kehakultuuri ja spordiga, suureneb hingamislihaste treenimise tulemusena kopsude eluline maht. Temal suureneb lihaste töötamise ajal kopsude ventilatsioon mitte ainult hingamise sagenemise,



Joon. 15

vaid ka hingamise sügavuse tunduva suurenemise tagajärjel. Hingamislihaste treenimise tulemusena kopsude eluline maht suureneb (joon. 15). Treenitud inimesed hingavad ühtlaselt ja sügavalt isegi siis, kui nad teevad rasket tööd, kuigi ka neil hingamisliigutuste sagedus tunduvalt suureneb. Pärast 10 000 meetri jooksu ei esine headel sportlastel hingeldust ja nende hingamine rahuneb väga kiiresti.

■

Kopsude ventilatsioon. Kopsude eluline maht. Rahulik hingamine. Sügav hingamine. Hingamislihaste treenimine.

?

1. Mida nimetatakse kopsude eluliseks mahuks? 2. Kuidas teostub rahulik sissehingamine? 3. Kuidas teostub rahulik väljahingamine? 4. Kuidas teostuvad sisse- ja väljahingamine sügava hingamise puhul? 5. Kuidas tuleb arendada oma hingamislihaseid?

!

Miks suurel hulgal söömine raskendab hingamist?

▲

Kord kuus loendage endal hingamisliigutuste arv minutis enne ja pärast hommikuvõimlemist ning mõõtke oma rinnakorvi ümbermõõt maksimaalselt sügava sissehingamise seisundis. Enesevaatluste päevikus võtke kasutusele uus lehekülg. Sissekirjutused tehke järgneva vormi kohaselt.

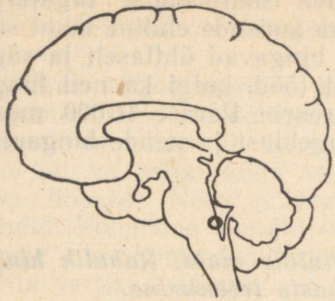
Kehaliste harjutuste mõju hingamissagedusele ja rinnakorvi ümbermõõdule

Kuupäev	Hingamisliigutuste arv minutis		Rinnakorvi ümbermõõt (cm)
	enne hommikuvõimlemist	pärast hommikuvõimlemist	

26. Hingamisliigutuste reguleerimine närvisüsteemi poolt ja humoraalselt

Hingamiskeskus. Te teate, et hingamisliigutused teostuvad tänu paljude hingamislihaste kooskõlastatud kokkutõmbumistele ja lõtvumistele, mis rütmiliselt teineteisega vahelduvad. Millest on tingitud selline kooskõlastatus ja rütmilisus?

Piklikus ajus asetseb kogumik närvirakke — ***hingamiskeskus*** (joon. 16). Umbes iga 4 sekundi järel tekib hingamiskeskuses erutus, mis juhitakse roietevahelistesse sissehingamislihastesse ja vahelihasesse. Lihased tõmbuvad kokku ning toimubki sissehingamine. Sellega seletub hingamisliigutuste korrapärane rütm.



Joon. 16

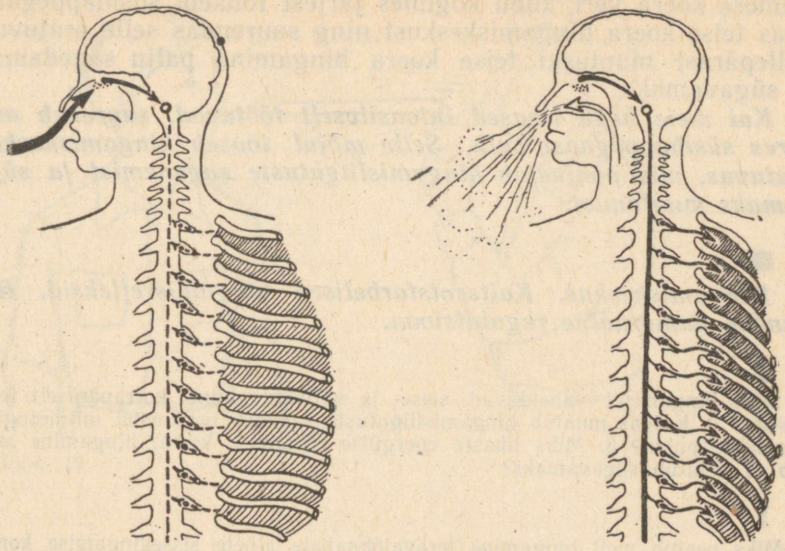
Hingamisliigutuste sageduse ja sügavuse muutumine. Olenevalt sellest, kas inimene magab või on virge (ärkvel), kas ta viibib suhtelises puhkeseisundis või teeb füüsilist tööd, muutub tema hingamisliigutuste sagedus ja sügavus. Täisealised inimesed sooritavad virgel, suhtelises puhkeseisundis viibides umbes 16 ja magamise ajal 12 hingamisliigutust minutis. Lihaste intensiivse töötamise puhul võib hingamisliigutuste sagedus kasvada kaks korda ja rohkemgi.

Hingamisrefleksid. Hingamisliigutuste muutumisel etendavad suurt osa hingamisrefleksid. Nende refleksikaared lähevad läbi hingamiskeskuse. Tutvume mõnede niisuguste refleksidega.

Kui inimene siseneb külma vette jääb tal «hing kinni». See tuleneb mitte ainult südametalitluse aeglustumisest, vaid ka hingamise peatumisest. Mis on selle muutuse põhjuseks? Külm ärritab nahas paiknevaid retseptoreid. Retseptorites tekkiv erutus juhitakse tsentripetaalseid neuroneid mööda hingamiskeskusesse. Sealt juhitakse erutus tsentrifugaalsete neuronite närvikiude pidi edasi hingamislihastesse ja nende talitlus peatub. See on üks hingamisreflekse. Inimesel on olemas ka kaitseotstarbelisi hingamisreflekse. Need refleksid kutsuvad esile modifitseerunud (teisendunud) hingamisliigutusi, näiteks aevastust või köha. Kuidas tekivad aevastamine ja köhimine?

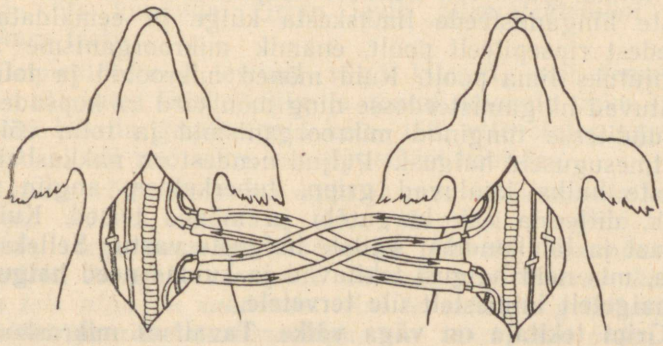
Tolm või teravalõhnalised ained, olles sattunud ninaõõnde, ärritavad ninaõõnt vooderdavas limaskestas paiknevaid retseptoreid. Siis me aevastame. Aevastus on tugev ja väga kiire reflektoorne väljahingamine läbi ninasõõrmete, mille tagajärjel ninaõõnest eemaldatakse seda ärritavad ained (joon. 17). Nohu korral ninaõõnesse kogunev lima kutsub esile niisamasuguse reaktsiooni. Köha on järsk reflektoorne väljahingamine läbi suu (suu kaudu). Köha tekib kõri mitmesuguste ärritamiste puhul.

Hingamisliigutuste humoraalne regulatsioon. Hingamisliigutuste iseloom muutub olenevalt sellest, kui palju süsihappegaasi leidub veres. Kui verre koguneb palju süsihappegaasi, tõuseb hingamiskeskuse erutuvus. See tõestati järgneva teravmeelse katsega.



Joon. 17

Kahel narkoosi all viibival koeral lõigati kaelal läbi arterid, mis varustavad verega pead. Need arterid ühendati torukestega niiviisi, et veri esimese looma kehast voolas teise looma pähe, teise looma kehast aga esimese looma pähe (joon. 18). Kui suleti õhu juurdepääs esimese koera kopsudesse (pigistades tal kinni hingetoru ehk trahhea), hakkas teine koer hingama sagedamini ja sügavamalt, nagu kannataks ta õhupuuduse all, kuigi õhk sisenes tema kopsudesse takistuseta. Nähtus seletub sellega, et



Joon. 18

esimese koera veri, kuhu kogunes järjest rohkem süsihappegaasi, uhas teise koera hingamiskeskust ning suurendas selle erutuvust. Sellepärast muutuski teise koera hingamine palju sagedamaks ja sügavamaks.

Kui meie keha lihased intensiivselt töötavad, suureneb meie veres süsihappegaasi hulk. Selle mõjul tõuseb hingamiskeskuse erutuvus, mis põhjustab hingamisliigutuste sagenemist ja sügavamaks muutumist.

■

Hingamiskeskus. Kaitseotstarbelised hingamisrefleksid. Hingamise humoraalne regulatsioon.

?

1. Miks hingamisel vahelduvad sisse- ja väljahingamine korrapäraselt teineteisega? 2. Kuidas muutub hingamisliigutuste sagedus organismi mitmesuguste seisundite puhul? 3. Miks lihaste energilise töötamise korral hingamine sageneb ja muutub sügavamaks?

!

1. Miks peatub meil hingamine teravalõhnaliste ainete sissehingamise korral? 2. Mispärast hingab inimene halva ventilatsiooniga ruumis, kuhu on kogunenud palju rahvast, tavalisest sagedamini ja sügavamalt? 3. Miks raviasutustes juhitakse inimestele, kel on peatunud hingamine, kopsudesse süsihappegaasiga segatud hapnikku?

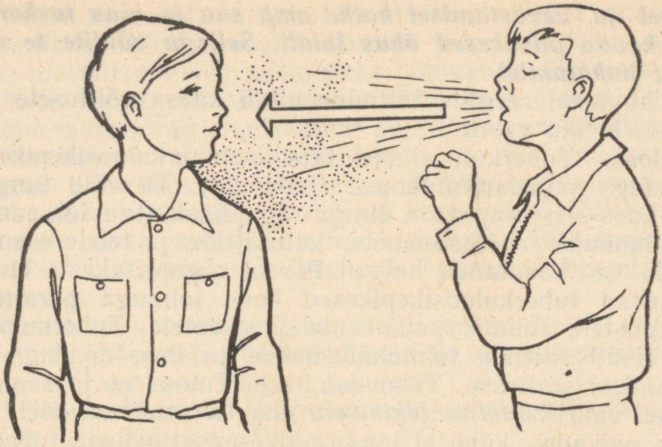
▲

Hingake mitu korda järjest sügavasti sisse. Jälgige, mis pärast seda juhtub teie hingamisega. Seletage teie poolt täheldatud nähtust.

27. Õhu kaudu edasikanduvad haigused. Kunstlik hingamine

Nakatumine õhu kaudu. Hingamiselundite kaudu võib koos õhuga tungida organismi patogeenseid mikroobe ehk tõvestavaid pisikuid ja tolmu. Suur osa nendest kahjulikest osakestest kleepub ülemiste hingamisteede limaskesta külge ja eemaldatakse hingamisteedest ripsepiteeli poolt, enamik mikroorganisme aga tehakse kahjutuks lima poolt. Kuid mõned mikroobid ja tolmuübemed satuvad hingamisteedesse ning mõnikord ka kopsudesse. Hingamiselunditesse tunginud mikroorganismid ja tolm võivad tekitada mitmesuguseid haigusi. Paljud nendest on nakkushaigused. Viimaste hulka kuuluvad gripp, tuberkuloos, angiin ehk kurgupõletik, difteeria ehk kurgutõbi ja mõned teised. Kuidas kaitsta ennast ja lähikondlasi selliste haiguste vastu? Selleks on tarvis teada, mis neid haigusi tekitavad ja kuidas need haigused kanduvad haigetelt inimestelt üle tervetele.

Gripp. Gripi tekitaja on väga väike. Tavalises mikroskoobis on ta nähtamatu. Selliseid üliväikesi haigusetekitajaid, mis võr-



Joon. 19

reldes teiste organismidega on väga lihtsa ehitusega, nimetatakse ***viirusteks.*** Viirused on nähtavad ainult elektronmikroskoobis.

Kuidas toimub grippi nakatumine?

Haigete inimeste ninast erituvas limas, samuti nende rögas ja süljes sisaldub tohutul hulgal viirusi. Niisuguste inimeste ninasõõrmetest ja suust paiskub aevastamise ja köhimise ajal suure jõuga välja õhk. Selles leidub miljoneid üliväikesi, silmaga nähtamatuid piisakesi (joon. **19**), mis kannavad endas nakkust ehk infektsiooni. Selliseid üliväikesi piisakesi satub õhku ka haigete hingamisel. Kui need piisakesed tungivad terve inimese hingamiselunditesse, võib ta nakatuda grippi. Piisakesi langeb ka haigete inimeste esemetele, mistõttu nakkus võib ka viimaste kaudu üle kanduda. Gripp levib ***piiskinfektsiooni*** ehk ***piisknakkuse*** teel.

Gripiepideemiad levivad väga kiiresti, sest tema tekitajaid satub elamute, ühiskondlike ja tootmishoonete õhku. Sellepärast ei tohi lubada gripihaigeid käia tööl ettevõtetes ega asutustes, samuti ei või nad võtta osa õppetööst koolides.

Igaüks võib hoida ära enda ja oma lähikondsete haigestumist grippi. Selleks on vaja täita järgmisi reegleid. Jätke need meelde. ***Ärge kasutage haigetega ühiseid toidunõusid, voodit, käterätti. Nendelt esemetelt võivad gripiviirused kergesti tungida teie nina- ja suuõõnde. Kui te suhtlete gripihaigega, katke oma suu ja nina marlimaskiga; see laseb läbi õhku, kuid peab kinni piisakesed, milles esinevad haigusetekitajad.***

Köhimisel ja aevastamisel katke oma suu ja nina taskurätiga, siis ei kandu piisakesed õhus laiali. Sellega väldite te oma lähikondsete nakatumist.

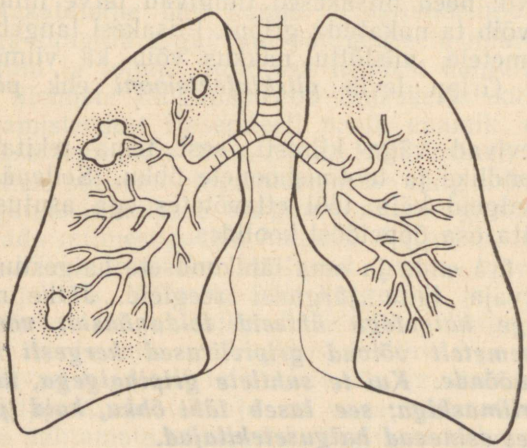
Isikliku hügieeni reeglite täitmine aitab kaasa võitlusele gripiepideemiate leviku vastu.

Tuberkuloos. Tuberkuloosi tekitaja — tuberkuloosikepike — kahjustab kõige sagedamini kopse (joon. **20**). Ta võib tungida kopsudesse koos sissehingatava õhuga rögapiisakeste näol, samuti aga ka toidunõude, riietusesemete, käterättide ja teiste esemete kaudu, mida on kasutanud haige. Pärast rögapiisakeste kuivamist sadenevad tuberkuloosikepikesed koos tolmuga põrandale ja mitmesugustele ruumis paiknevatele esemetele. Tuberkuloosikepikesed võivad sattuda tolmuk übemetele ja koos nendega inimese hingamisorganitesse. Tähendab, tuberkuloos ei levi ainult piisknakkuse, vaid ka ***tolminfektsiooni*** ehk ***tolmnakkuse*** teel.

Rõsketes paikades, kuhu ei lange päikesekiiri, võivad tuberkuloosikepikesed püsida pikka aega eluvõimelistena.

Inimese organismi tunginud tuberkuloosikepikesed ei põhjusta tingimata alati haigestumist. Paljud neist hukkuvad. Kuid mõned tuberkuloosipisikud võivad säilitada eluvõime. Nad kattuvad väljastpoolt lubiümbrisega ning, põhjustamata haigestumist, jäävad inimese kopsukoesse elusatena püsima. Ebasoodsates oludes, näiteks alatoitluse või külmetuse korral, võivad soikusolekus viibivad tuberkuloosikepikesed aktiviseeruda, ning inimene haigestub. Raskete haigusjuhtumite puhul hakkab kopsukude lagunema, mis võib põhjustada surma.

Kuivades, valgusküllastes paikades tuberkuloosikepikesed hukkuvad kiiresti. On tehtud kindlaks, et eriti hukutavalt mõjub tuberkuloositekitajatele päikesevalgus.



Joon. **20**

Ebasanitaarsed olud, milles töölised elasid enne Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni ja pidev alatoitlus olid tuberkuloosi massilise leviku peamisteks põhjusteks töötajate hulgas.

Meie päevil, mil nõukogude rahvas iga aastaga teeb uusi edusamme, paranevad elanikkonna elutingimused järjekindlalt. Kuust kuusse kasvab elamuehituse tempo ja töötajad asuvad elama uutesse korralikesse korteritesse. Mehhaniseerimise ja automatiseerimise rakendamine tootmises kergendab tööliste tööd. Paraneb meie rahva varustamine toiduainetega. Elatustaseme tõus meie maal on tuberkuloosi haigestumise järsu vähenemise peamiseks põhjuseks.

Arstiteadus on teinud suuri edusamme ka tuberkuloosi ravimisel. Spetsiaalsetes tuberkuloositõrje dispanserites ja sanatooriumides ravitakse haigeid tasuta.

Selleks et mitte haigestuda tuberkuloosi, tuleb teada abinõusid selle haiguse vältimiseks.

Võitlus tolmu vastu. Elamutes, linnatänavatel ja ühiskondlikes hoonetes tuleb võidelda tolmu vastu. Sellel on suur tähtsus tuberkuloosi ja teiste hingamiselundeid kahjustavate haiguste profülaktikas.

Reeglid võitluseks tolmu vastu elamutes, asutustes ja koolides on väga lihtsad.

Elutubades tuleb iga päev pühkida niiske lapiga tolm kõigilt esemetelt. Sel puhul jääb tolm lapi külge ega saasta õhku. Sama sünnib siis, kui te pühite põrandaid niiske luua, viha või põrandaharjaga. Kõige hügieenilisem on aga tolmu kõrvaldamine tolmuimejaga.

Tolmu vastu peetakse võitlust ka linnade ja asulate tänavatel. Tänavate koristamine spetsiaalsete masinatega, kõnni- ja sõiduteede kastmine, haljasalad — need kõik vähendavad tunduvalt õhu tolmusust asulates.

Väga tähtis on kaitsta töölisi tolmu eest, mis saastab õhku vabrikute ja tehaste tsehhides ning kaevandustes. Kuidas võideldakse tööstustolmu vastu? Mitmesuguseid väga peeneteralisi pulbreid, nagu näiteks tsementi, valmistatakse hermeetiliselt suletud kambrites. Puuraukude puurimisel kastetakse kivimeid veejoaga. Kui kõigist kasutuselevõetud abinõudest hoolimata õhk siiski sisaldab palju tolmu, töötavad inimesed kaitsemaskides. Sellepärast langebki Nõukogude Liidus järjekindlalt tööstustolmust põhjustatud haigestumiste arv.

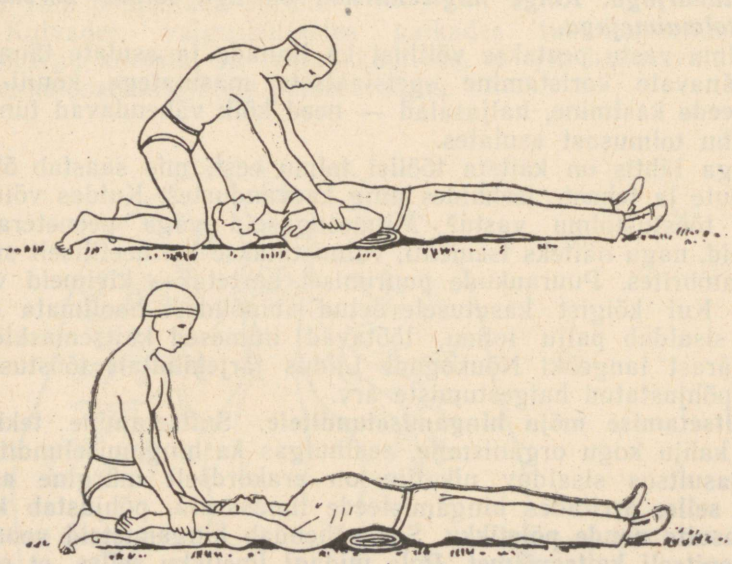
Suitsetamise mõju hingamiselunditele. Suitsetamine tekitab suurt kahju kogu organismile, sealhulgas ka hingamiselunditele. Tubakasuitsus sisalduv nikotiin on erakordselt mürgine aine. Peale selle, ärritades hingamisteede limaskesta, põhjustab kibe tubakasuits nende põletikku. See vähendab hingamisteid vooderdava epiteeli kaitsevõimet. Pole midagi imelikku selles, et suitsetajad inimesed põevad sageli mitmesuguseid hingamiselundite

haigusi: bronhiiti ehk kopsutorude katarri, kopsupõletikku, tuberkuloosi, astmat ehk hingeldustõbe. On tehtud kindlaks, et enamik kopsuvähki haigestuvatest inimestest on suitsetajad.

Kui te täidate kõiki tervishoiureegleid hingamiselunditesse mikroobide ja tolmu sissetungi vältimiseks ning ei suitseta, siis kaitseb see teid paljude, sageli väga ohtlike haiguste eest.

Esmaabi hingamise seiskumise puhul. Hingamise seisak võib inimesel tekkida näiteks lämbumise, vingumürgituse või elektrikahjustuste korral. Väga sageli katkeb hingamine uppujatel. Kannatanu elu päästmiseks on talle tingimata vajalik minutitki viivitamata anda esmaabi. Otsekohe tuleb välja kutsuda arst, kuid tema kohalejõudmist ära ootamata tuleb inimesele hakata tegema ***kunstlikku hingamist.*** Kunstliku hingamise võtteid peab tundma igaüks.

Esmaabi andmisel uppujale, kes viibib teadvuseta seisundis, tuleb tal kõigepealt eemaldada vesi hingamiselunditest. Seejärel hakatakse tegema kunstlikku hingamist. Kõige parem on seda läbi viia kahekesi. Olles uppuja lahti riietanud, asetatakse ta selili. Et tagada kannatanu rinnakorvile suurem liikuvus, asetatakse rindkere alla rullikeeratud rõivaid või muid riidest esemeid (joon. **21**). Edasi tuleb ettevaatlikult avada kannatanu suu ja eemaldada sealt lima. Sügavale kurku vajunud keel tõmmatakse suust välja, keeratakse taskurätt ümber ja hoitakse sõrmedega kinni, et ta uuesti kurku ei tõmbuks. Nüüd laskub teine



Joon. 21

abiandja põlvili kannatanu pea juurde ja võtab tema kätest küünarvarre kohalt kinni. Sujuvate rütmiliste liigutustega ta kord surub kannatanu kõverdatud käed rinnakorvi külgede vastu, vähendades rinnaõõne mahtu (*1*), kord tõmbab kannatanu käed pea taga sirgu, mis põhjustab rinnaõõne laienemist (*2*). Niisuguseid liigutusi tuleb sooritada 16—18 korda minutis.

Kunstlikul hingamisel õhk vaheldumisi kord tungib kopsudesse ja kord surutakse sealt välja. Sel viisil toimub kopsude ventilatsioon. Kopsude üksteisele järgnevad laienemised ja kokkusurumised võivad põhjustada hingamiskeskuse talitluse taastumist. Kui see aset leiab, hakkavad kannatanu hingamislihased rütmiliselt kokku tõmbuma ja lõtvuma. Nüüd hingab kannatanu iseseisvalt. Edasist abi antakse talle raviasutuses.

■

Piisknakkus. Tolmnakkus. Kunstlik hingamine.

?

1. Mis põhjustab grippi ja mil viisil see haigus kandub haigetelt inimestelt üle tervetele? 2. Mis tekitab tuberkuloosi ehk tiisikust? 3. Miks tuberkuloos oli tsaariaegsel Venemaal laialdaselt levinud? 4. Miks NSV Liidus tuberkuloosi haigestumus järsult langes? 5. Missuguseid isikliku hügieeni reegleid on vaja täita selleks, et hoiduda nakatumast õhu kaudu edasiantavatesse haigustesse? 6. Miks on tarvilik võidelda tolmu vastu? 7. Kuidas võideldakse tolmu vastu igapäevases elus ja tootmises? 8. Millist mõju avaldab hingamiselunditele suitsetamine?

▲

Harjutage koolikaaslastega või kellegagi oma perekonnaliikmetest kunstliku hingamise tegemise võtteid, mida te õppisite selgeks koolitunnis.

VI. SEEDIMINE

28. Toitained ja toiduained

Toidu koostis ja tähtsus. Kõik elusorganismid toituvad — ehitavad oma keha üles ainetest, mida nad saavad ümbruskonnast.

Peamisteks toitaineteks inimese toidus on orgaanilised ühendid. Peale nende peab toidus esinema vett ja mineraalsooli ning samuti erilisi aineid — vitamiine, mille tähtsust te õpite tundma peatükis «Ainevahetus».

Nagu te botaanikast teate, tekivad orgaanilised ained taimorganismides anorgaanilistest ainetest — süsihappegaasist, veest ja mineraalsooladest — päikesest kiirguva energia toimel. Loomad ja inimene ei ole võimelised orgaanilisi aineid anorgaanilistest ainetest ise moodustama. Nende toitumise allikaks on taimede poolt moodustatud süsivesikud, rasvad ja valgud. Meile vajalikud orgaanilised ained ja mineraalsoolad saame me taimse ja loomse päritoluga toidust.

Toitained omastatakse organismi poolt. Sellepärast organism kasvab, tema rakud paljunevad. Need ained aga, mis organism kaotab oma elutegevuse protsessis, asenduvad uutega. ***Järelikult, toidus sisalduvad toitained on organismi ehitusmaterjaliks.***

Samaaegselt orgaaniliste ühendite omastamisega toimub kõigis meie elundites, kudedes ja rakkudes vahetpidamatult nende ühendite keemiline lagunemine ja hapendumine. Nendes protsessides kasutatakse keha kõigi rakkude poolt ära energia, mis omal ajal taimede poolt kulutati orgaaniliste ühendite moodustamiseks anorgaanilistest ühenditest.

Tähendab, toiduga organismi saabuvad orgaanilised ühendid on organismi elutegevuseks vajaliku energia allikaks.

Toiduained. Meie toit sisaldab endas kõiki inimorganismile vajalikke toitaineid. Silmitsedes tabeleid 1 ja 2 saame teada, kui palju valke, rasvu ja süsivesikuid on 100 grammis mõnedes taimse ja loomse päritoluga toiduainetes.

Tabel 1

Orgaaniliste ühendite sisaldus taimse päritoluga toiduainetes

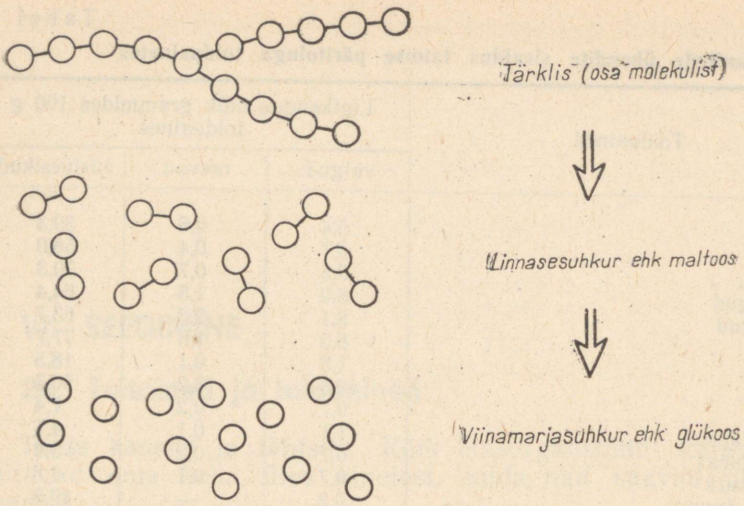
Toiduained	Ligikaudne hulk grammides 100 g toiduaines		
	valgud	rasvad	süsivesikud
Rukkileib	5,4	0,6	39,3
Nisuleib	5,7	0,4	56,0
Manna	9,5	0,7	70,3
Tatratangud	8,0	1,5	64,4
Hirsitangud	8,1	2,2	63,7
Riis	6,5	1,8	77,7
Kartul	1,3	0,1	18,5
Hernes	19,3	3,2	50,3
Porgand	0,7	0,2	7,4
Värske kapsas	1,1	0,1	4,1
Värske tomat	0,7	0,2	3,0
Värske kurk	0,7	0,1	1,8
Värsked õunad	0,2	—	10,9
Taimeõli	—	97,8	—
Peensuhkur	—	—	98,2

Tabel 2

Orgaaniliste ühendite sisaldus loomse päritoluga toiduainetes

Toiduained	Ligikaudne hulk grammides 100 g toiduaines		
	valgud	rasvad	süsivesikud
Keskmise rammususega loomaliha	19,0	8,0	—
Rasvane sealiha	14,5	37,3	—
Maks	16,7	3,7	2,7
Sulatatud loomarasv	0,5	89,0	—
Värske kala (sasaan)	8,6	1,2	—
Täispiim	3,1	3,4	4,9
Hapukoor	3,3	30,2	2,5
Hollandi juust	24,9	29,9	2,3
Lahja kohupiim	16,8	0,4	0,9
Või	0,5	79,3	0,4
Sulatatud või	—	94,0	—

Seedimine. Enamik toiduainetega organismi saabuvatest toitainetest pole organismi poolt vahetult kasutatavad. Olles sattunud organismi, toitained kõigepealt peenendatakse, seejärel aga läbivad nad keerukate muutumiste ahela. Nende muutumiste algusjärgud kulgevad seedeelundkonnas. Seedekulglat pidi edasi nihkudes allub toit seedemahlade toimele. Seedemahlade mõjul toimub mittelahustuvate süsivesikute (näiteks tärklise), rasvade ja valkude keerukate molekulide järkjärguline lõhustumine liht-



Joon. 1

sama ehitusega molekulideks. Lõhustumise tulemusena tekkinud ained on vees lahustuvad.

Tärklise suured molekulid lõhustuvad paljudeks viinamarjasuhkru ehk glükoosi molekulideks (joon. 1), rasvadest tekivad glütseriin ja rasvhapped (lk. 18 joon. 14), valgu molekulide (lk. 16 joon. 12) lõhustumise lõpp-produktina tekib aga suur hulk aminohapete molekule. Valkude, rasvade ja süsivesikute lõhustumise saadustest moodustuvad meie organismis ainult temale omased orgaanilised ühendid. Oma molekulide ehituse poolest erinevad need ühendid ainetest, mida me saime toiduga.

Toidu mehhaanilist töötlemist ja toidus olevate orgaaniliste ühendite keemilist lõhustamist seedeelundkonnas nimetatakse seedimiseks.

■

Toitained. Toiduained. Seedimine.

?

1. Millist tähtsust organismile omavad toitained? 2. Missugused ained peavad esinema meie toidus? 3. Missuguseid orgaanilisi aineid saab organism toidust? 4. Missugusteks aineteks lõhustub tärklis seedeelundites? 5. Missugused rasvade lõhustumisproduktid tekivad seedeelundites valkude lõhustumise tagajärjel? 7. Milline tähtsus on seedimisel?

▲

1. Tuletage meelde, missugused elemendid kuuluvad süsivesikute, rasvade ja valkude koostisse. 2. Kasutades tabeleid 1 ja 2, selgitage, missuguseid orgaanilisi ühendeid esineb kõige rohkem taimses toidus ja missuguseid loomses toidus. 3. Tabelist 1 leidke taimne toiduaine, mis on rikas valkude poolest. 4. Tabelist 2 leidke loomse päritoluga toiduaine, mis sisaldab ligikaudu võrdsel hulgal valke, rasvu ja süsivesikuid.

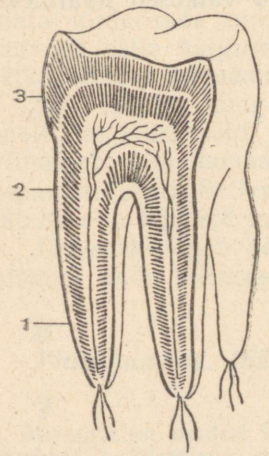
29. Seedeelundite ehitus

Suuõõs. Seedekulgla ehk seedekanal algab suuõõnega. Lõualuudel esinevad ***hambad.*** Igal hambal on ***juur*** (joon. 2, *1*), mis paikneb sügaval lõualuu hambasombus, ***kael*** (*2*), mis on peidus igemes, ja ***kroon*** (*3*), mis ulatub suuõõnde. Hammas koosneb tihedast luusarnasest ainest — dentiinist.

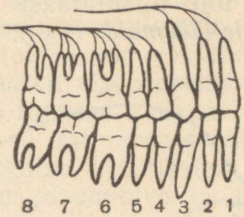
Hamba sees asetseb hambaõõs. Hambaõõnt täitvas pehmes sidekoes (hambasäsis) hargnevad veresooned ja närvid. Hambakroon on väljastpoolt kaetud ***hambavaaba*** ehk ***hambaemailiga,*** mis kaitseb hambaid riknemise — kulumise ja mikroobide sissetungi eest.

Vastsündinul hambad puuduvad. Umbes 6 kuu vanuselt hakkavad lastel tulema piimahambad, mis 10.—12. eluaastaks langevad välja ja asenduvad jäävhammastega. Kõige tagumine hambapaar — tarkusehambad — ilmuvad inimesel tavaliselt 20.—22. eluaastaks.

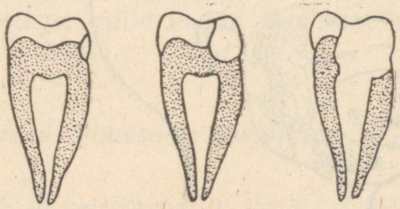
Täisealistel inimestel on 32 hammast. Nende ehitus on erinev, sõltuvalt erinevast talitlusest (joon. 3). Nii üla- kui alalõualuu eesosa keskel asetseb 4 lamedat ***lõikehammast*** (*1*, *2*). Ühekaupa kummalgi pool nende taga paiknevad teravnenud ***silmahambad*** (*3*). Söömise ajal me hammustame lõikehammaste ja silmahammaste abil toitu lahti. Mõlemal pool silmahammaste taga asetsevad kahekaupa ***eespurihambad*** (*4*, *5*) ja kolmekaupa ***purihambad*** (*6*, *7*, *8*). Nende kroonid on laiade köbruliste mälumispindadega. Purihammaste abil me tükeldame ja peenendame toitu, mälume seda.



Joon. 2



Joon. 3



Joon. 4

Toidu peenendamine suuõõnes kergendab selle seedimist. Sellepärast on tingimata tarvilik söömisel toit hästi läbi närida. Inimestel, kes on kaotanud hambad, häirub seedimine. See põhjustab tihti mao- ja soolehaigusi. Sellepärast on väga tähtis hoida oma hambaid, täita tervishoiunõudeid nende lagunemise vältimiseks, hoolitseda hammaste eest.

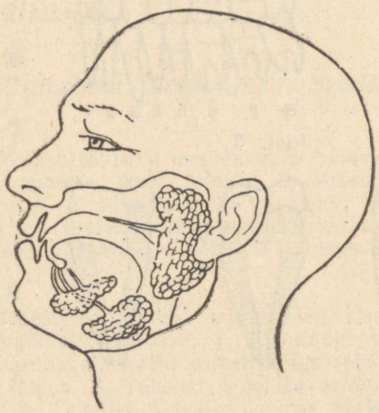
Hammustades katki pähkleid, ploomi-, aprikoosi- või kirsikive, närides konte või klaaskompvekke, võime me vigastada hambavaapa. Kui me vahetult pärast kuuma toidu söömist joome külma vett või sööme jäätist, tekivad hambavaabas praokesed ja hambaluusse (dentiini) tungivad mikroobid. Nakatatud hammas haigestub ja pikkamööda laguneb (joon. 4).

Et vältida hammaste riknemist, ei tohi samuti lasta suuõõnesse ja eriti hammaste vahedesse koguneda toidujäänuseid, kuna need loovad soodsa miljöö mikroobide paljunemiseks. Hammastelt on kindlasti tarvis eemaldada kollakas kirme, mis põhiliselt koosneb mitmesugustest mikroorganismidest. Selleks tuleb igal õhtul enne magamaheitmist puhastada hambaid harja abil hambapulbri või -pastaga ning loputada pärast sööki suud leige veega.

Kui te märkate hamba väikestki vigastust, pöörduge kohe hambaarsti poole. Ta annab teile vajalikku abi, mis hoiab ära hamba lagunemise.

Toitu mäludes paigutame me seda suuõõnes keele abil ümber. Keeles asetseb suur osa nendest retseptoritest, mille abil me tunneme toidu maitset. Inimesele aga, erinevalt loomadest, on keel erilise tähtsusega: keel koos huultega ja lõualuudega võimaldab meil end väljendada artikuleeritud kõnes.

Suus toit niisutatakse süljega, mida eritavad kolm paari suuri ***süljenäärmeid*** (joon. 5) ning arvukad väikesed näärmeke-



Joon. 5

sed, mis paiknevad suuõõnt vooderdavas limaskestas. Siin algavad sülje toimel toitainete lõhustumise protsessid.

Allaneelatud toit (värv. tahv. IV) libiseb *neelu* (*1*), seejärel satub *söögitorusse* (*2*) ja edasi *makku* (*3*).

Magu. Maos, mis kujutab endast seedekulgla mahukat laienenud osa, jätkub suuõõnes alanud toitainete lõhustumine. Magu on vooderdatud limaskestaga, milles esineb palju väikesi näärmeid. Need näärmed eritavad maomahla. Seediv toit allub maomahla toimele mitme tunni kestel. Seejärel siirdub toit üksikute portsjonitena maost peensoolde, mis moodustab kõhuõõnes palju käärusid.

Kaksteistsõrmik. Maost läheb toit peensoole algusossa, mida nimetatakse kaksteistsõrmikuks (*4*), sest selle pikkus ületab ligikaudu 12 korda sõrme laiuse. Kaksteistsõrmikusse suubuvad kahe suure näärme — *kõhunäärme* ehk *pankrease* (*5*) ja *maksa* (*6*) viimajuhad. Esimene neist eritab kõhunäärme nõret ja teine sappi. Kaksteistsõrmikus toimuvad kõhunäärme nõre toimel väga tähtsad toitainete lõhustumise protsessid.

Peensool. Peensool (*7*) on seedekulgla ehk seedekanali kõige pikem osa. Peensoole limaskestas esineb arvukalt väikesi näärmeid. Need nõristavad soolemahla. Peensooles lõpeb toitainete lõhustumine ja toimub lõhustumissaaduste imendumine verre. Seedimata jäänud toidujäägid siirduvad peensoolest jämesoolde.

Jämesool. *Jämesoolde* (*8*) kogunevad mitteseedunud toidujäägid, mis kuuluvad organismist eemaldamisele. Kohal, kus peensool läheb üle jämesooleks, paikneb kotikujuline *pimesool* ehk umbsool (*9*). Pimesoolest lähtub allapoole kujult ussi meenutav jätke — *ussjätke* (*10*). Rohusööjatel loomadel on pimesoole ussjätke pikk ja mahukas. Ta etendab tähtsat osa raskesti seeduva taimtoidu lõhustamisel. Tõvestavate mikroorganismide või seedimata toiduosade tungimine inimese pimesoole ussjätkesse võib kutsuda esile haiguse — *ussjätkepõletiku* ehk *apenditsiidi.* Ussjätkepõletiku ägenemine on mõnikord inimese elule ohtlik.

Siis tehakse haigele operatsioon — tal eemaldatakse pimesoole ussjätke. Tihti leitakse väljalõigatud ussjätketest kirsikive, viinamarja- ja õunaseemneid, harvem ploomikive ja päevalilleseemnete kesti. Sellepärast tuleb jälgida, et koos toiduga ei neelataks alla kõvasid mitteseeduvaid esemeid.

Jämesool lõpeb *pärasoolega,* mille kaudu eemaldatakse organismist toidu mitteseedinud jäägid.

■

Piimahambad. Jäävhambad. Pimesoole ussjätke.

?

1. Missugustest osadest koosneb seedeelundkond? 2. Millist tähtsust omavad hambad? 3. Missugune on hammaste ehitus? 4. Miks on hambaid vaja hoida ja kuidas tuleb hammaste eest hoolitseda? 5. Missuguseid funktsioone täidab

keel? 6. Missuguste näärmete juhad suubuvad suuõõnde? 7. Mida kujutab endast magu? 8. Kus asetseb kaksteistsõrmik? 9. Mis toimub toitainetega peensooles? 10. Mis tähtsus on jämesoolel?

!

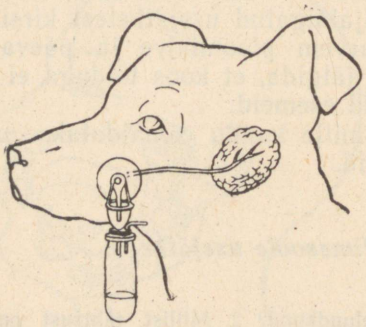
1. Miks väga külma toidu söömisel kohe pärast kuuma toitu tekivad hambaemailis praod (vastuse leidmisel kasutage füüsika õppimisel omandatud teadmisi)? 2. Miks ei tohi hambaid torkida metallesemetega? 3. Mispärast on hambaid õigem puhastada õhtul, mitte aga hommikul?

30. Seedimine suuõõnes. Neelamine

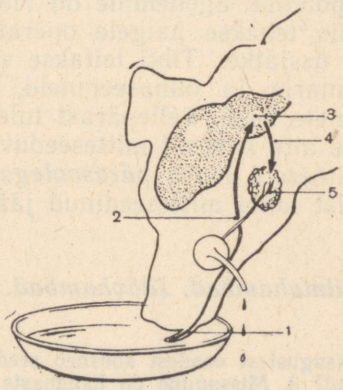
Suuõõnes toimub mitte ainult toidu mehhaaniline peenendamine. Seal algab tärklise lõhustumine seedemahla ***sülje*** toimel.

Sülje nõristumine. Nagu te juba teate, nõristub sülg inimese suuõõnde kolme paari suurte süljenäärmete viimajuhade kaudu (joon. 5) ja paljudest väikestest näärmetest. Kuulus vene füsioloog I. P. Pavlov töötas välja meetodi ***fistuli*** ehk ***uurise*** tegemiseks loomade süljenäärmetele (joon. 6). Fistul on inimese või looma kehapinnale ulatuv avaus või käik, mis on tekkinud haiguse tagajärjel või tehtud kirurgilisel teel. Fistuli ehk uurise kaudu eritub see või teine organismis tekkiv vedelik. Kuidas tehakse süljenäärme uurise operatsiooni?

Avaus, mille kaudu ühe süljenäärme juha suubub suuõõnde, lõigatakse koos tükikese teda ümbritseva limaskestaga välja. Seejärel vabastatakse juha kogu oma pikkuses kudedest, milles ta asetseb, ja juhitakse põske tehtud pilu kaudu suuõõnest välja. Näärme viimajuha ava ümbritsev limaskesta tükike õmmeldakse kinni põse naha külge. Nüüd ei voola sülg näärmest suuõõnde, vaid välja.



Joon. 6



Joon. 7

Opereeritud koera ülejäänud süljenäärmed eritavad sülge suuõõnesse koguses, mis on küllaldane toidu niisutamiseks ja selles oleva tärklise lõhustamiseks.

Koeral, erinevalt inimesest, ei nõristu sülge pidevalt. Sellepärast on koer sobivaks katseloomaks sülje eritumise põhjuste uurimisel. Seni, kui koerale toitu ei anta, sülge uurise ehk fistuli kaudu ei nõristu. Tarvitseb aga toidul sattuda koera suuõõnde, kui fistulist hakkab tilkuma sülge. I. P. Pavlov tegi kindlaks, et ***sülje nõristumine toimub reflektoorselt.*** Jälgime joonise 7 järgi, kuidas teostub süljenõristusrefleks.

Toidu toime ärritab keelel ja suuõõnt vooderdavas limaskestas paiknevaid retseptoreid (*1*). Retseptorites tekib erutus, mis juhitakse tsentripetaalsete neuronite närvikiude (*2*) mööda ***süljenõristuskeskusesse*** (*3*), mis asetseb piklikus ajus. Siin antakse erutus üle tsentrifugaalsetele neuronitele, juhitakse nende närvikiude pidi (*4*) süljenäärmetesse (*5*), ning süljenäärmed hakkavad nõristama sülge. Niisugune on kõige lihtsama süljenõristusrefleksi refleksikaar.

Vaatlused uuriste ehk fistulitega koertel näitasid, et sülg võib erituda neil mitte ainult söömise ajal, vaid ka siis, kui neile toitu ainult näidatakse või antakse nuusutada. Sellised refleksid avastas I. P. Pavlov. Ta nimetas neid ***tingitud refleksideks.*** Tingitud süljenõristusrefleksid on olemas ka inimesel. Kui me näeme isuäratavat toitu, tunneme toidu lõhna või kuuleme kõrvaltoast toidunõude klirinat, hakkab meil rohkesti erituma sülge. Tingitud refleksid ei esine loomadel ja inimestel sündimisest saadik, vaid nad omandatakse eluajal. Selle poolest erinevad tingitud refleksid ***tingimatutest refleksidest,*** mis päranduvad vanematelt järglastele. Tingimatute reflekside hulka kuuluvad näiteks sülje nõristumine toidu suhu sattumisel, aevastamine ja köha.

Suuõõnde nõristunud sülg niisutab hammaste abil peenestatud toitu.

Tärklise lõhustumine suuõõnes. Sülje toimel lõhustub suuõõnes süsivesik tärklis. Tema keerukatest molekulidest moodustuvad lihtsama ehitusega viinamarjasuhkru ehk glükoosi molekulid. Millega seletub sülje niisugune toime?

Sülg sisaldab kahte fermenti, mida toodavad süljenäärmete epiteelirakud. Nendest esimese toimel lõhustub tärklis aineteks, mille molekulide ehitus on lihtsam. Teise fermendi juuresolekul muunduvad need ained glükoosiks. Glükoosi molekulid on veelgi lihtsama ehitusega (vt. lk. 124, joon. 1).

Toidu mehhaanilise peenendamise kõrval algab suuõõnes tärklise lõhustumine.

Seedefermendid. Toidus olevate toitainete lõhustumine toimub seedemahlas sisalduvate fermentide mõjul. Ühed fermendid toimivad süsivesikutele, teised — rasvadele, kolmandad — valku-

dele. Iga konkreetne seedeferment saab toidus leiduvatele ainetele avaldada toimet ainult teatud kindlates tingimustes. Vaatleme, millised tingimused on tarvilikud sülje fermentide toimimiseks.

Madalal temperatuuril, samuti pärast happe lisamist süljele viimase fermendid tärklisele ei toimi. Tärklise lõhustumise protsess kulgeb kõige paremini nõrgalt leeliseses keskkonnas temperatuuril 37—38°. Just niisugused ongi tingimused suuõõnes.

Suitsetajatel inimestel häirub seedimine suuõõnes. Neil nõristub väga palju sülge, kuid selle toime tärklisele on nõrk, kuna mõned tubakasuitsus olevad ained nõrgendavad süljefermentide aktiivsust.

Neelamine. Kui läbimälutud ja süljega niisutatud toidutomp satub keelepärale (keelejuurele), ärritab see seal asetsevaid retseptoreid. Vastuseks sellele ärritamisele tõmbuvad reflektoorselt kokku paljud neelamises osalevad lihased. Kõrikaanekõhr langeb alla ja tõkestab toidule tee kõrisse, suuõõnt tagantpoolt piirav pehme suulagi tõuseb ülespoole ja suleb sissekäigu ninaneelu (lk. 101 joon. 5, *2*), toidutomp aga tõugatakse neelu. Kui suuõõnes pole toitu ega vedelikku, mis ärritavad suu sügavuses paiknevaid retseptoreid, ei saa neelamine teostuda. Neelust satub toidutomp söögitorusse, mille seintes kulgevad lainetusetaolised kokkutõmbumised, mis viivad toidu edasi makku.

■

Fistul ehk uuris. Tingimatud süljenõristusrefleksid. Tingitud suljenõristusrefleksid. Seedefermendid.

?

1. Milliste katsete abil selgitati sülje nõristumise põhjused? 2. Mis põhjustab sülje nõristumist? 3. Missugused ained tekivad suuõõnes tärklise lõhustumisel? 4. Missugused tingimused on kõige soodsamad sülje fermentide toimimiseks? 5. Kuidas toimub neelamine?

!

1. Kas eritub sülge loomal, kui temal on vigastatud keelest ja suu limaskestast lähtuvad närvid? 2. Miks me hakkame tundma (aistima) magusavõitu maitset, kui me kaua aega mälume leiba või kartulit?

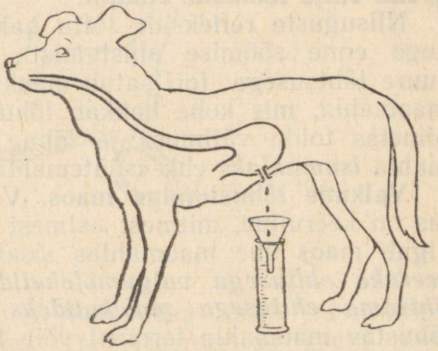
▲

Püüdke teha järjestikku võimalikult palju neelamisliigutusi. Kas te suutsite neid palju sooritada? Miks?

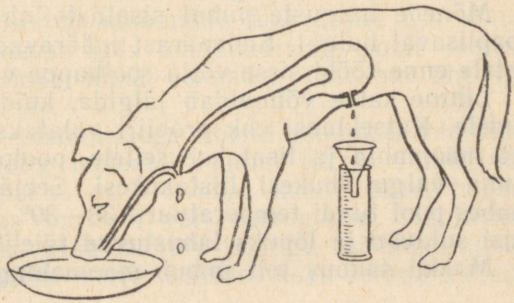
31. Seedimine maos

Maomahla reflektoorne nõristumine. Seedimise uurimiseks maos tegid teadlased uurise ehk fistuli koera maole. Esimesena sooritas niisuguse operatsiooni 1842. aastal vene kirurg V. A. Bassov. Kuidas see operatsioon läbi viiakse? Looma nahasse ja kõhu lihastesse tehakse pilu. Selle kaudu tungitakse koera kõhuõõnde. Olles jõudnud maoni välja, lõigatakse selle seina väike avaus, millesse asetatakse spetsiaalne metallist toru (maouurise toru). See tuuakse välja looma kõhule, suletakse korgiga ja õmmeldakse haav kinni. Niisuguse fistuli kaudu on võimalik igal ajal võtta uurimiseks maosisaldist (joon. 8).

Ent taolised uuringud ei võimaldanud teha kindlaks maomahla nõristumist esilekutsuvaid põhjusi. Nende selgitamiseks töötas I. P. Pavlov välja operatsiooni, mille puhul maouurise tegemisega kaasnes söögitoru läbilõikamine. Katkilõigatud söögitoru mõlema osa — eesmise, suuõõnega seotud, ja tagumise, makku viiva osa otsad õmbles Pavlov kaelale tehtud avause külge ning need avanesid välja (joon. 9).



Joon. 8



Joon. 9

Opereeritud koeral ei läinud toit söömise ajal makku, vaid langes välja. Kuid sellest hoolimata hakkas niisuguse ***näiliku söötmise*** puhul maofistulist nõrguma välja puhast ***maomahla.*** See katse näitas, et ***maomahl, nagu sülgki, eritub reflektoorselt.*** Maomahla nõristumise refleks tekib keelel ja suu limaskestas paiknevate retseptorite toiduga ärritamisel. Nendest retseptoritest juhitakse erutus piklikusse ajusse. Sealt suundub erutus tsentrifugaalseid närve pidi maonäärmetesse, ning kuigi maos toitu pole, algab maomahla rohke nõristumine.

Läbilõigatud söögitoru ja maouurisega koerad elavad füsioloogialaboratooriumides aastaid. Loomadele viiakse toitu ja jooki makku söögitoru maoga ühenduses oleva osa või vahetult uurise kaudu.

Katsed ebasöötmisega näitasid, et maomahla reflektoorne eritumine kestab pärast söömist ligikaudu kaks tundi. Nõristuva maomahla hulk järk-järgult väheneb. Selgus samuti, et katsealustel koertel nõristub maomahla mitte ainult toidu suuõõnde sattumisel, vaid ka siis, kui koerad näevad toitu või aistivad selle lõhna.

Niisiis, kõrvuti sünnipäraste, tingimatute maomahla nõristumise refleksidega on olemas ka tingitud refleksid, mis kujunevad välja loomade eluajal.

Niisuguste reflekside tõttu hakkab maomahl erituma mõnda aega enne söömise alustamist. See on seedimise seisukohalt suure tähtsusega: toit satub makku siis, kui seal on juba olemas maomahla, mis kohe hakkab lõhustama toitaineid. I. P. Pavlov nimetas toidu välimuse ja lõhna peale makku nõristuvat maomahla ***isumahlaks*** ehk «süütemahlaks».

Valkude lõhustumine maos. Valkude lõhustumine seedekulglas on keeruline, mitmest astmest koosnev protsess. See protsess algab maos ühe maomahlas sisalduva fermendi toimel. ***Väga keeruka ehitusega valgumolekulid lõhustuvad maos mõnevõrra lihtsama ehitusega molekulideks*** (vt. värv. tahv. IV). Valke lõhustav maomahla ferment võib toimida ainult teatud kindlates tingimustes — meie keha temperatuuril ja happelises keskkonnas. Niisuguse keskkonna kujundajaks maos on soolhape, mida maomahlas on vähesel hulgal.

Mõnede haiguste puhul sisaldab inimese maomahl soolhapet ebapiisaval hulgal. Sellepärast määravad arstid niisugustele haigetele enne sööki sisse võtta soolhappe väga nõrka lahust.

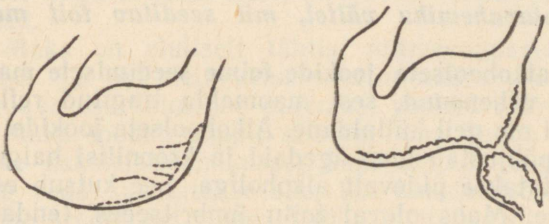
Lihtne katse võimaldab jälgida, kuidas toimib maomahl valkudele. Katseklaasi ehk probiiri valatakse väike kogus naturaalset maomahla ja lisatakse sellele poolpehmeks keedetud kanamuna valgu õhukesi liistakukesi. Seejärel hoitakse katseklaasi umbes pool tundi temperatuuril 38—39°. Valguliistakukesed aegamisi sulavad ja lõpuks lahustuvad täielikult.

Makku saabuv toit imbub maomahlaga läbi järk-järgult. See-

tõttu algab valkude lõhustumine toidumassi pinnalt, toidumassi sisemuses aga, kus esialgu püsib veel nõrgalt leelisene reaktsioon, jätkub 20—30 minuti vältel tärklise lõhustumine süljes sisalduvate fermentide toimel. Alles selle ajavahemiku möödumisel imbub toidumass kogu ulatuses läbi happelise maomahlaga. Siis lõpeb süljefermentide toime. Nüüd toimub kogu maosisaldise ulatuses valkude lõhustumine. See jätkub kogu selle aja kestel, mil toit viibib maos.

Maomahla nõristumise humoraalne regulatsioon. Seeditav toit jääb makku 4—8 tunniks. Nagu te mäletate, vältab maomahla reflektoorne nõristumine ainult umbes kaks tundi. Mis tähtsus on toidu niivõrd pikaajalisel viibimisel maos? Seda aitas selgitada väga keerukas operatsioon koeral, mille imetlusväärse täpsusega sooritas I. P. Pavlov.

Koera mao põhjast lõikas Pavlov välja lapi, jättes selle maost eraldamata ning säilitas täielikult sellesse maoseina ossa siirduvad veresooned ja närvid. Pavlov tegi maole õmbluse sinna, kust eraldati tükk tema põhja. Väljalõigatud lapikesest õmbles Pavlov kotikese, mille õõs polnud maoõõnega ühenduses (joon. **10**). Niisugust kotikest hakati nimetama ***pisimaoks*** ehk «pavlovi

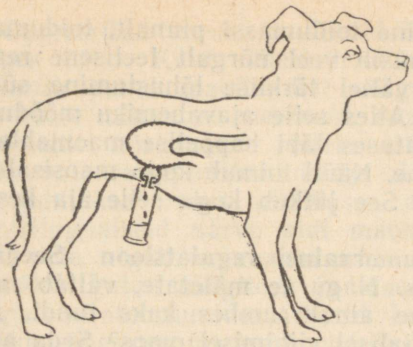


Joon. **10**

maokeseks». Pisimaost läbi koera kõhuseina välja kehapinnale tegi I. P. Pavlov fistuli (joon. **11**). Opereeritud koera poolt söödud toidu seedimine toimub suures maos. Kuid samal ajal eritub pisimaost, kuhu toit ei satu, fistuli kaudu suurel hulgal puhast maomahla.

Pisimaoga koertel nõristub maomahla kogu selle aja vältel, mil toit viibib suures maos. Rida teiste uurijate poolt sooritatud katseid võimaldas seda tõika seletada. Tutvume ühe niisuguse katsega.

Kahel maofistuli ehk maouurisega koeral ühendati veresoonkonnad torukeste abil ning mõlemal loomal tekkis ühine vereringe. Kui ühe koera makku viidi avause kaudu toitu, hakkas mõlemal loomal voolama uurisest välja maomahla. Nähtavasti moodustus esimese looma mao seintes toiduga kokkupuutumise puhul eriline aine, mis sattus verre. Läbides koos verega mõlema



Joon. 11

koera vereringe, jõudis see aine loomade maonäärmetesse ja kutsus esile maomahla nõristumise.

Uurimistega õnnestus teha veel kindlaks, et teatud osa maos valkude lõhustumisel tekkivatest ainetest imendub läbi mao limaskesta verre. Need ained läbivad koos verega samuti mõlema koera vereringed ja satuvad maonäärmetesse, kutsudes esile maomahla eritumise.

Nüüd on mõistetav, miks maonäärmed nõristavad maomahla kogu selle ajavahemiku vältel, mil seeditav toit maos viibib.

Suitsetamise ja alkohoolsete jookide toime seedimisele maos. Suitsetajatel on isu vähenenud, sest maomahla tingitud reflektoorne nõristumine ei ole neil küllaldane. Alkohoolsete jookide sagedane tarvitamine põhjustab mao ägedaid ja kroonilisi haigusi. Mao limaskesta ärritatakse pidevalt alkoholiga. See kutsub esile lima rohke eritumise. Maos olevat toitu ümbritsedes (endasse mähkides) raskendab lima sellele maomahla juurdepääsu. On mõistetav, et nendel inimestel on valkude lõhustamine maos raskendatud. Alkoholi kuritarvitamine soodustab mao haavandtõve, maovähi ja mõnede teiste maohaiguste tekkimist.

Toidumassi siirdumine maost sooltorusse. Maos moodustunud poolvedel toitkört liigub aeglaselt edasi mao ahenenud lukutiõssa. See toimub mao seinte lihaskesta kokkutõmbumiste tõttu. Mao lukutiosast tõugatakse toidumass üksikute portsjonite kaupa kaksteistsõrmikusse.

■

Maomahl. Maomahla reflektoorne nõristumine. Isumahl. Pisimagu ehk «pavlovi maoke». Maomahla humoraalne nõristumine.

?

1. Millise operatsiooni tegi I. P. Pavlov loomadel selleks, et tõestada maomahla nõristumise reflektoorset iseloomu? 2. Mida kujutab endast näilik

söötmine? 3. Missuguse tee läbib erutus maomahla nõristumise tingimatu refleksi kaares? 4. Milliste ainete lõhustumine toimub maos? 5. Missugused tingimused on tarvilikud maomahlas sisalduva valke lõhustava fermendi toimimiseks? 6. Kuidas mõjuvad seedimisele maos suitsetamine ja alkoholsete jookide kuritarvitamine? 7. Kuhu siirdub toidumass maost?

!

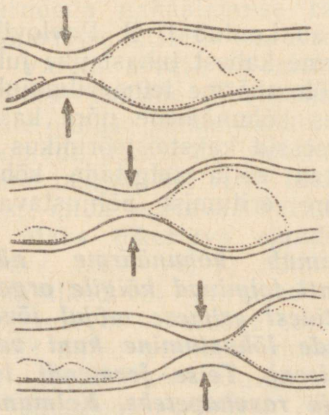
1. Kas saab toimuda maomahla reflektoorset nõristumist, kui loomal on vigastatud makku siirduvad tsentrifugaalsed närvid? 2. Missugune tähtsus on toidu meeldival välimusel ja laua kaunil katmisel toidu hea seedimise seisukohalt maos?

32. Toitainete muundumine sooltorus

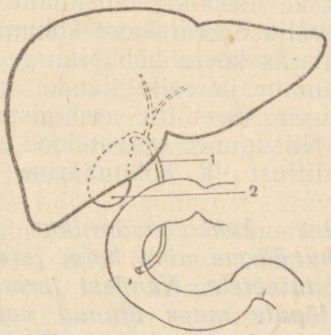
Seedimine kaksteistsõrmikus. Peensooles jätkub maost sooltorru siirdunud toidumassis (toitkördis) sisalduvate toitainete lõhustumine. Soolte seinte lainetusetaolised kokkutõmbumised (joon. 12) tõukavad toitkörti sooltorus vähehaaval edasi. Valkude, rasvade ja süsivesikute lõhustumise väga tähtsad protsessid toimuvad sooltoru esimeses osas — kaksteistsõrmikus, kuhu, nagu te juba teate, suubuvad maksa ja kõhunäärme viimajuhad.

Maks on eluliselt tähtis, mitmesuguseid funktsioone täitev elund. Ta on meie keha suurim nääre. Maks võtab enda alla tunduva osa kõhuõõne paremast poolest (värv. tahv. IV, *6*).

Maks toodab ***sappi,*** mis sapijuha kaudu (joon. **13,** *1*) eritatakse kaksteistsõrmikusse. Sapi ülejääk koguneb ***sapipõide*** (*2*) ning seda kasutatakse siis, kui kaksteistsõrmikus toimub intensiivne seedimine. Sapp ei lõhusta toidus olevaid toitaineid, kuid



Joon. 12



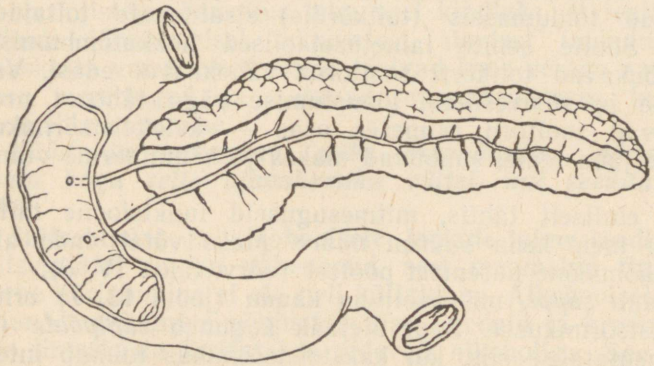
Joon. 13

tema toimimine kergendab rasvade seedimist. Sapi mõjul lagunevad rasvad tohutuks hulgaks üliväikesteks tilgakesteks. Seetõttu lõhustavad kõhunäärme ja peensoole väikeste näärmete poolt nõristatavate seedemahlade fermendid rasvu kergemini.

Maksa mõnede teiste funktsioonidega tutvute te hiljem.

Sagedane alkohoolsete jookide pruukimine põhjustab tihti ohtlikke maksahaigusi. Alkohoolikutel maksakude järk-järgult mandub (degenereerub) ja asendub rasvkoega. Niisugune haigus toob endaga kaasa organismile raskeid tagajärgi ja lõpeb tihti surmaga.

Kõhunääre ehk pankreas (joon. **14**, värv. tahv. IV, *5*) eritab kahe viimajuha kaudu kaksteistsõrmikusse ***kõhunäärme nõret.*** Kõhunäärme talitlus oli teadlastele pikka aega mõistatuseks. Neil ei õnnestunud kuidagi teha kõhunäärme fistulit.



Joon. **14**

Selle raske ülesande lahendamise au kuulub I. P. Pavlovile, kes töötas välja operatsiooni kõhunäärme kahest juhast ühe juha väljajuhtimiseks koera kõhupinnale. Kõhunäärme teine viimajuha jäi vigastamata ja selle kaudu eritus kõhunäärme nõre kaksteistsõrmikusse. Seetõttu seedimisprotsessid kaksteistsõrmikus ei häirunud. Niisugune operatsioon aitas välja selgitada kõhunäärme talitlust ja kõhunäärme nõre eritumist põhjustavaid tegureid.

Seedimine kaksteistsõrmikus toimub kõhunäärme nõre mõjul. Kõhunäärme nõre kolm fermenti toimivad kõigile orgaanilistele toitainetele. Nendest fermentidest esimese mõjul jõuab põhiliselt lõpule maos alanud valkude lõhustumine kuni vees lahustuvate aminohapete moodustumiseni. Teise fermendi toimel lõhustuvad rasvad glütseriiniks ja rasvhapeteks. Kolmanda fermendi juuresolekul lõhustub tärklis, mis ei olnud allutatud

sülje seedivale toimele, glükoosi molekulideks (vt. värv. tahv. IV).

Kõhunäärme nõre fermendid toimivad ainult leeliseses keskkonnas ja meie keha temperatuuril.

Seedimine peensoole ülejäänud osades. Pikkuselt ületab peensool 3—4 korda inimese pikkuse. Peensoole limaskestas esineb tohutul hulgal tillukesi näärmeid. Peensoolest läbi minnes ärritab toidumass näärmeid ja need nõristavad soolemahla. ***Kolme soolemahlas sisalduva fermendi toimel viiakse lõpule seedekulgla eelnevates osades veel seedimata jäänud valkude, rasvade ja süsivesikute lõhustamine.***

Peensoole sisaldises esinevad seega vees lahustuvad aminohapped, glütseriin, rasvhapped ja glükoos ehk viinamarjasuhkur.

Toitainete lõhustumise saaduste imendumine verre. Kaksteistsõrmikule järgnevates peensoole osades toimub valkude, rasvade ja süsivesikute lõhustumise produktide verre imendumine. Kuidas see protsess kulgeb?

Peensoole kogu sisepind paistab palja silmaga vaatlemisel sametjana (värv. tahv. V, *1*). Mikroskoobis on näha, et peensoole limaskestas esineb väga palju ülipeeni näsakesi — ***hatte*** (*2*). Nende tohutu hulk (2500 hattu 1 cm^2 kohta) suurendab tunduvalt peensoole limaskesta imendamispinda. Hattude seinad koosnevad ainukihilisest epiteelist (*2*). Igasse hattu siseneb väike veresoon (*3*), mis hatus moodustab verekapillaaride võrgustiku. Hattudest algavad ka väikesed lümfisooned (*4*).

Vees lahustunud aminohapped (5) ja glükoos (6) imenduvad hattude verekapillaarides voolavasse verre. Glütseriin ja rasvhapped tungivad hattude epiteelirakkudesse. Siin toimubki inimese organismile iseloomulike rasvade moodustumine. ***Üliväikeste tilgakeste kujul sisenevad rasvad lümfisoontesse (7) ja satuvad hiljem koos lümfiga verre.*** Rasvade ülejääk ladestub varudena nahaalusesse rasvkoesse, rasvikutesse ja organismi mõnedesse teistesse osadesse.

Varem arvati, et imendumine seletub vees lahustunud lõhustumisproduktide filtreerumisega läbi hatu seinte. Katsed on selle oletuse kummutanud. Teadlased surmasid teatud mürkidega loomade peensoole limaskesta rakud, mille tulemusena imendumine lakkas. Sel viisil tõestati, et imendumine on keerukas protsess, mida teostavad hattude rakud.

Maks tõkestava elundina. Kogu sooltorust äravoolav veri (värv. tahv. VI, *1*) läheb läbi maksa (*2*). Mõned organismile kahjulikud või mürgised ained, mis võivad sattuda väikestes kogustes koos toiduga sooltorusse, imenduvad läbi hattude verre. Need ained peetakse kinni maksas. Siin tehakse nad kahjutuks ja juhitakse koos sapiga sooltoru kaudu välja.

Jämesoole talitlus. ***Jämesooles toimub roojamassi kujunemine.*** Peensoolest tulnud seedimata jäänud toidu jäägid läbivad

jämesoole umbes 12 tunniga. Selle aja jooksul imendub jämesoole poolvedelast sisaldisest verre suurem osa seal olevast veest (vt. värv. tahv. IV). Jämesooles moodustunud roojamass liigub pärasoolde, kust see heidetakse kehast välja.

■

Sapp. Kõhunäärme nõre. Soolemahl. Peensoole hatud. Maks tõkestava elundina.

?

1. Missugused toitainete lõhustumise lõpp-produktid moodustuvad peensooles? 2. Kuhu imenduvad valkude ja süsivesikute lõhustumise lõpp-produktid? 3. Kus toimub inimese organismile iseloomulike rasvade moodustumine? 4. Kuhu siirduvad tekkinud rasvad? 5. Missugused protsessid toimuvad jämesooles?

!

1. Mõnede raskete maohaiguste puhul tuleb eemaldada suurem osa maost. Missuguste ainete seedimine on opereeritutel raskendatud? 2. Miks opereeritute seedeelundkonnas siiski toimub nende ainete lõhustumine?

▲

Jälgige värvilisel tahvlil V, millise tee läbivad rasvad alates sooltorust kuni veresoonkonda jõudmiseni.

33. Toitumise tervishoid ja seedeelundite haiguste vältimine

Toidu kulinaarse töötlemise tähtsus. Selleks et seedimisprotsessid meie organismis kulgeksid normaalselt, on vaja terve rida tingimusi.

On väga tähtis, et toit alluks kergesti seedemahlade toimele. Just selles seisnebki toidu ettevalmistamise tähtsus. ***Keedetud või praetud liha, hautatud köögiviljad, puder, küpsetatud leib lõhustuvad seedefermentide toimel palju kergemini kui toored toiduained.*** Näiteks sülje fermendid lõhustavad ainult keedetud tärklist, toores tärklis seedub ainult osaliselt kõhunäärme nõre ja soolemahla mõjul.

Kuid meie toiduratsiooni peab tingimata kuuluma küllaldasel hulgal tooreid köögi- ja puuvilju. Nende söömisel intensiivistuvad soolte lainetusetaolised liigutused, mis tõukavad toitkörti seedekulglat pidi edasi. Veelgi tähtsam on aga see, et tooretes köögi- ja puuviljades esineb palju vitamiine — aineid, mis on vajalikud organismi normaalseks elutegevuseks.

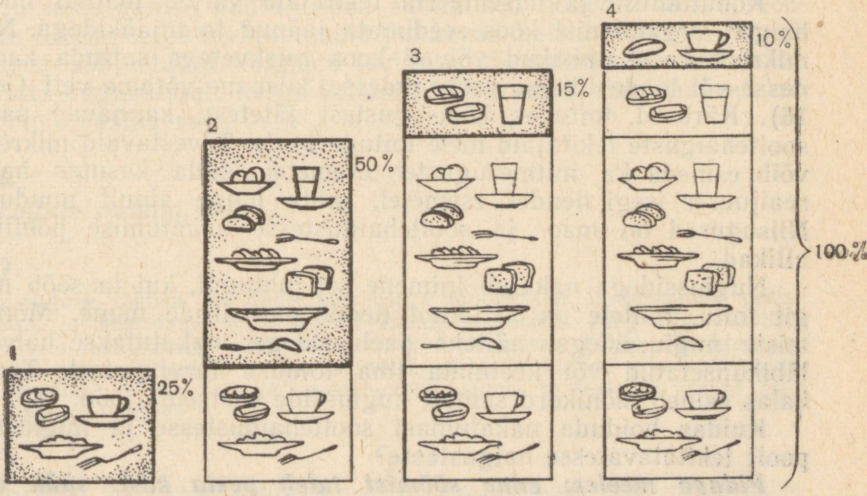
Toitumisrežiim. ***Mõõdukas söömine on samuti normaalse seedimise tähtsaks tingimuseks.*** Kui seedekulgla mingisse ossa, näiteks makku või kaksteistsõrmikusse satub korraga liiga palju toitu, pole nõristuvad seedemahlad suutelised lõhustama kõiki toidus sisalduvaid toitaineid. Sellepärast tuleb süüa mitu korda päevas ja korraga mitte liiga palju.

Samuti on vaja süüa iga päev samal kellaajal. I. P. Pavlov märkas, et kui uurisega koeri sööta iga päev kindlal ajal, siis toitmise kellaajal, juba enne toidu etteandmist, ilmnevad loomadel seedemahlade nõristumise tingitud refleksid. Korrapärane söömine päevast päeva ühel ja samal kellaajal on suure tähtsusega ka meile, sest ka meil kujunevad välja seedemahlade nõristumise tingitud refleksid söömise aja peale. Korrapäraselt toituvatel inimestel hakkavad seedemahlad nõristuma juba enne söömist. Sellepärast seedib toit neil paremini kui inimestel, kellel puudub kindel toitumisrežiim ja kes söövad mitmesugustel juhuslikel kellaaegadel.

Kõige parem on süüa neli korda päevas. Hommikueine peab sisaldama ligikaudu 25% ööpäevasest toidunormist (joon. **15**, *1*), lõunasöök — umbes 50% (*2*), õhtuoode — 15% (*3*) ja õhtusöök — 10% ööpäevasest toidunormist (*4*). Niisugusest toitumisrežiimist kinnipidamine soodustab toidu head seedimist ja tagab organismi normaalse varustamise toitainetega.

Isu. Kui me sööme mõnutundega, siis nõristub meil rohkesti seedemahlu ja söödud toit lõhustub hästi. I. P. Pavlov tegi kindlaks, et ***seedemahlade külluslik eritumine söömise ajal ongi isu põhjustajaks.***

Toidu mitmekesisus, mitmesugused suupisted ja maitseained, näiteks salatid, soolased lisandid, toidule vähesel määral pipra ja sinepi lisamine — see kõik soodustab isu tekkimist. Kuid vanasõna «Süües kasvab isu» on õige ainult osaliselt. Isu on



Joon. 15

kasulik esile kutsuda juba enne söömise alustamist. Roogade kaunis kujundus ja toidu meeldiv lauale andmine soodustavad, nagu rõhutas I. P. Pavlov, seedemahlade tingitud reflektoorset nõristumist juba enne söömise algust. See valmistab organismi ette toidu vastuvõtmiseks — äratab isu.

Seedeelundite haigused; nugiusside poolt tekitatavad haigused ja nende profülaktika. Väga tähtis on valmistada toitu värsketest toiduainetest. Mittevärske (riknenud) toidu tarvitamine võib põhjustada toidumürgistusi. Sellepärast ei või kiiresti riknevat toitu ja toiduaineid kaua säilitada. Mõne päeva vältel võib neid hoida külmutuskapis või külmas keldris jääl.

Koos toiduga võivad tungida seedetrakti ka tõvestavad mikroorganismid. Suuõõnes väga paljud neist hukkuvad süljes esinevate ainete mõjul. Mõned mikroobid tehakse kahjutuks veel maomahlas oleva soolhappe poolt, samuti sapis sisalduvate ainete poolt. Kuid on olemas mikroorganisme, millele need ained toimet ei avalda. Olles sattunud sooltorusse, võivad need mikroobid seal paljuneda ja põhjustada nakkushaigusi, näiteks kõhutüüfust või düsenteeriat. Nende haiguste tekitajate poolt eritatavad mürgid põhjustavad organismi raskeid mürgitusi. Haigetel tekivad seedehäired. Kõhutüüfuse ja düsenteeria tekitajate poolt kahjustatud peensoole seinte kattumine haavanditega võib põhjustada soolte mulgustumist. Rebenenud soole sisaldis valgub kõhuõõnde. Sel juhtumil võib inimene surra.

Düsenteeria ja kõhutüüfus on väga nakkavad. Niisuguste haiguste puhul paigutatakse inimesed viivitamatult haiglasse, korterid aga, kus nad elavad, desinfitseeritakse.

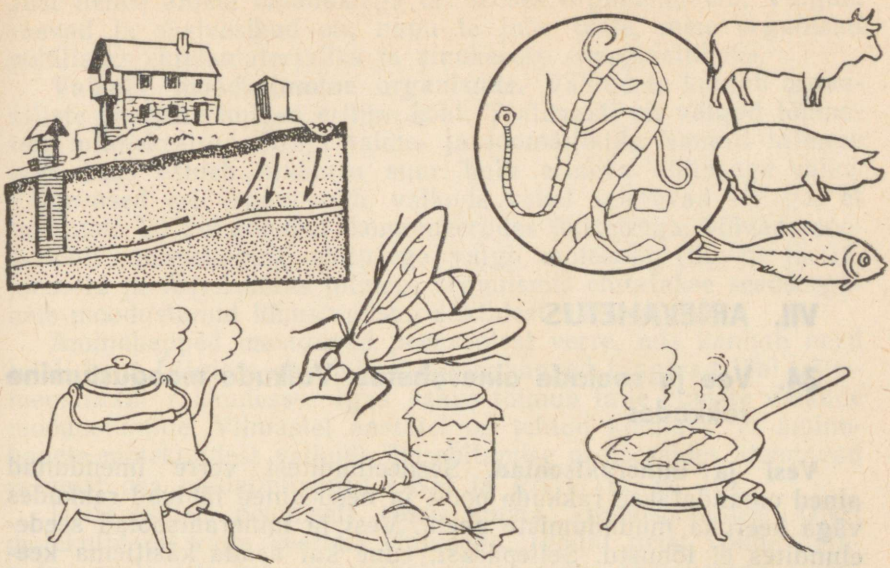
Kuidas toimub sooltehaigustesse nakatumine?

Kõhutüüfuse ja düsenteeria tekitajaid väljub tohutul hulgal haigete organismist koos seedimata jäänud toidujääkidega. Need mikroobid ehk pisikud võivad koos roiskvetega sattuda kaevudesse või looduslikesse veekogudesse, kust me võtame vett (joon. **16**). Kärbsed, toitudes kõiksugustest jätetest, kannavad sageli sooltehaiguste tekitajaid meie toitude peale. Tõvestavaid mikroobe võib esineda ka mitmesugustel esemetel, mida kasutas haige, sealjuures isegi nendel esemetel, mida haige ainult puudutas. Niisugused on mao- ja sooltehaigustesse nakatumise põhilised allikad.

Nugiussidega nakatub inimene sel juhtumil, kui ta sööb mingit toitu, millele on sattunud nende parasiitide mune. Mõnede teiste nugiussidega, näiteks paelussidega, nakatutakse halvasti läbiküpsetatud või keetmata liha toiduks tarvitamisel. Toores kalas esineb mõnikord samuti nugiusside vastseid (joon. **16**).

Kuidas hoiduda nakatumast sooltehaigustesse ja nugiusside poolt tekitatavatesse haigustesse?

Pidage meeles: enne söömist tuleb pesta käsi; süüa võib ainult puhtaks pestud köögi- ja puuvilju; toitu tuleb hoida



Joon. 16

kinnikaetult, et sellele ei satuks tolmu ega kärbseid; hävitada kärbseid kõigi vahenditega; ei tohi juua keetmata vett; toiduks võib kasutada ainult hästi läbikeedetud või -küpsetatud liha ja kala.

Meie maal rakendatakse laialdaselt kaitsesüstimisi düsenteeria ja kõhutüüfuse vastu. Need süstimised hoiavad ära epideemiate tekkimise ja levimise, mis puhkevad harilikult suvel. Nugiussidest põhjustatud haiguste levimise vältimiseks korraldatakse koolides regulaarselt kõigi õpilaste läbivaatusi ning määratakse haigetele vastav ravi.

■

Toitumisrežiim. Isu.

?

1. Missugune tähtsus on toidu kuumusega töötlemisel? 2. Mispärast peame keedetud ja küpsetatud toidu kõrval kasutama tooreid köögi- ja puuvilju? 3. Miks ei tohi korraga süüa palju toitu? 4. Mispärast tuleb süüa iga päev ühel ja samal kellaajal? 5. Kuidas tuleb säilitada kiiresti riknevaid toiduaineid? Miks? 6. Missuguseid seedeelundite haigusi te teate ja kuidas saab neid haigusi vältida?

!

1. Mispärast tuleb kerge õhtusöök süüa vähemalt 2 tundi enne magamaminekut? 2. Miks hommikul mittesöömine on kahjulik?

VII. AINEVAHETUS

34. Vee ja soolade ainevahetus. Valkude moodustumine rakkudes

Vesi ja mineraalsoolad. Seedeelunditest verre imendunud ained omandatakse rakkude poolt ja need ained läbivad rakkudes väga keeruka muundumiste ahela. Vesi ja mineraalsoolad seedeelundites ei lõhustu. Sellepärast, enne kui asuda käsitlema keerukat küsimust valkude, rasvade ja süsivesikute muutumisest organismis, vaatleme lühidalt, missugust osa organismis etendavad anorgaanilised ühendid.

Vesi moodustab meie keha kaalust ligikaudu $^3/_4$. Väga palju vett on veres, lümfis, seedemahlades. Rakkude tsütoplasma ja tuum on poolvedela konsistentsiga. Nendes on vett tunduvalt rohkem kui teisi aineid. Organismi elutegevusele aluseks olevad rakuainete arvukad ülikeerukad muutumised saavad toimuda ainult vesilahustes.

Kuid organism kaotab pidevalt vett. Seda väljub meie kehast uriini ja higiga, samuti veeaurude kujul koos väljahingatava õhuga. Sellepärast peavad organismi veevarud pidevalt täienema. Ilma veeta suudab inimene elada ainult mõned ööpäevad.

Mineraalsoolad on organismile samuti hädavajalikud. Tänu mineraalsooladele säilib konstantsena organismi sisekeskkonna koostis. Mõned veres lahustunud soolad osalevad süsihappegaasi kudedest kopsudesse transportimisel. Kaltsiumisoolade olemasolu on vere hüübimise tingimata tarvilikuks eelduseks. Mineraalsoolad moodustavad tunduva osa luukoe rakkudevahelisest ollusest. Väga keerukad keemilised protsessid, mis kulgevad kõigis kudedes ja igas elusas rakus, teostuvad mineraalsoolade osavõtul. Peaaegu kõiki meie organismile tarvilikke mineraalsooli sisaldub küllaldasel hulgal tavalises toidus. Ebapiisavalt esineb selles ainult naatriumkloriidi. Sellepärast tulebki meil toidule lisada keedusoola.

Orgaaniliste ühendite tähtsus. Orgaanilised ühendid on peamisteks, organismi kõigi kudede rakke moodustavateks aineteks.

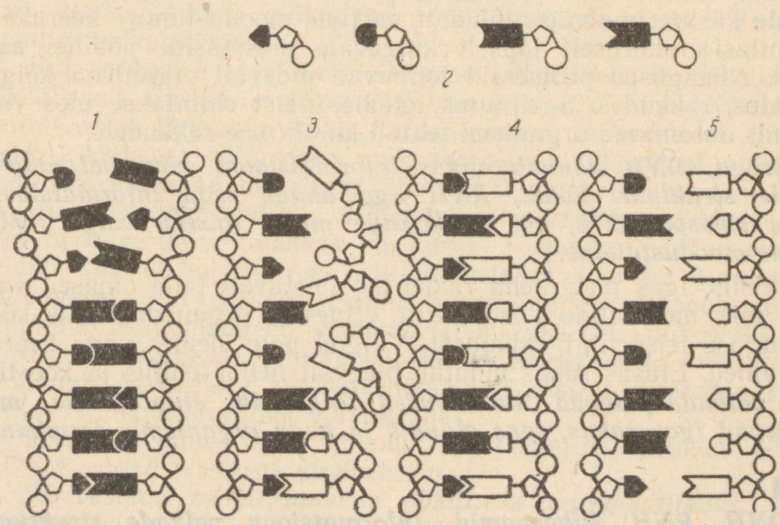
Just nende ainete omadustega on seoses organismi elu. Valgud, rasvad ja süsivesikud on, nagu te juba teate, meie organismi põhiliseks ehitusmaterjaliks ja ainukeseks energiaallikaks.

Valkude moodustumine organismis. Valkudele kuulub orgaaniliste ühendite hulgas eriline koht. Teatavasti on valgud lõpmatult mitmekesised. Kõigi taime- ja loomaliikide, samuti inimese igas koes esineb määratu suur hulk erineva ehitusega valke. Erinevused eri organismide valkude vahel seletuvad sellega, et ligikaudu 20 aminohapet, kombineerudes üksteisega, võivad moodustada mitmesuguse ehitusega valgu molekule (lk. 16 ja 17, joon. 12 ja 13). Kuidas inimese organismis ehitatakse seedeorganeis moodustunud lõhustumisproduktidest üles valgud?

Aminohapped imenduvad peensoolest verre, mis kannab need laiali keha kõigisse elundeisse. Aminohapped tungivad läbi välismembraani rakkudesse. Igas rakus toimub talle omaste valkude moodustumine. Viimastel aastatel on tehtud kindlaks, et aminohapete molekulidest valkude ülesehitamise protsessides etendavad peamist osa nukleiinhapped DNH ja RNH (vt. lk. 18).

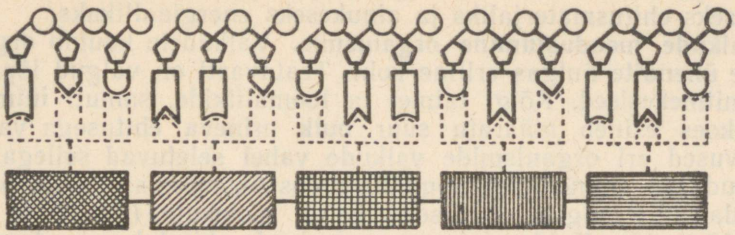
DNH esineb peamiselt raku tuuma kromosoomides. DNH molekulid on väga keeruka ehitusega. Igaüht neist võime kujutada endale ette kahe omavahel seoses oleva ahelakesena (joon. 1, *1*). Iga ahelake koosneb paljudest tuhandetest lülidest, mis on nelja erinevat liiki (*2*).

Teatud kindlate tingimuste puhul DNH mõlemad ahelad eralduvad teineteisest (*1*).



Joon. 1

RHN molekuli osa



valgu molekuli osa

Joon. *2*

Siis moodustub DNH üksiku ahela juures temale struktuurilt vastav RNH molekul, mis koosneb samuti nelja erinevat liiki lülidest (*3, 4, 5*). RNH molekulid tungivad läbi tuumamembraani tsütoplasmasse — ribosoomide juurde (vt. lk. 13), kus toimubki valkude moodustumise protsess. Tsütoplasmasse tunginud aminohapete molekulid asetuvad (reastuvad) piki RNH ahelakujulisi molekule rangelt kindlaksmääratud järjestuses, mis oleneb lülide asetusest RNH ahelas. Rakus toodetavate fermentide toimel tekib aminohapete vahel keemiline side ja nendest moodustuvad valgu molekulid (joon. 2).

Me käsitlesime väga lühidalt valkude moodustumise keerukate ja ühtlasi erakordselt täpselt kulgevate protsesside põhilisi astmeid. Niisugused protsessid toimuvad pidevalt organismi kõigis elusates rakkudes. Sealjuures igaühes neist ehitatakse üles valke, mis on omased organismi teatud kindla koe rakkudele.

Seega, DNH kannab endas informatsiooni raku valgumolekulide struktuuri kohta, RNH aga annab seda informatsiooni edasi ribosoomidele, kus fermentide mõjul toimub valgu molekulide moodustamine.

Niisiis, igas meie keha rakus moodustuvad talle omased valgud, mis molekulide struktuurilt erinevad organismide ükskõik missuguse teise liigi valkudest. Valgud pole üksnes väga keerukad ained. Elusas rakus muutub pidevalt nende ehitus ja koostis. ***Just valkude pidevad muutumised tingivadki eluprotsesse, mis kulgevad igas rakus, igas elundis ja kogu organismis tervikuna.***

■

DNH. RNH. Ribosoomid. Informatsioon valkude struktuuri kohta. Valkude struktuuri määrava informatsiooni edasiandmine. Valgu molekulide moodustumine.

?

1. Missugust tähtsust organismile omavad vesi ja mineraalsoolad? 2. Kus ja kuidas moodustuvad rakus valgud?

!

Milline organism vajab rohkemal määral valgurikast toitu, kas kasvav või täiskasvanud organism? Selgitage, miks.

35. Rasvad ja süsivesikud. Orgaaniliste ainete lagunemine ja hapendumine

Rasvade moodustumine ja nende talletamine (deponeerimine) varuainetena. Rasvade koostis on erinevatel organismidel erinev. Inimese organismile omased rasvad moodustuvad, nagu teile teada, sooltoru hattude epiteelirakkudes glütseriinist ja rasvhapetest. Sealt satuvad rasvad lümfi, seejärel üle kogu keha laiali.

Osa rasvadest hakkab kohe osa võtma rakus toimuvatest keerukatest protsessidest. Teine, suurem osa rasvadest aga ladestub nahaalusesse rasvarikkasse sidekoesse, kõhuõõne elundeid katvatesse rasvikutesse ja mõnedesse teistesse elunditesse, moodustades orgaaniliste ühendite varusid. Nii toimub rasvade omastamine. Rasvade varusid kasutatakse organismis mitteküllaldase toitumise puhul.

Süsivesikute muutumised organismis. Süsivesikud lõhustuvad seedeelundites glükoosini, mis imendub verre. Verevool kannab glükoosi maksa.

Kui seedimise ajal võtta vereproov väravateenist (värv. tahv. VI, *3*), mis siirdub sooltorust (*1*) maksa (*2*), siis glükoosi on selles veres ligikaudu kolm korda rohkem normaalsest (umbes 0,3%). Maksast väljuvatest maksaveenidest (*4*) samal ajal võetud vere uurimine näitab, et siin on viinamarjasuhkru sisaldus tavaline — umbes 0,12%. Tähendab, osa imendunud süsivesikutest deponeeritakse maksas varudena. Tõepoolest, selles elundis leidub suurel hulgal vees mittelahustuvat loomset tärklist — ***glükogeeni.*** Kui glükoosisisaldus veres langeb allapoole normi, muundub osa glükogeeni viinamarjasuhkruks ehk glükoosiks, mis siirdub vereringesse. Viinamarjasuhkru liigse hulga puhul veres muundub osa sellest glükogeeniks. Sel viisil säilitatakse konstantset glükoosisisaldust vereplasmas.

Seega etendab maks muude funktsioonide täitmise kõrval tähtsat osa süsivesikute ainevahetuses.

Süsivesikud on organismis põhiliseks energiaallikaks. Süsivesikud kuuluvad ka rakkude tsütoplasma ja tuuma koostisse. Näiteks on süsivesikute molekulid nukleiinhapete keerukate ahelate ühtedeks koostisosadeks.

Ühtede orgaaniliste ühendite muundumine organismis teisteks ühenditeks. Ühtede orgaaniliste ühendite puudus (vaegus) meie toidus korvatakse mõningal määral teiste ühendite ülejäägi arvel. Näiteks võivad valgud muunduda rasvadeks ja süsivesikuteks. Osa organismis esinevatest süsivesikutest võivad muunduda rasvadeks. Organismis toimub ka rasvade muundumine süsivesikuteks. Need protsessid toimuvad maksas. Kuid toidu valguvaegus pole korvatav, sest valke saab ehitada üles ainult aminohapetest. ***Valgunälg on organismile eriti ohtlik.***

Orgaaniliste ühendite lagunemine ja hapendumine rakus. Kõigi rakkude elutegevus on seotud energia muundumise ja kulutamisega. Lihasekiud näiteks kulutavad energiat kokkutõmbumisteks, maonäärmete rakud — maomahla moodustamiseks, närvirakud ehk neuronid — erutuste edasijuhtimiseks jne. Mis on siis energiaallikaks rakkudes?

Rakkude poolt omastatud orgaanilised ühendid, eelkõige süsivesikud, alluvad neis keemilisele lagunemisele ja hapendumisele. Sealjuures toimub energia ülekandumine orgaanilistest ühenditest (mis lagunedes ja hapendudes annavad energiat ära) raku nendesse osadesse, mis seda kulutavad.

Rakuainete hapendumise protsessid, mis on seotud energia muundumisega, toimuvad ***mitokondrites*** (lk. 12 joon. 9). Seetõttu nimetatakse mitokondreid mõnikord piltlikult «raku energiajaamadeks».

Iga mitokonder on tihedalt kaetud mitmesuguste fermentide molekulidega, mis paiknevad rangelt kindlaksmääratud järjestuses. ***Siirdudes ühelt fermendilt teisele, teevad orgaanilised ühendid läbi järjestikuse rea keemilisi muundumisi. Sealjuures annavad nad ära energiat.***

Orgaaniliste ühendite lagunemise ja hapendumise tulemusena tekivad ained, mille molekulide ehitus on lihtsam. Näiteks rasvade ja süsivesikute lagunemise ja hapendumise lõpp-produktideks on vesi ja süsihappegaas, mis eemaldatakse organismist kopsude kaudu. Valkude lagunemise ja hapendumise resultaadina tekivad peale süsihappegaasi ja vee veel ammoniaak ja mõned teised ained.

Ammoniaak on väga mürgine. Ta kantakse verega maksa ja muundatakse seal vähem mürgiseks aineks — kusiaineks ehk karbamiidiks, mis eemaldatakse organismist peamiselt neerude kaudu. Väike kogus kusiainet eritatakse naha kaudu higiga.

■

Värativeen. Maksaveenid. Valgunälg. Mitokondrid. Kusiaine ehk karbamiid.

?

1. Kus ja missugustest ainetest moodustuvad inimesele omased rasvad? 2. Kuidas säilitatakse konstantset glükoosisisaldust veres? 3. Missugune täht-

sus on orgaaniliste ühendite lagunemisel ja hapendumisel rakkudes? 4. Missugustes rakuelundites ehk organellides kulgevad energia vabanemisega seotud protsessid? 5. Missugused lõpp-produktid tekivad rasvade ja süsivesikute lagunemisel ja hapendumisel? 6. Missugused lõpp-produktid tekivad valkude lagunemisel ja hapendumisel?

!

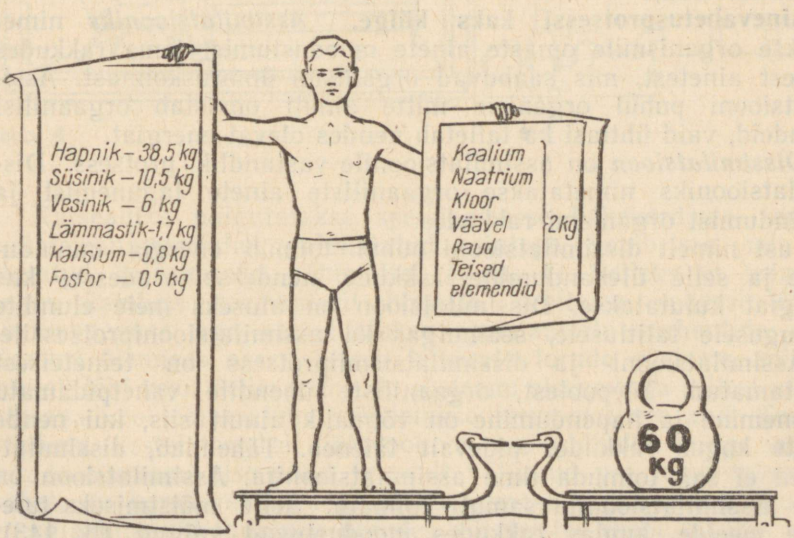
Miks sigadel, keda külluslikult söödetakse süsivesikuterikka toiduga, tekib paks nahaalune rasvakiht?

▲

1. Vaadake tabelist 2 (lk. 123) järele, missugune lihasaadus sisaldab süsivesikuid. Millega see seletub? 2. Tuletage meelde maksa kõik tundmaõpitud funktsioonid.

36. Assimilatsioon ja dissimilatsioon — ühtse ainevahetusprotsessi kaks külge

Seos elusa ja eluta looduse vahel. Elusorganismidele iseloomulike ühendite — valkude, rasvade, süsivesikute ja nukleiinhapete molekulid on, nagu te teate, väga keeruka ehitusega. Kuid kõik neid moodustavad elemendid kuuluvad eluta looduse mitmesuguste ainete koostisse (joon. 3). See on ka mõistetav, sest orgaanilised ühendid ehitatakse rohelistes taimedes üles ju anorgaanilistest ühenditest päikeseenergia toimel. Loomad ja inimene kasutavad taimede poolt moodustatud orgaanilisi ühendeid.



Joon. 3

Orgaaniliste ühendite kogu lõpmatu mitmekesisus, millest koosnevad kõigi organismide kehad, ehitatakse üles eluta looduse anorgaanilistest ainetest. Orgaaniliste ühendite lagunemise ja hapendumise lõpp-produktid — vesi, süsihappegaas, ammoniaak — on anorgaanilised ained. Teaduse need andmed annavad tunnistust elusa ja eluta looduse ühtsusest.

Organism saab kogu elu vältel aineid ümbruskonnast ja annab sinna ära oma elutegevuse jääkproduktid.

Ainevahetus organismi ja miljöö ehk ümbruskonna vahel. Ainete muutumistest organismis on tingitud kõik meie kehas toimuvad eluprotsessid. Valgud, rasvad ja süsivesikud saabuvad organismi koos toiduga ja nad lõhustuvad seedeelundites. Lõhustumissaadused kantakse verega rakkudesse ja omastatakse viimaste poolt. Õhust kopsude kaudu verre tungiv hapnik võtab osa rakkudes toimuvatest hapendumisprotsessidest. Need protsessid on seotud energia muundumisega.

Hapendumisprotsesside tulemusena tekkivad ained — süsihappegaas, vesi, kusiaine ja mõned teised — eemaldatakse organismist kopsude, neerude ja naha kaudu. Energia läheb pärast meie kehas toimuva muundumiste ahela läbimist üle soojusenergiaks. Soojuse ülejäägi annab meie organism ära ümbritsevasse keskkonda.

Seega, organismi ja ümbruskonna ehk miljöö vahel toimub pidev aine- ja energiavahetus. Ainevahetuse lakkamisel lakkab ka elu. Selles organismis toimuvas ainete ja energia ülikeerukate muundumiste ahelas eristatakse kahte külge: ***assimilatsiooni*** ja ***dissimilatsiooni.***

Ainevahetusprotsessi kaks külge. ***Assimilatsiooniks*** nimetatakse organismile omaste ainete moodustumist tema rakkudes teistest ainetest, mis saabuvad organismi ümbruskonnast. Assimilatsiooni puhul organism mitte ainult omastab orgaanilisi ühendeid, vaid ühtlasi ka talletab nendes olevat energiat.

Dissimilatsioon on assimilatsioonile vastandlik protsess. Dissimilatsiooniks nimetatakse orgaaniliste ainete lagunemist ja hapendumist organismi rakkudes.

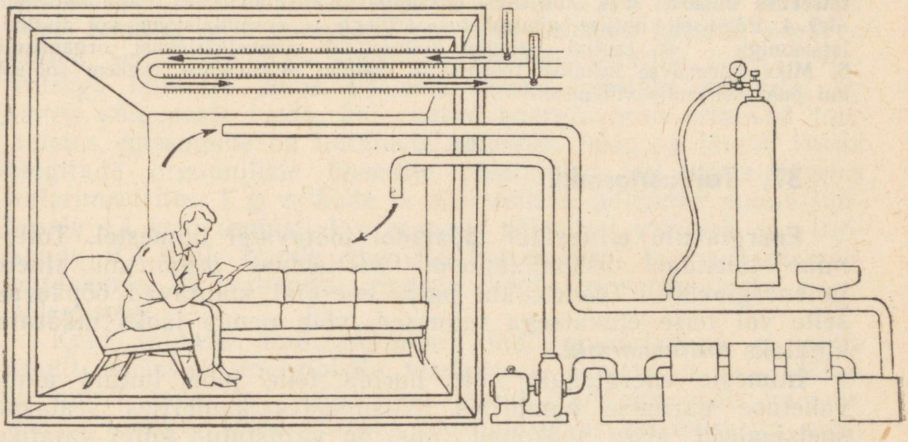
Just nimelt dissimilatsiooni puhul toimub energia muundumine ja selle ülekandumine rakkude nendesse osadesse, kus energiat kulutatakse. Dissimilatsioon on aluseks meie elundite igasugusele talitlusele, sealhulgas ka assimilatsiooniprotsessile.

Assimilatsiooni- ja dissimilatsiooniprotsess on teineteisest lahutamatud. Tõepoolest, orgaaniliste ühendite vahetpidamatu lagunemine ja hapendumine on võimalik ainult siis, kui nende ainete kogus rakkudes pidevalt täieneb. Tähendab, dissimilatsiooni ei saa toimuda ilma assimilatsioonita. Assimilatsioon on ilma dissimilatsioonita samuti võimatu. Selle mõistmiseks tuletame meelde, kuidas rakkudes moodustuvad valgud (lk. 143). Piki RNH ahelakesi reastuvate aminohapete molekulide vahel

tekivad keemilised sidemed. Nende sidemete moodustamise peale kulutatakse ära tunduv osa energiast, mis rakus dissimilatsiooni puhul vabaneb.

Assimilatsioon ja dissimilatsioon on seega elava organismi ühtse aine- ja energiavahetusprotsessi kaks teineteisele vastandlikku, kuid omavahel lahutamatus seoses olevat külge.

Organismi poolt kulutatava energia hulga määramine. Organismi tegevuse, näiteks kehalise töö puhul toimub temas rida keerukaid energia muundumisi. Kõige lõpuks läheb energia üle soojusenergiaks. Kuid meie keha ei kuumene siiski üle. Ta annab soojuse ülejäägi pidevalt ära ümbritsevasse keskkonda kogu nahapinna kaudu. Organismi mainitud omadust kasutatakse selleks, et teada saada, kui palju energiat kulutab inimene ööpäeva kestel.



Joon. 4

Katsealune paigutatakse spetsiaalsesse kahekordsete, termoisolatsioonmaterjalist valmistatud seintega kambrisse, mis on ehitatud kalorimeetri põhimõttel (joon. 4). Selleks et inimene saaks kambris normaalselt hingata, juhitakse sellesse õhku, süsihappegaas aga eemaldatakse spetsiaalsete sorbentide abil. Kambri ülemises osas asetseb kõverate torude süsteem, millest voolab läbi vesi. Sellesse torude süsteemi siseneva ja sellest väljavoolava vee temperatuur mõõdetakse termomeetrite abil. Teades ööpäeva kestel torudest läbivoolava vee üldhulka ning samuti torude süsteemi sisenenud ja sealt väljunud vee temperatuuride vahet, on kerge määrata kindlaks inimese organismi ööpäevast energiakulu, väljendatuna ühtedes või teistes mõõtühikutes, näiteks kilokalorites (kcal).

■

Aine- ja energiavahetus. Assimilatsioon. Dissimilatsioon.

?

1. Miks peetakse assimilatsiooni ja dissimilatsiooni ühtse protsessi kaheks küljeks? 2. Kuidas määratakse kindlaks organismi ööpäevane energiakulu?

!

1. Kaalukausile asetatakse valge hiir, kaetakse ta metallvõrguga ja tasakaalustatakse kaalud. Loom jookseb mööda kaalukaussi ringi, ronib mööda võrku üles ja kulutab sellele tööle palju energiat. Juba 20—30 minuti möödudes pärast katse algust võib panna tähele, et tasakaal on rikutud: hiirega kaalukauss on tõusnud kõrgemale, muutunud kergemaks. Püüdke leida selle katse tulemustele seletus. Mõelge järele, kuidas on vaja katset muuta, et näidata, et see ei ole vastuolus massi (aine) jäävuse seadusega. 2. Kumb ainevahetuse külgedest — assimilatsioon või dissimilatsioon — on ülekaalus (domineerib) kasvaval organismil ning mis seda tõendab? 3. Kuidas muutub täisealise inimese kaal, kui temal assimilatsioon domineerib dissimilatsiooni üle? 4. Põhiliselt millise ainevahetuse küljega — assimilatsiooni või dissimilatsiooniga — on seotud hapniku juurdetulek atmosfääriõhust organismi? 5. Miks intensiivse kehalise töö korral eraldub organismist rohkem soojust kui puhkeseisundis viibimisel?

37. Toitlusnormid

Energiakulu erinevatel tööaladel töötavatel inimestel. Toitumine täiendab dissimilatsioonil asetleidvat organismi ainete ja energiakulu. Teades, kui palju energiat kulutavad ööpäevas selle või teise elukutsega inimesed, võib nende jaoks määrata kindlaks ***toitlusnormid.***

Inimeste energiakulu võib uurida teile juba tuntud ainevahetuse uurimise kambrites. Niisugustes kambrites seatakse spetsiaalselt sisse töökohad, mis on varustatud kõigi vajalike töövahenditega. On töötatud välja ka teisi meetodeid inimese energiakulu kindlaksmääramiseks. Uurimised on näidanud, et energiakulu on seda suurem, mida rohkem on inimese tegevus seotud füüsilise tööga. Selles võite veenduda, kui silmitsete tabelit 3.

Kuid ainuüksi inimese ööpäevast energiakulu näitavate arvude alusel ei saa otsustada tema töö raskuse üle. Iga kooliõpilane teab, et pärast kahetunnilist kontrolltööd matemaatikas on ta rohkem väsinud kui pärast niisama pikka töötamist kooli töökojas. Ent ometi kulutab organism kehalist tööd tehes palju rohkem energiat kui vaimset tööd tehes.

Sellepärast ei saagi töö tegemisel kulutatud energiahulk omaette võetuna olla töö pingelisuse ja väsitavuse ainsaks mõõdupuuks. Mispärast on aga siiski vaja teha kindlaks erinevate elukutsetega inimeste ööpäevast energiakulu? See on tarvilik toitlusnormide kindlaksmääramiseks.

Tabel 3

Ööpäevane energiakulu (kilokalorites) erinevatel tööaladel töötavatel inimestel

14.—15. a. vanused kooliõpilased	2400—2500
Üliõpilased	2800—3000
Traktoristid	2900—3000
Tööriistu valmistavad treialid	3300
Valajad	3200—3400
Töölised heinaniidumasinal	3600
Krohvijad	3900
Müürsepad ja müüriladujad	4000
Puusepad	4500
Hobustega kündjad	4700—5000
Vikatiga heinaniitjad	7200

Toitlusnormide kindlaksmääramine. ***Inimese tervise ja töövõime säilitamiseks on tähtis, et tema poolt söödav toit iga päev korvaks selle energiahulga, mille inimene kulutab ööpäeva vältel.*** Sellel eesmärgil koostataksegi toitlusnormid erineva elukutsega inimeste jaoks. Et neid norme kindlaks määrata, on tarvis kõigepealt teada, kui suured energiavarud esinevad toitainetes, missugune on toitainete ***kalorsus.*** Seda on läinud korda selgitada orgaaniliste ühendite põletamise teel spetsiaalsetes kalorimeetrites. 1 g valkude ja süsivesikute põlemine annab ligikaudu 4,1 kcal soojust. 1 g rasvade põlemisel vabaneb aga ligikaudu 9,3 kcal. Nende ühendite lagunemisel ja hapendumisel organismis on vabaneva energia kogus niisamasugune nagu põlemiselgi.

Kuid inimese toitlusnormide kindlaksmääramisel ei piisa ainult ööpäevase energiakulu teadmisest. Nimetatud arv näitab ju ainult seda, kui palju kilokaloreid ööpäevas peab inimene saama toidust. Toiduratsiooni koostamisel arvestatakse ka seda, et organism vajab kõigisse kolme rühma kuuluvaid toitaineid. Eriti tähtis on, et toit sisaldaks küllaldasel hulgal valkusid, sest valgud on ju põhiliseks materjaliks, millest ehitatakse üles rakuaine. Rasvad omavad kõige suuremaid energiavarusid ning on vajalikud rakuaine moodustamisel. Sellepärast on rasvade olemasolu toidus samuti tingimata tarvilik. Süsivesikud on organismi peamiseks energeetiliseks materjaliks. Seetõttu peavad inimesed saama toiduga küllaldases koguses süsivesikuid.

Meie päevil on elukutseid niivõrd palju, et on raske iga elukutse jaoks määrata kindlaks spetsiaalset toitlusnormi. Sellepärast on elukutsed jaotatud nelja rühma. Igasse nendest rühmadest on koondatud enam-vähem võrdse ööpäevase energiakuluga elukutsed. Tabelis 4 on näidatud, missugustes kogustes valke, rasvu ja süsivesikuid vajavad nende elukutsetega inimesed.

Te märkate, et selles tabelis on eraldi antud loomse päritoluga valkude ja rasvade kogus, mis on vajalik erinevate elu-

Tabel 4

Ligikaudsed normid inimeste ööpäevase toitainetetarviduse kohta

Toitained	Toitainete kogused iga grupi jaoks g-des			
	Kehalise tööga mitteseotud elukutsetega inimesed	Kehalise tööga seotud elukutsetega inimesed, kes teevad		
		mehhaniseeritud tööd	mehhaniseeritud või osaliselt mehhaniseeritud tööd	rasket mehhaniseerimata tööd
Valgud	109	122	146	163
sealhulgas loomse päritoluga	67	72	82	94
Rasvad	106	116	134	153
sealhulgas loomse päritoluga	91	95	108	121
Süsivesikud	433	491	558	631
Toiduratsiooni summaarne kalorsus	3208 kcal	3591 kcal	4112 kcal	4748 kcal

kutsetega inimestele. Miks ei saa inimesed tulla toime üksnes taimse toiduga, miks on neile tingimata tarvilikud loomse päritoluga valgud ja rasvad?

Taimedes esinevad valgud ei sisalda kõiki inimesele vajalikke aminohappeid ega suuda seega tagada meie organismis temale iseloomulikke valkude moodustumist. Loomse päritoluga toiduainetes sisalduvad rasvad on oma koostiselt meie organismi rasvadele lähedasemad kui näiteks päevalilleõlis olevad rasvad. Sellepärast peabki iga inimese toiduratsiooni tingimata kuuluma loomse päritoluga toitu.

Suurt kahju tekitavad inimestele religiooniga seoses olevad paastuajad. Neil perioodidel usklikud inimesed ei söö liha ega loomse päritoluga rasvu. Selle tõttu ei ole organism võimeline dissimilatsioonil tekkivat valkude ja rasvade kulu täies ulatuses hüvitama. See nõrgestab organismi ning soodustab mitmesuguste haiguste tekkimist ja arengut.

Noor organism kasvab, tema rakud paljunevad. Rakkude ülesehitamiseks on vaja toitaineid. On eriti tähtis, et toit sisaldaks küllaldasel hulgal valke. VIII klassi õpilane, kes kulutab dissimilatsioonil umbes 2400—2500 kcal ööpäevas, peab saama toiduga 2900—3000 kcal.

Nõukogude Liidus tõuseb järjekindlalt elanikkonna elatustase. Paraneb rahva toitumine. Suure panuse sellesse tähtsasse üritusse annavad põllumajanduses ja tööstuses töötajad ning meie teadlased.

Käesoleval ajal, mil inimkond on astunud kosmoselendude ajajärku, seisavad teaduse ees tähtsad probleemid seoses astro-

nautide toitumise kindlustamisega: astronautidel seisab ju ees pikaajaliste planeetidevaheliste reiside sooritamine. Teadlased töötavad välja toitlusnorme astronautidele, kes tulevikus paljude kuude ja aastate vältel saavad töötama tingimustes, mis järsult erinevad Maal valitsevatest.

?

1. Kuidas määratakse kindlaks inimese ööpäevane energiakulu? 2. Missuguste andmete alusel töötatakse välja toitlusnormid? 3. Miks on loomne toit inimesele tingimata tarvilik? 4. Mis tähtsus inimesele on toidu mitmekesisusel? 5. Milles seisneb kasvava organismi toitlusnormide iseärasus?

!

Miks polaarmaade elanikud tarvitavad palju rasvast toitu?

▲

Leidke tabelis 3 näiteid, mis illustreerivad seda, kuidas töömahukate (palju jõukulu nõudvate) protsesside mehhaniseerimine kergendab inimese tööd teatud kindlatel tööaladel.

38. Vitamiinid

Skorbuut. Kahemastiline kuunar «Irkutsk», olles saanud ülesande uurida Siberi põhjarannikut Leena jõe suudmest kuni Kolõma jõe suudmeni, väljus 20. augustil 1735. a. Leena deltast avamerele. Tal oli pardal 50-liikmeline meeskond. Kuid juba 9 päeva pärast jäi laev jäässe kinni ning asus talvituma. Mõne aja möödudes puhkes talvitujate hulgas raske haigus. Inimesed jäid järjest nõrgemaks, neil tekkisid limaskestade ja igemete põletikud ning veritsemine, hambad langesid välja, liigesed paistetasid üles. See oli skorbuut — pikaajaliste mere- ja polaarreiside nuhtlus. Talvitumise lõpuks oli «Irkutski» meeskonnast jäänud ellu ainult 9 inimest. Kõik ülejäänud, sealhulgas ka kapteni, oli röövinud skorbuut.

Mõned meresõitjad panid juba XVIII sajandil tähele, et skorbuut tekib ühekülgse toidu söömisel ning paraneb kergesti, kui haiged hakkavad saama köögiviljade ja puuviljade poolest rikast toitu. Kuid skorbuudi tekkimise põhjused jäid endistviisi teadmatuks.

Vitamiinide avastamise ajalugu. Vene arst N. I. Lunin tegi 1881. aastal teaduse arengu seisukohalt väga tähtsa avastuse. Püüdes selgitada, missuguseid aineid peab organism toiduga saama, toitis ta loomi piimast eraldatud täiesti puhaste valkude, rasvade ja süsivesikutega. Peale selle kunstlikult valmistatud toidu andis ta loomadele ainult vett ja kõiki vajalikke mineraalsooli. Mõne aja möödudes katseloomad haigestusid. Nad jäid aegamööda üha nõrgemaks, muutusid järjest loiumaks ja viimaks surid. Kui aga katseloomadele sellise kunstlikult valmistatud



Lunin, Nikolai Ivanovitš (1854—1937) — vene arst. Tegeles loomorganismi toiduvajaduste uurimisega, töötas välja nende uurimiste originaalse metoodika ning tal läks korda toiduaineid kunstlikuks dieediks võrreldamatult paremini puhastada kui tema eelkäijatel.

Doktoriväitekirjas «Anorgaaniliste soolade tähtsusest loomade toitumises» (1880. a.) näitas ta, et peale valkude, rasvade, süsivesikute, mineraalsoolade ja vee sisalduvad toidus erilised ained (nüüd nimetatakse neid vitamiinideks), ilma milleta pole loomade elu võimalik. Hiired, kes Lunini katsetes said toiduks naturaalse piima koostisse kuuluvaid puhastatud aineid, hukkusid järjekindlalt. 1881. aastal ilmus selle kohta trükis artikkel, mis aga ei leidnud väärilist tunnustust.

toidu kõrval anti naturaalset piima, jäid nad täiesti terveteks. Nende katsete põhjal Lunin oletas, et loomade elu on võimalik ainult siis, kui nende toidus esinevad peale valkude, rasvade, süsivesikute, vee ja mineraalsoolade veel mingisugused teadusele seni tundmatud ained.

N. I. Lunini katsed oleksid võinud tuua selgust skorbuudi tekkimise mõistatusse, kuid neid katseid tundsid vähesed ja aegamööda nad unustati. Ning alles peaaegu 30 aastat hiljem korraldasid samasuguseid katseid välismaa teadlased. 1910. aastal avastati ***vitamiinid — ained, mille olemasolu toidus on hädavajalik organismi normaalseks eluks.***

Vitamiinide tähtsus organismile. ***Normaalseks elutegevuseks vajab organism valkude, rasvade ja süsivesikute kõrval tingimata veel vitamiine.*** Nende ainete tühine kogus avaldab ainevahetusele väga tugevat keemilist mõju. Viimaste aastate uurimised on näidanud, et vitamiinid kuuluvad meie organismis fermentidega koos toimivate ainete koosseisu. Ilma nende aineteta ei ole fermendid suutelised mõjutama orgaaniliste ühendite keemilisi muutumisi. Sellepärast põhjustabki mõne vitamiini vaegus või puudumine organismis ainevahetuse häirumist — ***avitaminoosi.***

Vitamiinid moodustuvad taimedes. Sellepärast on neid palju taimses toidus. Vitamiine leidub ka loomse päritoluga toiduainetes, sest loomad elavad taimede poolt loodud ainete arvel. Uurimised on näidanud, et meie organism vajab paljusid erinevaid vitamiine. Lihtsuse eesmärgil nimetatakse vitamiine ladina

tähestiku tähtedega. Tutvume järgnevalt ainult mõnede käesoleval ajal tuntud vitamiinidega (joon. 5).

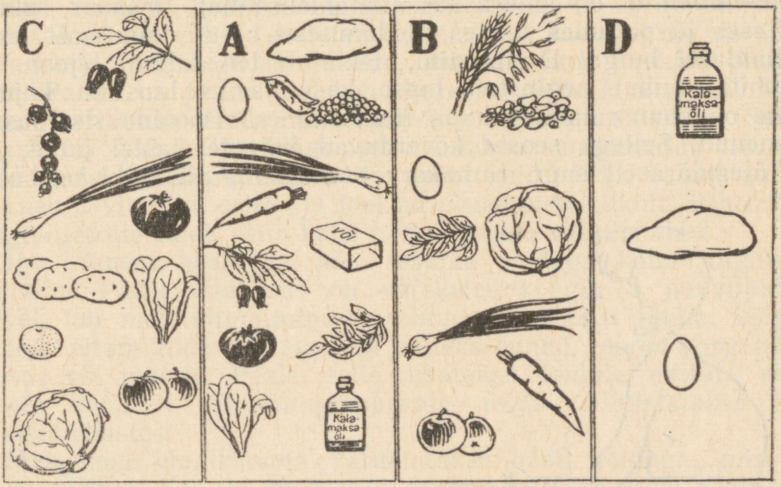
C-vitamiini sisaldavad paljud taimse päritoluga toiduained. Kui organism pika aja kestel ei saa C-vitamiini, tekib haigus — skorbuut. Selle haiguse sümptoomid (haigusnähud) on teile juba tuttavad.

Kui haige ei saa õigeaegselt C-vitamiini poolest rikast toitu või selle vitamiini preparaate, sureb ta.

A-vitamiini on leitud mitte ainult reas taimse päritoluga toiduainetes, vaid ka loomses toidus. Kui organism ei saa A-vitamiini üldse või saab seda ebapiisaval hulgal, kahjustuvad tal mitmesugused elundid: silma sarvkest, kopsud, sooltoru. Nendes elundites tekivad põletikud, mõnikord aga ilmuvad neil mädapaised. A-vitamiini vaeguse korral suureneb inimestel vastuvõtlikkus nakkushaigustele, mõnikord tekib eriline haigus, niinimetatud kanapimedus. Videviku saabudes niisugustel inimestel nõrgeneb tugevasti nägemisvõime. Kui inimene hakkab saama A-vitamiinirikast toitu, kaovad haigusnähud.

A-vitamiin mõjutab noore organismi kasvamist. Selle vitamiini puuduse korral toidus kasvavad loomad halvasti (joon. 6, *1*).

B-rühma vitamiine on paljudes taimse ja loomse päritoluga toiduainetes. Sellesse vitamiinide rühma kuulub mitu vitamiini, näiteks B_1, B_6, B_{11}, B_{12}. Tutvume nendest ühe tähtsamaga. B_1-vitamiin mõjutab paljusid ainevahetusprotsesse. Tema ole-



Joon. 5



Joon. 6

masolu organismis on hädavajalik närvisüsteemi normaalseks talitluseks. B_1-vitamiin on avastatud kroovimata (kestadest puhastamata) viljaterades, liblikõieliste taimede seemnetes, munakollases. Vähesel hulgal esineb teda samuti spinatis, kapsas, sibulas, porgandis, õuntes.

Kui organism ei saa B-vitamiini, tekib raske avitaminoos. See oli levinud mõnedel Vaikse ookeani saartel, kus elanikkond toitus äärmiselt ühekülgselt — põhiliseks toiduaineks oli kroovitud («poleeritud») riis, milles B_1-vitamiin puudub. Sellesse avitaminoosi haigestunud inimestel häirus närvisüsteemi talitlus: tekkisid krambid ja halvatused. See haigus lõppes surmaga. Kui avastati B_1-vitamiin, selgus, et selle haiguse ravimiseks piisab, kui haigele anda nimetatud vitamiini sisaldavat toitu, näiteks kroovimata riisi. Riisiterade kestades leidub rohkesti B_1-vitamiini.

D-vitamiini on kalarasvas (kalamaksaõlis), maksas, munakollases ja paljudes teistes toiduainetes. Kui toidus ei esine küllaldasel hulgal D-vitamiini, tekib lastel rahhiit (joon. 7). Rahhiidi puhul aeglustub lapse kasv ja ta luustiku kujunemine on ebanormaalne, kuna luude mineraalsoolade sisaldus on alanenud. Sellega seoses kõverduvad haigetel lastel jalad, pea on ülemääraselt suur, rinnakorv areneb vääralt, kõht on suure-



Joon. 7

nenud. Niisugused lapsed on väga vastuvõtlikud mitmesugustele haigustele.

Rahhiidi profülaktikaks ja ravimiseks kasutatakse kalamaksaõli. Kalamaksaõli sisaldab suurel hulgal D-vitamiini. Tähtsat osa rahhiidi ärahoidmisel ja ravimisel etendab päikesevalgus. Õeldu seletub sellega, et inimese nahas esineb aine, mis päikesekiirte mõjul muundub D-vitamiiniks. Kui väikesed lapsed viibivad palju aega vabas õhus, soodustab päikesekiirte toime nende nahale D-vitamiini moodustumist.

Seega, ***peale toitainete peab organism toiduga saama tingimata ka kõiki inimesele vajalikke vitamiine. Ainult sel tingimusel kulgeb ainevahetus meie kehas normaalselt.***

Vitamiinide säilitamise põhimõtted toidus. Toidu kulinaarsel töötlemisel hävivad sageli nendes leiduvad vitamiinid. Sellepärast peab igaüks teadma, kuidas valmistada toitu nii, et selles säiliks võimalikult rohkem neid eluliselt vajalikke aineid.

On tehtud kindlaks, et A-vitamiin toidu keetmisel peaaegu üldse ei lagune. Kuid ta laguneb toiduainete pikaajalisel säilitamisel, näiteks kuivatatud produktides. Tugevamat toimet avaldab kõrge temperatuur B-rühma vitamiinidele. Näiteks lihas hävib keetmisel 15 kuni 60% neid vitamiine. Taimse päritoluga toiduained kaotavad kuumusega töötlemise tagajärjel umbes $^1/_5$ B-rühma vitamiinidest.

C-vitamiin hävib väga kergesti mitmesuguste tingimuste mõjul. Nii näiteks laguneb ta õhuga kokkupuutumisel. Sellepärast tulebki köögiviljad, mis seda vitamiini sisaldavad, puhastada ja tükeldada alles vahetult enne keetmist ja asetada tulele suletud kaanega kastrulis. C-vitamiin hävib ka kõrge temperatuuri toimel. Et vältida selle vitamiini suurt kadu, ei ole soovitav toiduaineid, mis seda sisaldavad, asetada enne keetmist külma vette. Parem on panna nad kohe keevasse vette ja keeta lühikest aega. C-vitamiin hävib ka metallidega kokkupuutumisel. Sellepärast on köögivilju kõige parem keeta emaileeritud nõudes. Kuid keedetud toitu süüakse alles mõni tund pärast valmistamist, laguneb C-vitamiin selle aja jooksul peaaegu täielikult. Tähendab, köögiviljatoite tuleb süüa kohe pärast nende valmistamist.

Iga inimene peab iga päev saama toiduga kõiki vajalikke vitamiine. Palju vitamiine on värsketes köögi- ja puuviljades. Talvel, kui meil vitamiinipuudus annab end eriti tunda, võivad mõnede vitamiinide allikaks olla näiteks õunad, toored porgandid, kapsas või munad. Peale selle lisatakse toidule arstide nõuannete kohaselt vitamiinipreparaate, mida valmistatakse farmaatsiatehastes.

Meie maa elanikkonda varustatakse hästi toiduga, mis on vitamiinirikas. See on üheks haigestumuse vähenemise põhjuseks NSV Liidus. Köögi- ja puuvilju kasvatatakse nüüd Nõukogude Liidu kõikides kliimavöötmetes.

Meie ajal on teaduse ette kerkinud uus probleem — astronautide varustamine vitamiinirikka toiduga kauakestvate kosmoselendude ajal. Muidugi, astronaudid võtavad meie planeedilt kaasa vitamiinipreparaate. Kuid sellest ei piisa. Viimastel aastatel on bioloogid pööranud suurt tähelepanu üherakulisele vetikale korellale. See vetikas sigib väga kiiresti. Seetõttu võib väikesest hulgast nimetatud mikroskoopilistest taimedest saada lühikese ajaga tohutul hulgal orgaanilist ainet, mis on rikas vitamiinide poolest. On tekkinud mõte, et klorella võib saada üheks vitamiine sisaldava toidu allikaks astronautidele. Peale klorella hakatakse kosmoselaevades nähtavasti kasvatama veel teisigi rohelisi taimi. Nii klorellat kui ka teisi taimi on kosmoselaevades ilmselt võimalik kasutada ka süsihappegaasi absorbeerimiseks õhust ja õhu rikastamiseks hapnikuga.

■

Vitamiinid. Avitaminoosid.

?

1. Missugust tähtsust organismile omavad vitamiinid? 2. Milliseid avitaminoose te teate? 3. Kuidas tuleb valmistada toitu vitamiine sisaldavatest toiduainetest, et vitamiine võimalikult vähem häviks?

▲

Kasutades tabeleid 1, 2, 3, 4 ja samuti joonist 5, koostage VIII klassi õpilase ööpäevane toiduratsioon (dissimilatsioonil kulutatud ainete asendamiseks ja kasvuprotsessideks vajavad selleealised inimesed igas ööpäevas toitu summaarse kalorsusega ligikaudu 3000 kcal). Ülesannet täites pidage meeles, et hommikueinele peab kuluma ligikaudu 25%, lõunasöögile — 50%, õhtuootele — 15% ja õhtusöögile — 10% ööpäevasest ratsioonist.

VIII. ERITUS

39. Erituselundid

Ainevahetuse jääkprodukti de eemaldamise tähtsus. Vees lahustuvad dissimilatsiooni lõpp-produktid, mis moodustuvad rakkudes, tungivad verre ja kantakse verega kudedest ära. Süsihappegaas ja mõningane hulk veeaure, nagu te teate, eemaldatakse organismist kopsude kaudu. Teised ained, näiteks kusiaine, fosforhappe soolad, keedusoola ülejääk, mis on lahustunud vees, eemaldatakse meie kehast põhiliselt neerude kaudu. Väga vähesel määral osalevad nende ainete eritamises nahas paiknevad higinäärmed. Seega, ***kopsud, neerud ja nahk on elundid, mille kaudu organismist eemaldatakse dissimilatsiooni lõpp-produktid ja mõnede teiste ainete ülejäägid.*** Seejuures säilitatakse organismi sisekeskkonna koostise konstantsus.

Kuse-elundkonna ehitus. Tutvuge kuse-elundkonna ehitusega värvilisel tahvlil VII.

Neerud (*1*) on väikesed aedoa-kujulised paarilised elundid. Neerud paiknevad kõhuõõnes nimmepiirkonna kõrgusel, liibudes vastu kõhuõõne tagumist seina. Mõlema neeru nõgusast servast väljub peenike toru — ***kusejuha*** (*2*). Kusejuhades liigub katkematu vooluna uriin, mida tekib pidevalt neerudes. Uriin voolab paksude lihaseliste seintega õõnsasse elundisse — ***kusepõide*** (*3*). Siin toimub uriini kogunemine. Kusepõie lihaste kokkutõmbumisel eemaldatakse uriin kusepõiest ja juhitakse ***kusiti*** ehk ***ureetra*** kaudu kehast välja.

Veri siseneb neerudesse kahe ***neeruarteri*** (*4*) kaudu. Ta läbib neerude verekapillaaride võrgustiku, misjärel koondub kahte ***neeruveeni*** (*5*), mis suubuvad alumisse õõnesveeni.

Neer koosneb pindmisest tumedamast kihist — ***neeru koorest*** (*6*) ja sisemisest heledast kihist — ***neeru säsist*** (*7*). Neeru koores esineb arvukalt tillukesi ***verekapillaaride päsmakesi*** (*8*). Neeru säsi koosneb mitmest ***neerupüramiidist*** (*9*). Neerupüramiidide sees kulgevad peened torukesed, mis lõpevad avadega

neerunäsadel (*10*), mis ulatuvad väikesesse õõnde — *neeruvaagnasse* (*11*). Neeruvaagnast väljub kusejuha.

Neeru mikroskoopiline ehitus. Vaadeldes neeru õhukesi lõike mikroskoobis, võib veenduda, et neer on väga keeruka ehitusega. Neeru koores on näha karikakujulisi ***kihne*** (*12*). Iga kihn koosneb kahest epiteelirakkude kihist. Nende rakukihtide vahel asetseb pilujas ruum, millest väljub ***vääniline kusetoruke*** (*13*). Selle ühekihilised seinad koosnevad samuti epiteelirakkudest. Kusetoruke teeb mitu silmusekujulist looget ja suubub lõpuks ühte neerupüramiidis kulgevasse torukesse (kogumiskanalikesse).

Jälgime nüüd veresoonte kulgu neerus. Neeruarteri mikroskoopiliselt peened harukesed (*14*) sisenevad kihnudesse. Seal moodustavad nad tihedaid, põõsakujulisi verekapillaaride päsmakesi (*8*), mis paiknevad neeru koores. Igast sellisest päsmakesest koondub veri väikesesse veresoonde (*15*), mis väljub kihnust ja siirdub väänilise kusetorukese juurde. Siin see sooneke hargneb uuesti verekapillaarideks. Need ümbritsevad tiheda võrgustikuna (*16*) väänilise kusetorukese seinu, seejärel aga ühinevad väikeseks veeniks (*17*). Need veenid ühinevad omakorda edasi järjest suuremateks veenideks ja suubuvad lõpuks neeruveeni, mis kannab verd neerust välja.

Seega, ***neerudes kulgevad veresooned hargnevad kaks korda verekapillaarideks: alguses kihnudes paiknevates päsmakestes, seejärel aga väänilisi kusetorukesi ümbritsevas verekapillaaride võrgustikus.***

■

Neeru kihnud. Väänilised kusetorukesed. Neerupüramiidid. Neeru verekapillaaride päsmakesed. Neeru verekapillaaride võrgustikud.

?

1. Missuguste elundite kaudu eemaldatakse organismist ainevahetuse jääkprodukte? 2. Missugused ained eemaldatakse organismist uriiniga? 3. Missugustest elunditest koosneb kuse-elundkond? 4. Missugused veresooned varustavad neere verega ja missugused veresooned kannavad neerudest verd välja? 5. Missugune on neeru ehitus? 6. Missugune on neeru mikroskoopiline ehitus?

40. Uriini tekkimine

Neerude varustamine verega. Neere varustatakse verega rikkalikult. Ühe minuti jooksul voolab nendest läbi ligikaudu 1,2 l verd, s. o. umbes $^1/_4$ südamest selles ajavahemikus väljapaisatava vere üldhulgast. ***Sellepärast suudabki veri neerudes anda kiiresti ära rakkudest vahetpidamatult verre tulevad ained, mis kuuluvad organismist uriiniga eemaldamisele.***

Esmase uriini tekkimine. Uriini tekkimise protsess algab neerude koores asetsevates kihnudes. Väikesed arterid (värv.

tahv. VII, *14*), mis kannavad verd verekapillaaride päsmakestesse, on jämedamad kui need veresooned (*15*), mille kaudu veri päsmakestest ära voolab. Seetõttu tekib verekapillaaride päsmakestes kõrge vererõhk ning vereplasma koostisosad filtreeritakse läbi kapillaaride õhukeste seinte ja nad satuvad kihnudesse (*8*). Nii moodustub ***esmane uriin.***

Esmase uriini koostist aitas selgitada katse. Neeru kihnu viidud ülipeenesse klaastorukesse koguti veidi esmast uriini. Analüüs näitas, et lahustunud ainete kontsentratsiooni poolest esmane uriin ei erine looma vereplasmast. Dissimilatsiooniproduktide kõrval esineb selles ka aminohappeid, glükoosi ja paljusid teisi organismile vajalikke ühendeid. Esmases uriinis puuduvad ainult vereplasma valgud. See on ka mõistetav, sest valgud ju ei filtreeru.

Uriini tekkimine. Neeru kihnudest läheb esmane uriin väänilistesse kusetorukestesse. Kui võtta proov väänilistest kusetorukeste sisaldusest nende suubumise kohal neerupüramiididest asetsevatesse kogumiskanalikestesse, selgub, et siin on uriini koostis juba hoopis teistsugune. Selles pole ei aminohappeid, glükoosi ega teisi organismile hädavajalikke aineid. See-eest on kusiaine sisaldus uriinis suurenenud ligikaudu 66 korda. Tunduvalt suureneb ka teiste organismist eemaldamisele kuuluvate ainete sisaldus. Tähendab, tõelise, lõpliku ***uriini*** moodustumine toimub väänilistes kusetorukestes. Kuidas see protsess kulgeb?

Esmane uriin voolab pidevalt läbi neeru väänilistе kusetorukeste (13). Epiteelirakud, millest nende seinad koosnevad, teevad hiiglaslikku tööd. Nad imavad aktiivselt esmasest uriinist välja suurel hulgal vett ja kõik organismile vajalikud ained. Epiteelirakkudest pöörduvad need ained tagasi verre, mis voolab väänilisi kusetorukesi ümbritsevas verekapillaaride võrgustikus (*16*).

Kuivõrd suur on neeruepiteeli poolt sooritatav töö, võib otsustada näiteks selle järgi, et tema rakud imavad esmasest uriinist välja umbes 96% viimases sisalduvast veest. Oma tööks kulutavad neeruepiteeli rakud tohutul hulgal energiat. Sellepärast on ainevahetus neerudes väga intensiivne. Seda tõendab asjaolu, et neerud, mis moodustavad ainult $^1/_{60}$ meie keha kaalust, tarvitavad ära ligikaudu $^1/_{11}$ kehasse saabuvast hapnikukogusest. Tekkinud uriin voolab neerupüramiididest kulgevaid kogumiskanalikesi pidi neerunäsadesse ja immitseb läbi nendes olevate avade neeruvaagnasse. Sealt voolab ta kusejuhasid mööda kusepõide ning eemaldatakse kehast.

Neeruhaiguste profülaktika. Mõnede mürkide toimel hävivad loomadel neeruepiteeli rakud. Siis lakkab uriini tekkimine ja organismist hakkab erituma esmane uriin.

Loom kaotab pidevalt väga palju vett, aminohappeid, glükoosi ja teisi vajalikke aineid, tema uriinis sisaldub aga palju vähemal

hulgal kehast eemaldamisele kuuluvaid aineid. Niisugused loomad hukkuvad kiiresti.

Inimese neeruepiteelile avaldab kahjulikku toimet teravamaitselise, liiga tugevasti vürtsitatud toidu rohke tarvitamine. Sel puhul tekivad inimestel sageli rasked neeruhaigused.

Vereplasma, esmase uriini ja uriini koostise võrdlus (protsentides)

Koostiosad	Vereplasma	Esmane uriin	Uriin
Valgud, rasvad, glükogeen	7—9	puuduvad	puuduvad
Glükoos	0,1	0,1	puudub
Naatrium (soolade koostises)	0,3	0,3	0,4
Kloor (soolade koostises)	0,37	0,37	0,7
Kaalium (soolade koostises)	0,02	0,02	0,15
Kusiaine	0,03	0,03	2,0
Vesi ja teised ained			

Eriti kahjulikult mõjub neerude talitlusele aga alkoholi liigne tarvitamine. Alkohol kahjustab väga tugevasti neeruepiteeli rakke ja võib põhjustada nende atrofeerumist. Selle tagajärjel uriini tekkimine häirub, mõnikord aga lakkab hoopis. Organism mürgitub ainevahetuse mürgiste jääkproduktidega, mis tihti toob endaga kaasa surma.

■

Esmane uriin. Uriin.

?

1. Mis tähtsus on neerude külluslikul varustamisel verega? 2. Kus ja mil viisil moodustub uriin? 3. Missugused faktid tõendavad, et uriini moodustumisel teevad neerud suurt tööd ja kulutavad palju energiat? 4. Kuidas vältida neeruhaiguste tekkimist? 5. Millist toimet avaldab neerudele alkohoolsete jookide liigne tarvitamine?

!

Mille poolest erineb kahe vereproovi koostis, millest üks on võetud analüüsimiseks neeruarterist, teine aga neeruveenist?

IX. NAHK

41. Naha tähtsus ja ehitus

Naha talitlus. Nahk on üks katteelundeid. Ta täidab organismis mitmesuguseid funktsioone.

Nahk on kaitseelund. Nahk kaitseb kõiki tema all paiknevaid kudesid mehhaaniliste vigastuste eest, väldib organismi veekaotusi, tõkestab kõrvaliste ainete ja tõvestavate mikroobide sissetungi kehasse.

Samal ajal on nahk üks meeleelundeist. Nahas paikneb mitmesuguseid retseptoreid, mis võtavad vastu rõhu-, valu-, külma- ja soojaärritusi. Need aistingud etendavad tähtsat osa organismi suhtlemises ümbruskonnaga ehk miljööga. Nad võimaldavad meil sageli vältida vigastusi, põletusi, külmetusi. Naha tundlikkus on seega seoses tema kaitsefunktsiooniga.

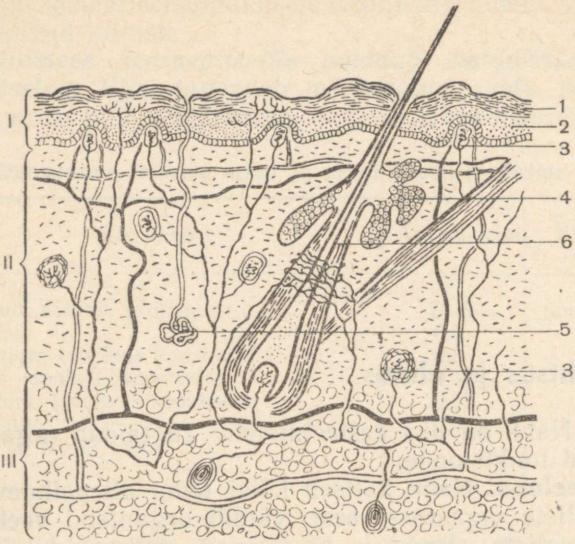
Nahk täidab ka eritusfunktsiooni. Kuid tema tähtsus elutegevuse jääkprodukte organismist eemaldamises on väga väike.

Lõpuks täidab nahk organismi suhtes erakordselt tähtsat funktsiooni — püsiva kehatemperatuuri säilitamist.

Naha ehitus. Naha ehitusega tutvumiseks vaatleme tema ristlõiget (joon. 1). Väljastpoolt katab nahka õhuke pindmine kiht — ***marrasknahk*** (I). Selle all asetseb teine palju paksem kiht — ***pärisnahk*** (II). Veelgi sügavamal paikneb ***alusnahk*** ehk ***nahaalune kude,*** mis sisaldab rohkesti rasvkude.

Naha juurde kuuluvad ka naha tekised — ***karvad*** ja ***küüned.***

Marrasknahk (I) on moodustatud epiteelkoest. Marrasknaha pinnal asetsevad tihedasti üksteise kõrval sarvestunud, surnud rakud, mis sarnanevad peaaegu värvusetute soomustega (*1*). Need rakud moodustavadki naha kaitsekihi, mis on läbitungimatu tahketele osakestele ega lase peaaegu üldse läbi ka vedelikke ega gaase ümbritsevast keskkonnast. Marrasknaha pindmise kihi all paiknevad elusad rakud. Need asetsevad mitme kihina (*2*). Need rakud sisaldavad pigmenti. Pigmendi hulgast ja koostisest oleneb inimeste naha heledam või tõmmum värvus. Päikesekiirte



Joon. 1

toimel naha pigmendisisaldus suureneb. Päevitunud nahk ei lase organismi sisemusse tungida suuremat osa temale kahjulikkudest päikesespektri ultravioletkiirtest.

Ümbruskonna tegurite toimel marrasknaha välispinnal oleva sarvkihi pealmised rakud alatasa kuluvad ja langevad ära. Kuid tänu nende all paiknevate elusate rakkude vahetpidamatule paljunemisele asenduvad äralangenud rakud pidevalt uutega. Naha pinnale lähenedes muutuvad need rakud vähehaaval üha lamedamaks ja lõpuks sarvestuvad, surevad ja langevad ära.

Pärisnahk (II) on moodustatud sidekoest, mille rakkudevaheline ollus koosneb elastsetest kiududest. Need kiud annavad nahale elastsuse. Kui venitada nahka näiteks käelaba selgmisel küljel, venib ta välja. Ent kui nahk lahti lasta, läheb ta kohe endisse asendisse tagasi. Elastsuse tõttu ei takista nahk inimese poolt sooritatavaid liigutusi.

Pärisnahk ulatub kühmude ja vallikeste kujul marrasknaha sisse. See on naha tähtsaim osa. Siin asetsevad ***retseptorid*** (*3*), ***rasu-*** (*4*) ja ***higinäärmed*** (*5*) ning ***karvade tuped*** (*6*).

Rasunäärmed eritavad sekreeti — naharasu. Võides nahka ja karvu, muudab naharasu need pehmeks. Nahka kattev õhuke rasukiht ei lase kehasse tungida vett ega teisi vedelikke, mis võivad olla organismile kahjulikud. Need vedelikud valguvad rasvaga võitud kehapinda mööda alla.

Higinäärmed (*5*) asetsevad pärisnahas. Iga higinääre kujutab endast torukest, mis algab tihedalt kokkusurutud päsma-

kesena. Selle torukese sirge osa — higinäärme viimajuha — avaneb avausega nahapinnale.

Higinäärmete päsmakesed on kaetud verekapillaaride põimikutega. Nendes liikuvast verest tungib higinäärmetesse vesi, milles on lahustunud väga vähesel hulgal keedusoola, kusiainet ja mõnesid teisi aineid. Tekkiv higi eritub nahapinnale higinäärmete viimajuhade avauste kaudu.

Karvad (joon. **1**, *6*) ja ***küüned*** on sarvainest moodustised. Nad kasvavad vahetpidamatult tänu marrasknaha elusa kihi epiteelirakkude paljunemisele. Inimestel on suurem osa naha pinnast kaetud väikeste, hõredalt paiknevate karvadega. Inimesel on karvad kaotanud oma tähtsuse, kuid nad on üheks tõendiks inimese ja imetajate loomade ühisest põlvnemisest. Küüned kujutavad endast muundunud küüniseid, mis esinevad maismaaselgroogseil.

Alusnahk ehk ***nahaalune kude*** (III) on naha kõige alumine kiht. Ta moodustub rasvarikkast sidekoest. See kiht kaitseb organismi liigse jahtumise eest. Alusnahk pehmendab mõningal määral keha poolt saadavaid lööke ja tekkinud vigastusi. Peale selle deponeeritakse alusnahka organismi varurasvad.

Naha tervishoid. Puhas nahk on inimese tervise üheks tähtsaks tingimuseks. Kui nahalt jätta maha pesemata sealt juba lahtitulnud marrasknaha rakud, kleepuvad viimased kokku higiga ja naharasuga ning sulevad rasu- ja higinäärmete juhad. Mustus, eriti aga orgaanilised jäänused soodustavad mikroorganismide paljunemist. Kasimatu inimese naha igalt ruutsentimeetrilt võib leida kuni 40 tuhat mikroobi, mille hulgas võib esineda ka mitmesuguste, näiteks seedeelundite ja paljude teiste haiguste tekitajaid. Mõned patogeensed ehk tõvestavad mikroorganismid tungivad organismi räpasel nahal leiduvate lõhede ja kriimustuste kaudu. See põhjustab mõnikord mädapaisete tekkimist ning rasket haigust — roosi.

Nahahaigused, näiteks pügaraig, tekivad samuti tihti inimeste kasimatusest. On tehtud kindlaks, et puhtal nahal alluvad tõvestavad mikroorganismid erilise, naha rakkude poolt eritatava aine hukutavale toimele.

Sellepärast peabki iga inimene pidevalt hoolitsema oma naha puhtuse eest.

Nii suvel kui talvel tuleb igal hommikul pesta end vööni. Käsi peab pesema mitu korda päevas, eriti enne sööki. Mitte harvem kui üks kord nädalas tuleb end pesta sooja veega saunas, duši all või vannis.

Haavamise puhul tuleb nahka kahjustatud koha ümber määrida jooditinktuuriga. Haava kaudu, kuhu satub mulda, võib organismi tungida kangestuskramptõve ehk teetanuse tekitaja. Haavade mullaga mustumisel ärge unustage minemast raviasutusse, kus teile süstitakse teetanusevastast seerumit.

■

Naharetseptorid. Marrasknahk. Pärisnahk. Nahanäärmed.

?

1. Millist tähtsust organismile omab nahk? 2. Missugune on naha ehitus? 3. Miks on hädavajalik hoolitseda naha puhtuse eest? 4. Kuidas tuleb hoolitseda oma naha eest?

!

Missugune tähtsus on naha tõmmul värvusel troopika- ja subtroopikamaades elavatele rahvastele?

▲

Tuletage meelde, missugust ravimit süstitakse teetanusesse haigestumise vältimiseks haava mullaga mustumise puhul — kas vaktsiini või raviseerumit. Mispärast?

42. Naha osa organismi temperatuuriregulatsioonis

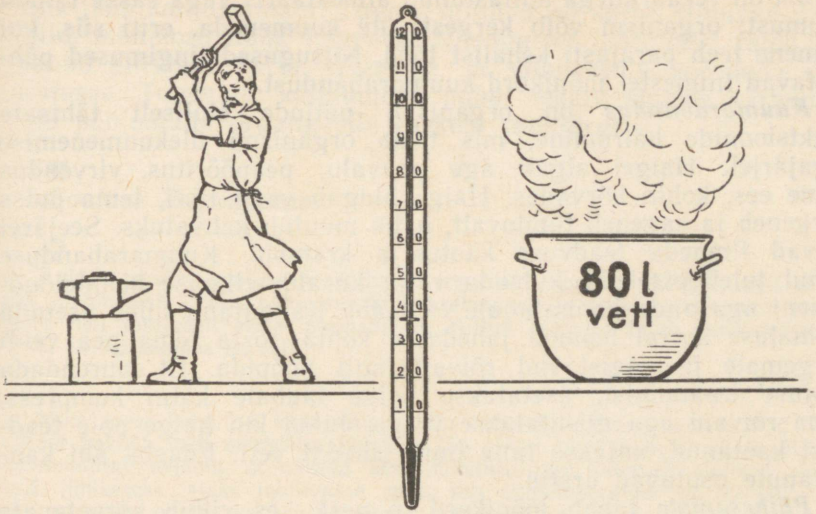
Inimese organismi temperatuuri püsivus. Inimene, nagu imetajad loomadki, omab püsivat kehatemperatuuri. Mis võimaldab meie kehal pakases ja suve palavuses, puhkamise ja töötamise ajal säilitada ligikaudselt ühesugust temperatuuri, kuigi organismis tekib pidevalt soojust?

Nahk soojust äraandva elundina. Füüsikast on teile teada soojuse äraandmise nähtus: kõrgema temperatuuriga kehad annavad soojust ära nendega kokkupuutes olevatele madalama temperatuuriga kehadele. Meie organism annab vahetpidamatult nahapinna kaudu soojuse ülejäägi ära ümbritsevale õhule. Kuid õhutemperatuur võib suuresti kõikuda. Tähendab, muutuma peab ka soojuse hulk, mille meie keha annab ära ümbritsevasse keskkonda. Vaatleme, kuidas need protsessid kulgevad.

Nahas paikneb väga palju väikesi veresooni ja verekapillaare. Tarvitseb vaid ümbritseva keskkonna temperatuuril langeda, kui naha veresoontesse juhitakse närve mööda erutus. Veresoonte lihaselised seinad tõmbuvad kokku ning veresooned ahenevad. Siis voolab neist elundeist, kus seoses dissimilatsiooniga tekib vahetpidamatult soojust, vähem verd nahasse ja soojuse äraandmine väheneb.

Õhutemperatuuri tõustes laienevad nahas olevad veresooned närvisüsteemi mõjustusel. Nendest voolab rohkem läbi siseelunditest tulevat verd. Selle tõttu suureneb soojuse äraandmine organismi poolt.

Naha veresoonte laienemist ja ahenemist on igaüks täheldanud oma kehal. Ümbritseva keskkonna väga kõrge temperatuuri puhul hakkab meie nahk punetama, kui me aga väljume soojast ruumist külma kätte, muutub nahk kahvatuks.



Joon. 2

On arvestatud välja, et väga rasket kehalist tööd tegevatel inimestel tekib organismis ööpäeva jooksul ligikaudu 5000 kcal soojust. Niisugune kogus soojust suudaks soojendada umbes 80 l vett +37°-st kuni keemistemperatuurini. Seoses sellega laienevad kehalise töö ajal tugevasti veresooned, mis suurendab soojuse äraandmist organismi poolt.

Meie organismis tekkiva soojuse hulk muutub sõltuvalt organismi talitluse iseloomust. Kui inimene teeb rasket füüsilist tööd, tekib tema kehas rohkem soojust (joon. 2).

Kuid ainult naha veresoonte laienemine ei suuda kaugeltki alati tagada organismile üleliigsest soojusest vabanemist. Organismi see reaktsioon osutub ebapiisavaks näiteks intensiivse kehalise töö korral, samuti tugeva kuumuse ajal, mil õhutemperatuur on kehatemperatuurile lähedane, sellega võrdne või kõrgem. Sellistel juhtumitel suurendab soojuse äraandmist keha poolt higi aurumine naha pinnalt.

Füüsikast te teate, et kehade üleminekuks vedelast olekust gaasilisse olekusse kulub suurel hulgal energiat — niinimetatud aurustumissoojuse näol. Kui tekib organismi ülekuumenemise võimalus, suureneb inimesel reflektoorselt higi eritumine. Aurustuv higi võtab organismilt kiiresti ära soojuse ülejäägi.

1 g higi aurustumiseks kulub 0,58 kcal, ööpäeva jooksul võib aga meie organism kõrge õhutemperatuuri puhul või väga raske füüsilise töö ajal eritada kuni 12 kg higi.

Kuumarabandus ja päikesepiste. Mida vähem esineb õhus veeaurusid, seda kiiremini aurustub higi naha pinnalt. Selle-

pärast on veeaurudega küllastunud atmosfääris väga raske taluda kuumust: organism võib kergesti üle kuumeneda, eriti siis, kui inimene teeb parajasti kehalist tööd. Niisugused tingimused põhjustavad inimestel mõnikord kuumarabandust.

Kuumarabandus on organismi paljude eluliselt tähtsate funktsioonide häirumine, mis tekib organismi ülekuumenemise tagajärjel. Haigel algab äge peavalu, peapööritus, virvendus silme ees, kohin kõrvades. Haige hingab väga tihti, tema pulss nõrgeneb ja sageneb tunduvalt, nahk muutub kahvatuks. Seejärel võivad ilmneda teadvuse kaotus ja krambid. Kuumarabanduse puhul tuleb otsekohe kutsuda välja kiirabi, viimase kohalejõudmiseni aga anda kannatanule esmaabi. Kannatanu tuleb asetada võimaluse korral lebama jahedasse kohta, tõsta tema pea veidi kõrgemale ja ängistavad rõivad lahti nööpida. Et suurendada soojuse äraandmist, asetatakse haige laubale külm kompress, tema rõivaid aga niisutatakse veega. Juhul kui haige pole teadvust kaotanud, antakse talle juua jahedat vett. Edasist abi kannatanule osutavad arstid.

Päikesepiste tabab mõnikord inimest, kes viibib kõrvetavate päikesekiirte all. Päikesepiste vältimiseks tuleb suvel katta pea heleda, päikesekiiri hästi tagasipeegeldava peakattega. Haigusnähud on päikesepiste puhul üldjoontes samad mis kuumarabanduse puhulgi. Ka esmaabi tuleb mõlema haiguse korral anda ühteviisi.

Nahapõletused. Põletusi võivad põhjustada päikesekiirte toime nahale, sööbivate ainete nahale sattumine, kokkupuude tulega või tuliste esemetega. Vigastades nahka, häirib põletus selle talitlust. Peale selle tungivad vigastatud nahapinna kaudu patogeensed mikroobid tõkestamatult keha kudedesse. Kui inimese nahk on põletuse läbi kahjustatud rohkem kui $^1/_3$ kehapinna ulatuses, võib ta surra.

Esimese järgu põletused on kõige vähem ohtlikud. Kui põletatud nahapiirkonnal tekib punetus ja turse, piisab, kui seda pesta söögisooda vesilahusega, asetada peale soodakompress või määrida rasvaga. ***Teise järgu põletuse*** puhul tekivad nahal villid. Kõige ohtlikumad on ***kolmanda järgu põletused,*** mille puhul nahk sureb. Teise või kolmanda järgu põletustega inimesele võib abi anda ainult arst. Enne kannatanu raviasutusse saatmist tuleb piirduda ainult põletatud kehapiirkonnale puhta sideme pealepanekuga.

Naha külmumine. Naha külmumisel tema talitlus häirub. Kõige sagedamini külmub katmata kehaosade — käte ja näo nahk. Et nende külmumist vältida, määritakse tugeva pakase puhul enne kodust väljumist nägu ja käsi rasvaga. Kui külma ilmaga tekivad teie näol valged laigud ja nahk hakkab kaotama tundlikkust, tuleb valgeks muutunud piirkonda otsekohe energiliselt hõõruda. Siis taastub vereringvool selles piirkonnas ja

nahk jääb kahjustamata. Tugeva külmumise korral ilmuvad nahal villid, mõnikord nahk tumeneb. Niisugustel juhtumitel tuleb külmunud piirkond katta sidemega ja viibimatult pöörduda raviasutusse. Tugevate külmumiste puhul tekkiv kudede kärbumine võib põhjustada organismile raskeid tagajärgi.

■

Soojuse äraandmine.

?

1. Kuidas muutub soojuse äraandmine organismi poolt õhutemperatuuri langedes ja tõustes? 2. Mis põhjustab kuumarabandust ja päikesepistet ning kuidas tuleb neil juhtumeil anda esmaabi? 3. Millist esmaabi tuleb anda nahapõletuste ja külmumise korral?

!

1. Miks toas, kuhu on kogunenud palju inimesi, muutub palavaks? 2. Mispärast hakkab meil energilise füüsilise töö puhul nahk punetama? 3. Millega on seletatav asjaolu, et näiteks keraamikatööstuses töötavad töölised sisenevad lühikeseks ajaks jahtuvasse ahju, kus õhutemperatuur on 70—80° ning see on neile ohutu, kuid keha sissekastmine sama temperatuuriga vette kas või mõneks sekundiks on inimesele surmav? 4. Miks on mõnedes väga kuuma kliimaga maakohtades kombeks juua päeva kõige palavamatel tundidel tulist teed? 5. Missugune tähtsus organismile on katmata kehaosade — näo ja käte — punaseks muutumisel tugeva pakase puhul?

43. Organismi karastamine

Organismi jahutamise mõju tema vastupanuvõimele haiguste suhtes. Inimese tervis sõltub paljudest asjaoludest. Karastatud inimesed haigestuvad harva, hellikud on aga haigustele kergesti vastuvõtlikud. Iga inimese organismi vastupanuvõime haiguste suhtes pole samuti alati ühesugune. See võib väheneda näiteks ümbruskonna mõnede kahjulike mõjustuste puhul. Selliste mõjustuste hulka kuulub keha jahenemine — külmetus. Ainevahetuse langus jahenenud organismis soodustab tõvestavate mikroobide ja viiruste paljunemist. Külmetumine soodustab sageli gripi, tuberkuloosi ja angiini arengut.

Kuidas hoiduda külmetustest? Mõned inimesed, kartes külmetuda, riietuvad, eriti talvel, väga soojalt. Paljud sulevad tihedasti õhuaknad ja aknad — et kindlalt vältida külmetust tuuletõmbuse tagajärjel! Ent just nimelt need inimesed põevad külmetushaigusi rohkem kui teised.

Tähtsat osa inimese tervise säilitamisel ja organismi vastupanuvõime suurendamisel haiguste suhtes etendab ***karastamine.*** Karastatud inimesed on vastupidavad. Nende organism tuleb kergesti toime ümbruskonna mitmesuguste ebasoodsate mõjustustega. Mil viisil tuleb oma organismi karastada?

Eelkõige pole vaja karta külma. Talverõivad peavad olema küllaldaselt soojad. Kuid liiga soojalt riietuda pole soovitav.

Organismi karastumist soodustavad mõõdukalt soe temperatuur elutubades ja nende regulaarne tuulutamine, magamine avatud akna või õhuaknaga ruumis, kehaline töö ja spordimängud värskes õhus nii sooja kui külma ilmaga, suusatamine, uisutamine.

Organismi karastamise looduslikud tegurid. *Vesi, õhk ja päike — need on organismi karastamise põhilisteks vahenditeks.*

Te mäletate, et ümbritseva keskkonna temperatuuri tõustes laienevad nahas olevad veresooned, temperatuuri langedes aga veresooned ahenevad. Kui me läheme külma vette, ahenevad nahas olevad veresooned. Veri valgub keha pinnalt ära ja voolab siseelundeisse. Seoses sellega muutub nende talitlus intensiivsemaks. See põhjustab ainevahetuse tõusu, hapendumisprotsesside kiirenemist ja järelikult ka soojuse tekkimise suurenemist. Südametegevus muutub energilisemaks. Seetõttu kiireneb vere liikumine veresoontes, nahka voolab palju soojenenud verd ja kehapind ei jahtu alla.

Kui inimene supleb meres, jões või järves, hõõrub või valab keha üle jaheda veega, kiireneb tal ainevahetus ning kõik eluprotsessid tema organismis kulgevad energiliselt.

Inimesel, kes korrapäraselt harrastab veeprotseduure, muutuvad naha veresoonte laienemise ja ahenemise reaktsioonid järjest kiiremaks ja täpsemaks. Tarvitseb vaid ümbritseva keskkonna temperatuuril langeda, kui organism otsekohe kohaneb uute oludega: naha veresooned ahenevad, ainevahetus intensiivistub. Sellepärast niisugused inimesed ei külmetugi, kuna neil jahenemine ei pärsi organismi talitlust, vaid vastupidi — tõhustab seda.

Jahe õhk toimib organismile nagu veeprotseduuridki, ent nõrgemini.

Päikesekiirte toimel nahale laienevad seal hargnevad veresooned. See kiirendab samuti ainevahetust. Nagu te teate, soodustab päikesekiiritus organismis D-vitamiini tekkimist. Sellepärast on päikesepaistel viibimine väga kasulik rahhiidi profülaktikaks väikestel lastel. Samuti on tehtud kindlaks, et päikesekiired intensiivistavad vereloome-elundite tegevust. Päikesevannid nagu veeprotseduuridki aitavad organismil kiiresti kohaneda ümbritseva keskkonna temperatuuri muutumistega. Kestva päikesekiirituse mõjul muutub inimeste nahk tumedamaks — omandab pruuni värvitooni.

Kuid liialdamine veega, õhuga ja päikesega võib mõjuda kahjulikult ja põhjustada haigestumist. Kui inimene supleb liiga pikka aega, ei suuda intensiivistunud ainevahetus korvata soojakaotust kehapinna kaudu. Siis jahtub organism alla. Mõnikord hakkavad inimesed, soovides oma organismi kiiresti karastada, end kohe üle valama külma veega, suplema varakevadel, võtma

liiga madala temperatuuriga õhuvanne. Niisuguste järskude mõjustuste suhtes ettevalmistamatuse tõttu jahtub organism alla. Selle tagajärjel võib inimene vastupidavamaks muutumise asemel tekitada oma tervisele kahju.

Karastamist tuleb toimetada järk-järgult, organismi individuaalseid iseärasusi arvestades. Sellepärast tuleb karastamisele asudes küsida arstilt nõu, kuidas seda läbi viia. Kõige parem on hakata harjutama oma organismi veeprotseduuridega kogu keha ülehõõrumisest toas seisnud veega pärast hommikuvõimlemist. Seejärel võib vähehaaval minna üle jahedama veega hõõrumisele, mõne aja möödudes aga alustada keha ülevalamist — esialgu jaheda ja hiljem ka külma veega.

Niisamuti järk-järgult tuleb end harjutada ka suplemisega ja jaheda õhu toimega. Suplemist looduslikes veekogudes võib alustada alles siis, kui vesi on neis soojenenud 20°-ni. Ent kui inimene supleb regulaarselt iga päev, võib tema organism hiljem taluda ka madalamat veetemperatuuri. Keha soojenemisele suplemisel aitab kaasa lihaste intensiivne töö ujumise ajal.

Liialeminev päikesevannide võtmine võib tuua kaasa kahjulikke tagajärgi — raskeid nahapõletusi ning isegi päikesepistet ja kuumarabandust. Sellepärast tuleb organismi ka päikesekiirte toimega harjutada aegamisi.

Esialgu ei tohi päikesevannide kestus ületada viit minutit. Pärast võib nende kestust pikendada kuni 40—45 minutini. Kogu nahapinna ühtlaseks kiiritamiseks tuleb end iga 5 minuti järel pöörata. Pea ülekuumenemise vältimiseks tuleb ta katta heleda riidega.

Kuidas saab igaüks meist oma organismi karastada? Magamine avatud õhuaknaga, hommikune keha ülehõõrumine jaheda veega, igapäevased jalutuskäigud, spordimängud värskes õhus, sportlikud turismimatkad — see kõik suurendab meie organismi vastupanuvõimet ümbruskonna kahjulikele mõjustustele.

Meie maal on ehitatud ja ehitatakse palju uusi staadione, veespordijaamu, liuvälju, suusabaase, ujumisbasseine, kus nii täisealised kui lapsed tugevdavad oma organismi. Massilise kehakultuuri- ja sporditöö igapäevasesse ellu juurutamine etendab suurt osa haiguste ärahoidmisel, inimeste töövõime suurendamisel ja eluea pikendamisel.

■

Organismi karastamise tegurid.

?

1. Missugused ümbruskonna kahjulikud mõjustused soodustavad kõige sagedamini haiguste arengut? 2. Kuidas mõjuvad organismile veeprotseduurid ja jaheda õhu toime? 3. Kuidas mõjub organismile mõõdukas päikesevannide võtmine? 4. Milles seisnevad organismi karastamise põhilised tervishoidlikud nõuded? 5. Missugused meie maal rakendatavad ühiskondlikud abinõud aitavad kaasa inimeste organismi karastamisele?

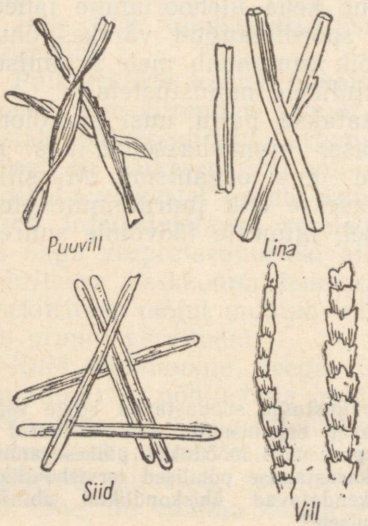
44. Tervishoiunõuded riietuse suhtes

Rõivastele esitatavad tervishoiunõuded. ***Põhilisteks hügieeninõueteks riietuse suhtes on õhu ja niiskuse läbilaskvus. Lisaks sellele peab riietus olema mugav ja võimalikult kerge.***

Õhu läbilaskvus on tähtis sellepärast, et higi kogunemine riietuse all raskendab soojuse äraandmist ja saastab nahka. Õhku hästi läbilaskvast riidest läbi minnes higi aurustub ja haihtub kergesti. See mitte ainult soodustab meie keha temperatuuri normaalset reguleerimist, vaid takistab ühtlasi ka higi lagunemise saaduste kogunemist kehapinnale.

Niisama suur tähtsus on niiskuse läbilaskvusel. Riie, mis imab higi, võimaldab sellel kergesti oma pinnalt ära aurata. Sellepärast on kahjulik kestvalt kanda rõivaid ja jalanõusid, mis lasevad õhku ja niiskust halvasti läbi. Jäädes peatuma nahale aurub higi kuuma ilmaga raskesti, sest ruum tihedakoelise rõiva all küllastub kiiresti veeaurudega. Selle tagajärjel soojuse äraandmine väheneb, mis soodustab organismi ülekuumenemist. Külma ilmaga ei eemaldu higi kehapinnalt ja pesu muutub märjaks. Seetõttu tõuseb pesu soojusejuhtivus, mis põhjustab soojuse äraandmise suurenemist organismi poolt. Sellepärast talvel jalad kummijalatsites külmetavadki. Jalatsivabrikutes kasutatakse taldade valmistamiseks ülipeente avadega mikropoorset kummit. Need avaused muudavad kummi õhku läbilaskvaks.

Talverõivad valmistatakse materjalidest, mille kiud paiknevad



Joon. 3

kohevalt: villastest kangastest, flanellist, karusnahkadest ning nende mitmesugustest sünteetilistest aseainetest (joon. 3). Ruumid (poorid) riide kiudude vahel on täidetud õhuga. Te teate, et õhk juhib halvasti soojust.

Talverõivad valmistatakse harilikult tumedavärvilistest krobelistest või karvastest kangastest. Need riided neelavad soojuskiiri.

Talvel, kui väljume tänavale, on meil pandud selga soe aluspesu, soe kleit või ülikond ja vateeritud mantel või kasukas. Jalas kanname sooje sukki ja poolsaapaid, peas aga karusnahkset mütsi või sooja pearätti. Rõivakihtide vahele jäävad õhuga täidetud ruumid, mis suuresti vähendavad soojuse äraandmist organismi poolt. Kuid paks riietus ei sega õhu pidevat vahetumist kehapinna läheduses, sest temperatuuride erinevus keha ja ümbritseva keskkonna vahel on väga suur.

Suverõivastus ei tohi takistada kehas tekkiva soojuse vaba äraandmist õhule. Sellepärast valmistataksegi suverõivad õhukestest kangastest. Peale selle on vaja, et rõivaste pind neelaks vähe soojust. Seda saavutatakse sel teel, et suverõivasteks kasutatakse tavaliselt heledavärvilisi ja sileda pinnaga kangaid, mis peegeldavad päikesekiiri. Kõige tervislikumad on linasest ja puuvillasest riidest valmistatud suverõivad. Siid ja ka kapron on vähem tervislikud, kuna nad lasevad halvasti läbi õhku ja niiskust.

Riietus peab olema puhas. Mustus kleebib kokku rõivamaterjali kiud, mistõttu selle õhu- ja niiskuseläbilaskvus väheneb. Määrdunud rõivastesse kogunenud higi, naharasu ja mõnede teiste ainete lagunemisproduktid loovad soodsa keskkonna mikroobide, sealhulgas ka tõvestavate mikroobide paljunemiseks. Peale selle on nendel ainetel ebameeldiv lõhn.

Milliseid hügieeninõudeid tuleb täita rõivaste puhtuse säilitamiseks?

Mitte harvem kui kord nädalas tuleb vahetada pesu. Kergeid suverõivaid on vaja samuti tihti pesta. Villaseid rõivaid tuleb iga päev puhastada riideharjaga. Villaste kleitide ja ülikondade määrdumise korral neid pestakse või antakse keemilisse puhastusse.

?

1. Milline tähtsus on riietusel? 2. Missugused on põhilised rõivastele esitatavad nõuded? 3. Missuguste omadustega peab olema talverõivastus ja millistest materjalidest seda valmistatakse? 4. Missugused on põhinõuded suveriietuse suhtes ja milliseid kangaid tuleb kasutada selle valmistamiseks? 5. Mispärast tuleb rõivastus hoida puhas? Kuidas seda teha?

!

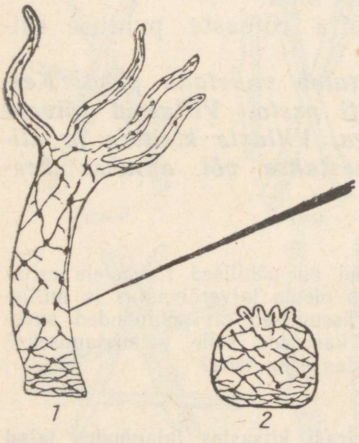
1. Miks peab riietus olema kuiv? 2. Mispärast kitsastes jalanõudes jalad talvel külmetavad, palava ilmaga aga tugevasti kuumenevad? 3. Missuguseid soodsaid tingimusi leiavad mikroobid määrdunud rõivastes?

X. NÄRVISÜSTEEM

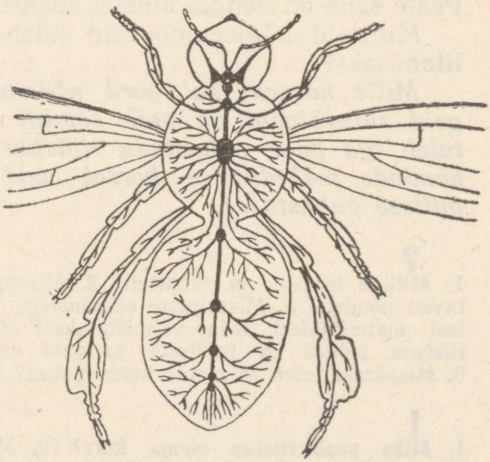
45. Närvisüsteemi areng ja tähtsus

Reaktsioonid ärritustele mitmesugustesse rühmadesse kuuluvatel loomadel ja inimesel. Võime ärritustele reageerida on omane loomadele ja inimesele. Zooloogiast te mäletate, et ainuraksetel loomadel on võime ärrituda. Nad eemalduvad vette asetatud soolakristallist, asuvad valgustatud paikadest ümber pimedamatesse, kogunevad vetikate lähedusse, mis eritavad vette hapnikku. Ärritustele reageerimise võime on omane ainuraksete kogu kehale.

Ainuõõssete hõimkonda kuuluvatel alamatel hulkraksetel loomadel, sellistel nagu hüdrad ja meduusid, on juba olemas väga lihtsa ehitusega närvisüsteem. See kujutab endast tähekujulistest rakkudest koosnevat võrgustikku. Need rakud on oma jätkete abil üksteisega kokkupuutes (joon. 1).



Joon. 1



Joon. 2

Ärritusi vastuvõtvad rakud — retseptorid — asetsevad nende loomade keha välimises rakukihis. Retseptoris tekkinud erutus levib üle kogu närvirakkude võrgustiku ja hüdra organism reageerib ärritusele. Tarvitseb tema keha mingit piirkonda puudutada peene nõelaga (*1*), kui kogu loom tõmbub kokku tombukeseks (*2*).

Kõrgema arengutasemega loomadel ilmub kesknärvisüsteem. Vihmaussil ja lülijalgsetel sarnaneb kesknärvisüsteem ketikesega, millel esinevad paksendid — närvisõlmed ehk ganglionid. Närvisõlmedest siirduvad närvid kõikidesse elunditesse (joon. 2). Zooloogiat õppides tutvusite te mõnede ussidel ja putukatel esinevate refleksidega.

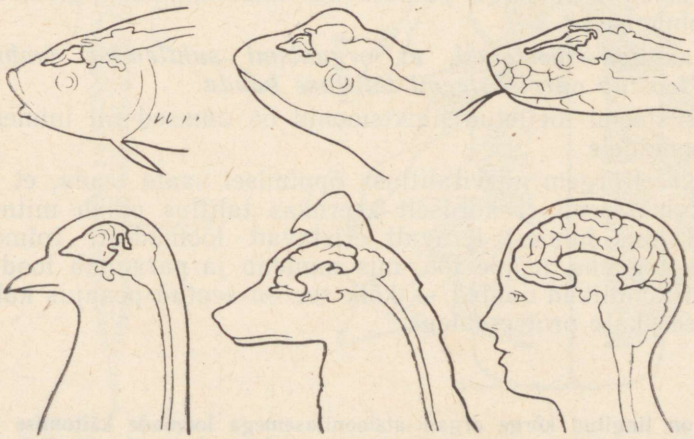
Kõigil selgroogsetel loomadel ja inimesel koosneb kesknärvisüsteem pea- ja seljaajust. Kesknärvisüsteemist lähtuvad närvid keha kõigisse elunditesse.

Koos selgroogsete organisatsiooni keerustumisega — kaladest kuni imetajateni — muutuvad järjest keerukamaks ka nende loomade kesknärvisüsteemi ehitus ja talitlus. Eriti selgesti ilmneb see peaaju arengus. Joonisel 3 on kujutatud selle elundi ehituse järkjärguline keerulisemaks muutumine selgroogsetel.

Joonist vaadeldes võib panna tähele: ***mida kõrgem on selgroogsete loomade organisatsioon, seda võimsamalt on neil arenenud suuraju poolkerad. Sellega seoses muutub närvisüsteemi talitlus üha mitmekesisemaks.***

Kõige kõrgema arengu saavutab närvisüsteem inimesel.

Närvisüsteemi tähtsus. Mitmesuguste elundite talitluse tundmaõppimisel te veendusite, et see toimub alati närvisüsteemi osavõtul.



Joon. 3

Lihaste kokkutõmbumine organismis toimub ainult siis, kui neisse juhitakse erutus kesknärvisüsteemist. Kui vigastada looma hingamiskeskust, lakkavad tal kohe hingamisliigutused.

Sülje ja maomahla nõristumine, higi eritumine, veresoonte valendike suuruse muutumine — kõik need refleksid toimuvad närvisüsteemi osavõtul.

Tähendab, närvisüsteem etendab tähtsat osa organismi talitluse reguleerimises.

Kehalise töö ajal kiireneb organismis ainevahetus. Seoses sellega tugevnevad südame kokkutõmbed, hingamine sageneb ja muutub sügavamaks, töötavates lihastes laienevad veresooned; üheaegselt toimuva veresoonte laienemise ja erituva higi koguse suurenemise tõttu suureneb soojuse äraandmine. Need elundite talitluse muutused on seoses refleksidega, mis etendavad tähtsat osa organismi kohanemises tema elutegevuse konkreetsete tingimustega.

Järelikult on närvisüsteemil suur tähtsus organismi kui terviku erinevate elundkondade ehk organsüsteemide talitluse kooskõlastamises.

Käsitleme teile juba tuntud näidetele tuginedes närvisüsteemi üht kõige keerukamat funktsiooni.

Kui ümbritseva õhu temperatuur langeb, vastab meie organism sellele välistingimuste muutumisele rea refleksidega. Nahas olevad veresooned ahenevad, erituva higi kogus väheneb, südame kokkutõmbumised kiirenevad ja tugevnevad, hingamine sageneb ja muutub sügavamaks.

Astudes palja jalatallaga teravale kivile, tõmbame me jala otsekohe tagasi. See seletub sellega, et naharetseptorite ärritamine kutsub esile jalga painutavate lihasrühmade reflektoorse kokkutõmbumise.

Need näited tõestavad, et organismi suhtlemine ümbruskonnaga teostub närvisüsteemi talitluse kaudu.

Närvisüsteemi loetletud funktsioonid on omased nii inimesele kui ka loomadele.

Peatüki «Kõrgem närvitalitlus» õppimisel saate teada, et inimese närvisüsteemi erakordselt keerukas talitlus omab mitmeid iseärasusi, mis inimest teravalt eristavad loomadest. Inimeste teadvuslik tegevus, nende töö, mis muudab ja parandab loodust, nende ühiskondlikud suhted — kõik see on seotud peaajus kulgevate ülikeerukate protsessidega.

?

1. Millest on tingitud kõrge organisatsioonitasemega loomade käitumise suurem keerukus madalama organisatsioonitasemega loomadega võrreldes? 2. Missuguse elundi arengust sõltub erinevatesse klassidesse kuuluvate selgroogsete

loomade käitumise keerukus? 3. Missuguse elundi areng on aluseks inimese närvisüsteemi erakordselt keerukale talitlusele? 4. Missuguseid funktsioone organismis täidab närvisüsteem?

▲

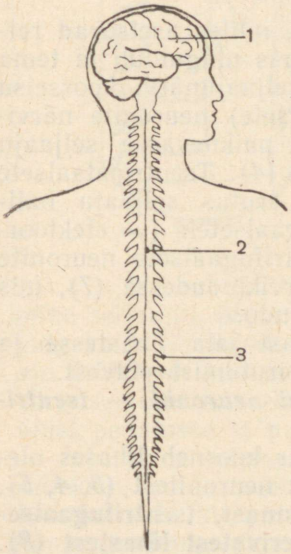
Tuletage meelde, missuguste ussidel ja lülijalgsetel esinevate refleksidega te tutvusite zooloogia kursust õppides. Leidke näiteid, mis tõendavad seda, kuidas vastavalt peaaju ehituse keerustumisele selgroogsetel muutub keerukamaks nende käitumine.

46. Seljaaju ehitus ja talitlus

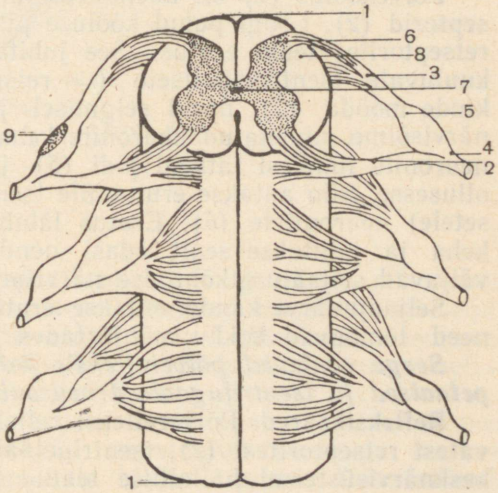
Närvisüsteem ja närvikude. Kesknärvisüsteem koosneb peaajust (värv. tahv. IX ja joon. 4, *1*) ja seljaajust (*2*), perifeerse ehk piirdenärvisüsteemi aga moodustavad kesknärvisüsteemist lähtuvad närvid (*3*).

Üksikasjalikumat tutvumist närvisüsteemi ehituse ja talitlusega alustame seljaaju tundmaõppimisest.

Seljaaju ehitus. Seljaaju paikneb selgroolülide lülikaarte poolt moodustatud luukanalis. Ta on ligikaudu 1 cm jämedune ja ulatub peaajust kuni selgroo nimmeosani. Seljaaju esimesel ja tagumisel pinnal olevad kaks sügavat vagu jaotavad tema paremaks ja vasakuks pooleks. Seljaajust (joon. 5, *1*) lähtub



Joon. 4



Joon. 5

31 paari seganärve (vt. lk. 26) — ***seljaajunärve,*** millest igaüks algab kahe — ***kõhtmise*** (*2*) ja ***selgmise*** (*3*) — ***juurega.*** Teineteisega ühinedes moodustavad mõlemad juured närvi (*4*). Selgmistel juurtel esinevad paksendid — seljaaju närvisõlmed ehk seljaaju ganglionid (*5*). Seljaaju ristlõiget silmitsedes võib näha, et tema sisemine osa koosneb ***hallollusest*** (*6*). Ristlõikes meenutab hallollus kujult lendavat liblikat. Hallolluse keskpaigas kulgeb piki seljaaju kitsas seljaaju kanal (*7*), mis on täidetud seljaajuvedelikuga. Seljaaju välimise (pindmise) kihi moodustab ***valgeollus*** (*8*), mis koosneb närvirakkude ehk neuronite pikkadest jätketest, s. o. närvikiududest. Mõned nendest närvikiududest, suundudes alla- ja ülespoole, ühendavad seljaaju erinevaid osi. Teised närvikiud väljuvad kõhtmiste ja selgmiste juurte kaudu seljaajust ning moodustavad seljaajunärvid. Seljaajunärvide selgmised juured koosnevad tsentripetaalsete neuronite, kõhtmised juured aga tsentrifugaalsete neuronite närvikiududest.

Kui lõigata lõhki seljaajunärvi selgmisel juurel olev paksend (seljaaju ganglion), võib selle sees näha hallolluse kogumikku (*9*), milles paiknevad tsentripetaalsete neuronite kehad.

Põlverefleks. Tutvume inimese ühe lihtsama seljaaju refleksiga — põlverefleksiga. Seda on lihtne jälgida iseenesel. Selleks tuleb istuda, tõsta üks jalg üle teise (värv. tahv. X, I) ning, olles kompamise teel leidnud vabalt rippuva jala põlvekedra all tihke kõõluse, lüüa kergelt selle pihta käelaba või joonlaua servaga. Siis toimub põlveliigeses reflektoorne sirutumine — jalg viskub üles.

Põlvekõõlus (*1*) on ühenduses lihasega, milles asetsevad retseptorid (*2*). Löögi puhul kõõluse pihta lihas pinguldub ja tema retseptorites tekib erutus. See juhitakse seljaajunärvi koosseisu kuuluvate tsentripetaalsete (= retseptoorsete) neuronite närvikiude mööda (*3*) närvi selgmisel juurel paiknevasse seljaaju närvisõlme, nimetatud neuronite kehadesse (*4*). Tsentripetaalsete neuronite lühikesi jätkeid pidi (*5*) jõuab erutus seljaaju hallollusesse. Siin antakse erutus üle tsentrifugaalsetele (= efektoorsetele) neuronitele (*6*). Erutus läbib tsentrifugaalsete neuronite keha ja juhitakse sealt edasi nende närvikiududesse (*7*), mis väljuvad seljaajust kõhtmise närvijuure kaudu.

Seljaajunärvi kaudu antakse erutus edasi jala lihastesse ja need tõmbuvad kokku, põhjustades jala sirutumist põlvest.

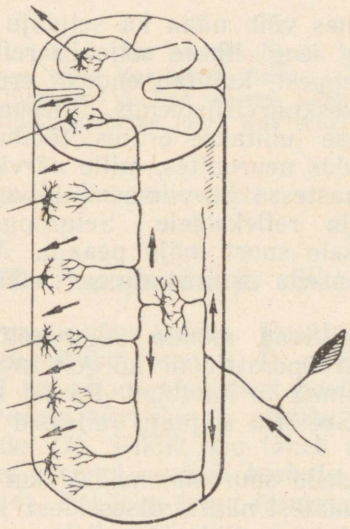
Seega osalevad põlverefleksis kaht liiki neuronid — tsentripetaalsed ja tsentrifugaalsed neuronid.

Refleksikaared. Põlverefleksi refleksikaar koosneb lihases olevatest retseptoritest (*2*), tsentripetaalsetest neuronitest (*3, 4, 5*), kesknärvisüsteemi hallolluse teatud piirkonnast, tsentrifugaalsetest neuronitest (*6, 7*) ja ärritusele reageerivatest lihastest (*8*).

Lihtsaim refleksikaar, näiteks põlverefleksi oma, moodustub kahest neuronist — tsentripetaalsest ja tsentrifugaalsest neuro-

nist. Enamiku teiste seljaaju reflekside refleksikaartes osaleb üks või mitu ***lülineuronit*** (värv. tahv. X, III, *1*), mille vahendusel erutus antakse tsentripetaalselt kulglalt üle tsentrifugaalsele kulglale.

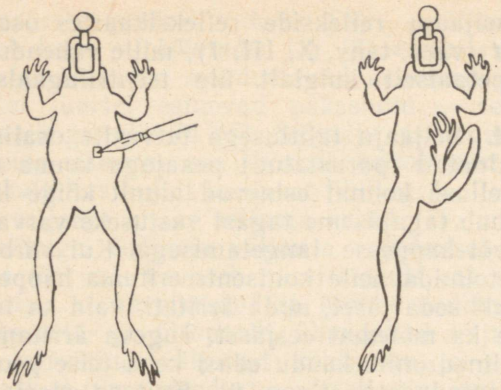
Seljaaju funktsioonid. Seljaaju talitlusega tutvusite osaliselt siis, kui vaatlesite eemaldatud (purustatud) peaajuga konna reflekse. Te mäletate, et sellisel konnal esinevad ainult kõige lihtsamad refleksid; ta tõmbab tagajäseme tagasi vastuseks varvaste ärritamisele näpistuse või happesse langetamisega. Kui varbaid pigistada tugevasti või toimida neile kontsentreerituma happega, liigutab konn mitte ainult seda jäset, mida ärritati, vaid ka teist tagajäset, mõnikord aga ka mõlemat eesjäset. Tugeva ärritamise korral kandub erutus lülineuronite kaudu edasi keha teise poolde ja seljaaju teistesse tasapindadesse (joon. **6**). Erutuse edasiand-



Joon. **6**

mine seljaajus üles- ja allapoole toimub valgeolluses pikisuunas kulgevaid närvikiude mööda. Need närvikiud moodustavad seljaaju ***juhteteed.*** Juhteteed mitte ainult seovad üksteisega erisugusel kõrgusel olevaid seljaaju osasid, vaid juhivad ka erutusi seljaajust peaajusse ja peaajust seljaajusse.

Juhteteede olemasoluga seljaajus seletuvad ka keerukamad refleksid, mida võib täheldada eemaldatud peaajuga konnal. Kui konnale kleepida kõhunahale tükike 1-protsendilise väävelhappega immutatud filterpaberit, siis pühib loom selle ühe, mõnikord ka mõlema tagajäseme liigutustega nahalt maha (joon. **7**).



Joon. 7

Niisuguse konnaga vaatlusi tehes võib näha ka seljaaju refleksi pidurdumist (vt. lk. 27). Ent isegi lihtne seljaaju refleks, näiteks jäseme väljatõmbamine happest, kujutab endast erutus- ja pidurdusprotsesside koostööd kesknärvisüsteemis. Tõepoolest, kui mingi liigese painutajalihasesse juhitakse erutus, tõmbuvad nad kokku. Samal ajal tekib pidurdus neuronites, mille närvikiud siirduvad selle liigese sirutajalihastesse ja viimased lõtvuvad.

Peaaju talitluse mõju seljaaju refleksidele. Selgroogsetel loomadel avaldab seljaaju talitlusele suurt mõju peaaju. Mida kõrgem on looma organisatsioon, seda suuremat osa etendab peaaju tema seljaaju refleksides.

Eemaldatud peaajuga konnal säilivad mõnda aega seljaaju refleksid. Teisiti taluvad niisugust operatsiooni kõrgelt organiseeritud selgroogsed loomad — linnud ja imetajad. Pärast kogu peaaju purustamist nad surevad. Seetõttu seljaaju refleksid kaovad kohe.

Inimesel sõltuvad seljaaju refleksid suuremal määral kui loomadel peaajus toimuvatest ülikeerukatest närviprotsessidest, kuigi ka inimestel täheldatakse mõnesid väga lihtsaid reflekse, nagu näiteks põlverefleks.

Et mõista, kuivõrd suuresti sõltuvad inimesel seljaaju refleksid peaaju talitlusest, tutvume järgmise näitega. On teada juhtumeid, mil selgroo haavamise või -murru tagajärjel vigastub seljaaju ning ühendus selja- ja peaaju vahel katkeb. Selliste haigete seisund on väga raske. Peaaju funktsioneerib neil normaalselt. Ent enamik seljaaju reflekse, mille keskused asetsevad allpool vigastuskohta, kaob. Niisugused inimesed võivad näiteks pöörata pead, teha mälumisliigutusi, muuta silmade vaatesuunda, mõnikord saavad nad liigutada käsi. Nende keha alumine osa on aga täiesti tundetu ja liikumatu. Tal säilivad üksnes väga vähesed, kõige lihtsamad seljaaju refleksid, näiteks põlverefleks. Kuid ka need refleksid erinevad tugevasti tervete inimeste refleksidest.

Seljaaju refleksid on sünnipärased. Need refleksid päranduvad vanematelt järglastele ja säilivad terve närvisüsteemiga inimestel kogu elu kestel. Niisuguseid reflekse nimetatakse tingimatuteks refleksideks.

■

Seljaajunärvi selgmine juur. Seljaajunärvi kõhtmine juur. Lülineuron. Tingimatu refleks.

?

1. Missugune on närvisüsteemi ehitus? 2. Missugune on seljaaju ehitus? 3. Kuidas paiknevad seljaajus hallollus ja valgeollus? 4. Kuidas teostub põlverefleks? 5. Missugused närvirakud ehk neuronid osalevad erinevates refleksikaartes? 6. Milline tähtsus on erutus- ja pidurdusprotsesside koostööl seljaaju reflekside teostumisel? 7. Missuguseid tõendeid peaaju mõjust refleksidele te teate?

!

1. Mis juhtub, kui konnal lõigata läbi tagajäsemesse siirduva seljaajunärvi selgmine juur? Kas sellel jäsemel säilib tundlikkus? 2. Kas konn saab seda jäset liigutada? 3. Kas jäsemel säilib tundlikkus, kui nimetatud närvil lõigata läbi ainult kõhtmine juur? Kas sellel jäsemel säilib liigutusvõime?

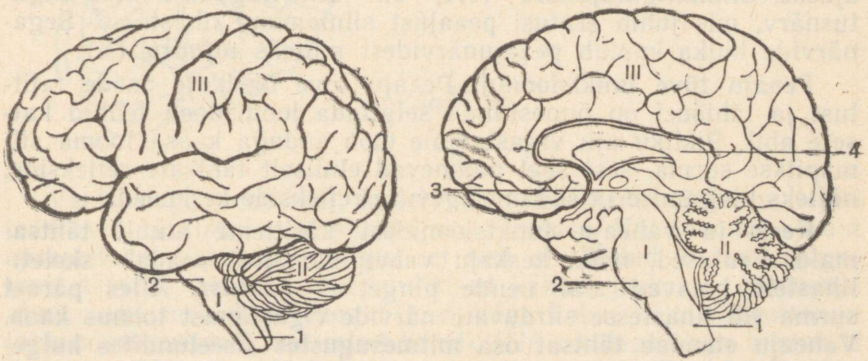
▲

Jälgige iseenesel põlverefleksi.

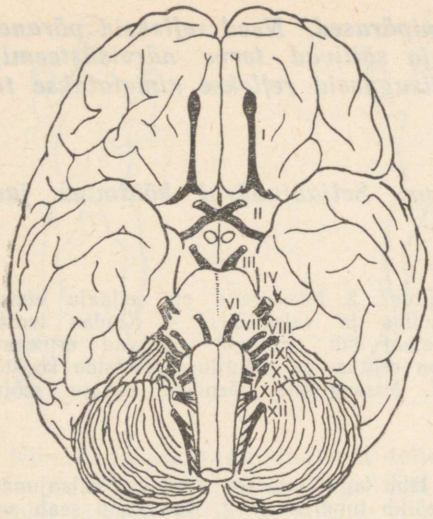
47. Peaaju tüvi ja väikeaju

Peaaju tüve ehitus. Peaaju koosneb mitmest osast: ***tüviosast*** ehk ***ajutüvest*** (joon. 8, I), ***väikeajust*** (II) ja ***otsajust*** ehk ***suurajust*** (mis koosneb kahest ***poolkerast***) (III).

Peaaju tüvi algab ***pikliku ajuga***, mis on seljaaju vahetuks jätkuks (*1*). Piklik aju läheb üle laienenud ***ajusillaks*** (*2*). Ajusillast eespool asetseb ***keskaju*** (*3*) ja sellest veel edasi — ***vaheaju*** (*4*). Peaaegu kogu inimese peaaju tüviosa on ülalt ja külge-



Joon. 8



Joon. 9

delt varjatud suuraju poolkerade (III) ja väikeaju (II) poolt. Piklik aju ja ajusild on nähtavad peaaju altpoolt vaatlemisel (joon. 9). Peaaju tüviosa tervikuna on võimalik näha ainult pikilõikel (joon. 8, *1*, *2*, *3*, *4*).

Peaaju tüves esineb hallollus üksikute kogumikena — ***tuumadena,*** mis paiknevad valgeolluse sees.

Peaajunärvid. Peaajust lähtub 12 paari peaajunärve: esimesed kaks paari närve algavad suuraju poolkeradest, kõik ülejäänud aga ajutüve hallolluse tuumadest. Joonisel 9 on kerge leida tsentripetaalsetest (= tunde-) närvidest näiteks ***nägemisnärvi*** (II) ja ***tasakaalu-kuulmisnärvi*** (VIII), mille kaudu nägemis- ning tasakaalu- ja kuulmiselundeis tekkinud erutused juhitakse peaajusse. ***Silmaliigutajanärv*** (III) on tsentrifugaalne ehk liigutusnärv, mis juhib erutusi peaajust silmamuna lihastesse. Seganärvide hulka kuulub peaajunärvidest näiteks ***uitnärv*** (X).

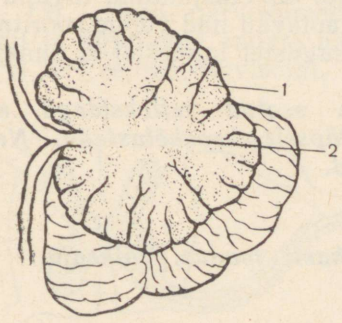
Peaaju tüve funktsioonid. Peaaju tüve üksikute osade talitlust ja tähtsust on õnnestunud selgitada loomadega tehtud katsete abil. Pikliku aju vigastamine toob endaga kaasa looma silmapilkse surma, sest seal paiknevad eluliselt tähtsate reflekside, näiteks hingamise ja südametegevuse reflekside keskused.

Kesk- ja vaheaju funktsioonidest käsitleme ainult tähtsamaid. Erutused, mida keskaju vahetpidamatult saadab skeletilihastele, hoiavad alal nende pinget — ***toonust.*** Alles pärast surma või lihastesse siirduvate närvide vigastamist toonus kaob. Vaheaju etendab tähtsat osa mitmesugustes siseelundites kulgevate füsioloogiliste protsesside reguleerimisel ja kooskõlastamisel.

Peaaju tüve mõned teised funktsioonid selguvad järgmistest loomadel läbiviidud katsetest. Koeral eemaldati suuraju poolkerad ning jäeti vigastamata kogu peaaju tüviosa. Niisugune loom ei surnud. Olles pärast operatsiooni paranenud, hakkas koer jalgadele püsti tõusma ja käima. Vette visatuna ta ujus. Puudutamisel hakkas koer kohe häälitsema. Kui talle aga pikka aega süüa ei antud, tõusis koer püsti ning lonkis rahutult edasi-tagasi. Niisuguste koertega toimetatud vaatlused aitasid teha kindlaks, et peaaju tüve nende osade funktsioonid, mis paiknevad piklikust ajust kõrgemal, on seotud keeruka tingimatu-reflektoorse talitlusega, millega tagatakse koordineeritud liigutused — seismine, käimine, jooksmine, ujumine, samuti sünnipärased ***instinktiivsed*** reaktsioonid, näiteks toitumis- ja kaitsereaktsioonid.

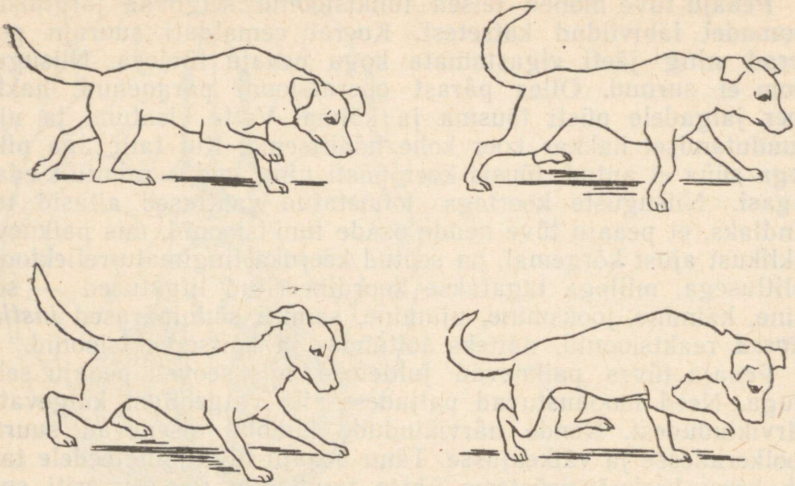
Peaaju tüves paiknevad juhteteed, mis seovad peaaju seljaajuga. Need moodustuvad paljudest piki valgeollust kulgevatest närvikiududest. Nende närvikiudude kimbud sisenevad suuraju poolkeradesse ja väikeajusse. Tänu peaaju tüve juhteteedele talitleb kogu kesknärvisüsteem ühtse tervikuna. Peaaju, eriti suuraju poolkerade talitlus avaldab mõju igale seljaaju refleksile.

Väikeaju ehitus ja talitlus. Väikeaju (joon. **10**) asetseb peaaju kuklaosas, vahetult pikliku aju peal. Väljastpoolt on ta kaetud hallollusega (*1*), mis moodustab väikeaju koore ja koosneb neuronite kehadest. Väikeaju sees asetseb valgeollus (*2*), mis moodustub neuronite närvikiududest. Väikeajust väljuvad neuronite närvikiud ühendavad teda kesknärvisüsteemi teiste osadega.



Joon. **10**

Vaatlustega loomadel, kellel oli eemaldatud väikeaju, tegid teadlased kindlaks selle peaaju osa tähtsuse. Kui loomad pärast operatsiooni paranesid, selgus, et neil oli läinud kaduma liigutuste täpsus. Loomad olid suutelised käima, jooksma, hüppama, ujuma, ent seda kõike tegid nad väga kohmakalt. Käimisel ja jooksmisel asetasid nad jalad harali, lõid nendega liiga tugevasti vastu maad, vaarusid kahele poole (joon. **11**). Mõne aja möö-



Joon. 11

dudes pärast väikeaju eemaldamist hakkas liigutuste ebatäpsus vähenema.

See seletub sellega, et kesknärvisüsteemi teiste osade talitlus korraldus ümber ning nad võtsid enda peale kadumaläinud väikeaju mõned funktsioonid. Eemaldatud väikeajuga linnud kaotavad lennuvõime. Nad vehklevad abitult tiibadega ega suuda püsida õhus. Kui inimestel haiguse või õnnetusjuhtumi tagajärjel häirub väikeaju normaalne talitlus, kaotavad nad võime sooritada täpseid, koordineeritud liigutusi. Niisugustel inimestel ei õnnestu näiteks ajada niiti läbi nõelasilma.

Tähendab, väikeaju talitlus on seotud refleksidega, mis võimaldavad liigutusi üksteisega täpselt kooskõlastada. Need on sünnipärased, tingimatud refleksid.

■

Piklik aju. Keskaju. Vaheaju. Lihaste toonus. Väikeaju.

?

1. Missugustest osadest koosneb peaaju tüvi? 2. Missuguseid funktsioone täidavad piklikust ajust kõrgemal paiknevad peaaju tüve osad? 3. Missuguseid peaajunärve te teate?

▲

Tuletage zooloogiast meelde, missuguste selgroogsete klasside esindajatel on tugevasti arenenud väikeaju. Selgitage, milliste nende loomade eluviisi iseärasustega on seotud väikeaju niisugune areng.

48. Vegetatiivne närvisüsteem

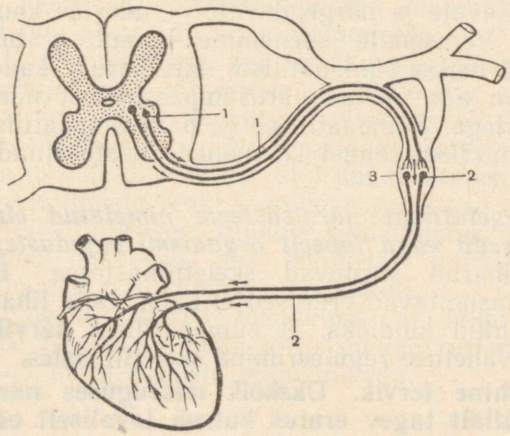
Vegetatiivse närvisüsteemi iseärasused. Enamik refleksidest, millega te tutvusite peatüki «Närvisüsteem» eelmistes paragrahvides, on organismi liigutusreaktsioonid mitmesugustele ärritustele. Niisugused on näiteks seljaaju refleksid. Kuid eelmisi peatükke õppides puutusite kokku ka teistsuguste refleksidega. Nendest mainigem süljenõristusreflekse, südametegevuse, veresoonte valendike suuruse ja higi eritumise reguleerimist närvisüsteemi poolt.

Need ja paljud teised refleksid teostuvad perifeerse ehk piirdenärvisüsteemi ühe osa — vegetatiivse närvisüsteemi — vahendusel.

Vegetatiivsed närvid on mõnevõrra erinevad nendest närvidest, mida te juba tunnete. Käsitleme mõnesid nendest erinevustest.

Te mäletate, et skeletilihaste kokkutõmbumist esilekutsuvad erutused juhitakse lihastesse nende tsentrifugaalsete neuronite närvikiudude poolt, mille kehad paiknevad kesknärvisüsteemi hallolluses. Niisugused närvikiud esinevad näiteks seljaajunärvides.

Vegetatiivsetes närvides on tsentrifugaalsete neuronite paigutus teistsugune. Nende närvide poolt kesknärvisüsteemist elunditesse juhitavad erutused lähevad läbi kahe teineteisega järjestikku asetseva neuroni (joon. **12**). Esimeste neuronite (*1*) kehad paiknevad kesknärvisüsteemis. Erutus läheb esimestelt neuronitelt teistele neuronitele (*2*) üle ***närvisõlmedes*** ehk ganglionides (*3*). Need närvisõlmed asetsevad väljaspool kesknärvisüsteemi ja kujutavad endast hallolluse kogumikke. Iga vegetatiivse närvi teel esineb närvisõlm.



Joon. 12

Vegetatiivseid närve pidi juhitakse erutus edasi aeglasemalt kui teisi perifeerseid närve pidi.

Vegetatiivse närvisüsteemi osad. Vegetatiivses närvisüsteemis eristatakse kahte — ***sümpaatilist*** ja ***parasümpaatilist*** osa.

Vegetatiivse närvisüsteemi sümpaatiline osa (nn. sümpaatiline närvisüsteem) (värv. tahv. XI) on seotud seljaajuga (*1*), kus asetsevad esimeste sümpaatiliste neuronite kehad. Nende neuronite kesknärvisüsteemist väljuvad närvikiud lõpevad sümpaatilistes närvisõlmedes (*2*), mis paiknevad kahe ahelana kummalgi pool seljaaju. Nendes närvisõlmedes asetsevad teiste sümpaatiliste neuronite kehad. Need neuronid on ühenduses elunditega (*3*).

Vegetatiivse närvisüsteemi parasümpaatiline osa (nn. parasümpaatiline närvisüsteem) moodustub mitmest närvist, mis lähtuvad peaaju tüvest ja seljaaju alumisest osast. Nende närvide hulgas on suure tähtsusega kümnes peaajunärvide paar, mis lähtub piklikust ajust. Need on uitnärvid (*4*). Oma nime on uitnärvid saanud sellest, et nende harusid võib leida väga paljudes elundites, näiteks südames, paljudes veresoontes, maos, sooltorus. Erinevalt sümpaatilistest närvidest moodustavad parasümpaatilised närvid ganglione ehk närvisõlmi (*5*) mitte kesknärvisüsteemi läheduses, vaid nende elundite juures või seintes, kus lõpevad närvide harud.

Vegetatiivse närvisüsteemi funktsioonid. Organismis vegetatiivse närvisüsteemi osavõtul toimuvad protsessid on väga mitmekesised. Vaatleme neist mõnesid teile juba tuntud näidete põhjal. Te mäletate, et erutused, mis südamelihasele antakse edasi elundite talitlust kiirendavaid närve pidi, suurendavad südame kokkutõmbumiste sagedust ja jõudu. Need närvid kuuluvad vegetatiivse närvisüsteemi sümpaatilisse ossa. Vastupidist toimet südametegevusele avaldavad parasümpaatiliste — elundite tegevust aeglustavate ja nõrgendavate — närvide kaudu edasiantavad erutused. Veresoonte ahenemine toimub erutuste tagajärjel, mis saabuvad neisse sümpaatiliste närviharude kaudu, veresoonte laienemine on aga seotud parasümpaatilistest närviharudest tulevate erutustega. Sümpaatilised ja parasümpaatilised närvid avaldavad vastandlikku toimet ka mõnede teiste elundite talitlusele (tabel 5).

Seega reguleerib vegetatiivne närvisüsteem nimetatud elundite tööd ja kohandab seda väga täpselt organismi vajadustega.

Sümpaatilised närviharud siirduvad skeletilihastesse. Ent nende närvide kaudu edasiantavad erutused ei kutsu esile lihaste kokkutõmbumist. On tehtud kindlaks, et sümpaatiliste närviharude kaudu toimub ainevahetuse reguleerimine skeletilihastes.

Närvisüsteem kui ühtne tervik. Ükskõik missuguses närvisüsteemi osas tekkiv küllalt tugev erutus kutsub tavaliselt esile

Tabel 5

Vegetatiivse närvisüsteemi mõju mõnede elundite talitlusele

	Süda	Veresoo-ned	Magu	Sooltoru	Silmaava
Sümpaatilisi närve pidi juhitavad erutused	Kokkutõmbumiste sagenemine ja tugevnemine	Ahenemine	Maomahla eritumise ja mao liigutuste nõrgenemine	Lainetuse-taoliste kokkutõmbumiste nõrgenemine	Avardumine
Parasümpaatilisi närve pidi juhitavad erutused	Kokkutõmbumiste aeglustumine ja nõrgenemine	Laienemine	Maomahla eritumise ja mao liigutuste intensiivistumine	Lainetuse-taoliste kokkutõmbumiste tugevnemine	Ahenemine

palju reflekse, mis kõik koos tingivad organismi kui terviku reaktsiooni. Nendes refleksides osalevad ühiselt nii kesknärvisüsteem kui ka perifeerne ehk piirdenärvisüsteem, eriti piirdenärvisüsteemi vegetatiivne osa. Tutvume sellega näidete abil.

Hiirt söövale kassile lähenes koer. Vaenlast nähes võttis kass sisse kaitseasendi: skeletilihased tõmbusid pingule, selg küüru, saba hakkas liikuma. Üheaegselt sellega ilmnesid ka vegetatiivse närvisüsteemi sümpaatilise osa erutumisega seoses olevad reaktsioonid: südame kokkutõmbumised sagenesid ja tugevnesid, hingamine kiirenes ja muutus sügavamaks. Ainevahetus skeletilihastes kiirenes, karvad tõusid püsti, silmaavad suurenesid, sülje ja maomahla nõristumine aga lakkas. Niisugused keerukad kaitsereaktsioonid mobiliseerivad kogu organismi hädaohu momendil selle ületamiseks.

Kogu organismi kui terviku niisugused reaktsioonid on iseloomulikud ka inimestele. Kui söömise ajal torkab kalaluu inimese suulaesse, tõmbuvad reflektoorselt kokku tema näo miimilised lihased ja nägu omandab piinatuse ilme; keele liigutustega ja võib-olla ka käe abil püüab inimene luud eemaldada. Üheaegselt lihaste reaktsioonidega toimuvad muudatused ka mitmete elundite talitluses: südame kokkutõmbed tugevnevad, naha veresooned ahenevad, mis põhjustab naha kahvatumist, sülje ja maomahla nõristumine aga peatub.

Esitatud näited tõendavad, et kogu närvisüsteem talitleb ühtse tervikuna. Selle tõttu suudab organism kohaneda ümbruskonna mitmesuguste mõjustustega.

■

Vegetatiivne närvisüsteem. Vegetatiivsed närvisõlmed. Vegetatiivse närvisüsteemi sümpaatiline osa. Vegetatiivse närvisüsteemi parasümpaatiline osa.

?

1. Missugused on vegetatiivse närvisüsteemi ehituse karakteersed iseärasused? 2. Kuidas mõjutavad vegetatiivse närvisüsteemi sümpaatiline ja parasümpaatiline osa mõnede elundite talitlust? 3. Missugune tähtsus on nii sümpaatiliste kui ka parasümpaatiliste närviharude olemasolul elundites? 4. Missugused faktid tõestavad, et närvisüsteem inimestel ja loomadel talitleb ühtse tervikuna?

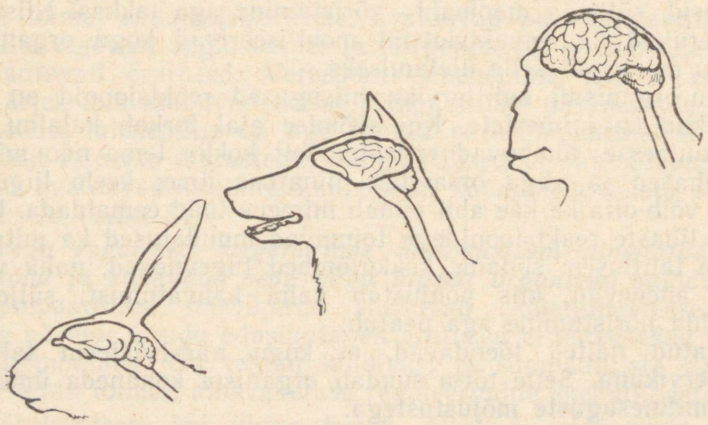
!

Peamiselt missugune vegetatiivse närvisüsteemi osa — sümpaatiline või parasümpaatiline — on erutatud füüsilise töö ajal? Aga söömise ajal?

49. Suuraju poolkerad

Suuraju areng selgroogsetel loomadel. Mida kõrgem on looma organisatsioon, seda enam on tal arenenud suuraju poolkerad (joon. **13**).

Kaladel on peaaju võrreldes keha mõõtmetega väga väike (lk. 175, joon. 3), suuraju poolkerad aga moodustavad peaajust ainult väikese osa. Suuraju poolkerade pinnal puudub hallollus — ajukoor. Suuraju eemaldamine ei kutsu esile olulisi muutusi kalade käitumises. Konnal on suuraju poolkerad tunduvalt suuremad. Kuid pärast nende eemaldamist käitub ka konn peaaegu samuti nagu enne. Roomajatel on suuraju poolkerad veelgi massiivsemad. Eesosas on nende pind kaetud hallollusega.



Joon. 13

See on ***suuraju poolkerade koore*** alge. Pärast suuraju eemaldamist muutub roomajate käitumine tunduvalt.

Lindudel on suuraju poolkerad peaaju muudest osadest suuremad ja neil on märksa rohkem arenenud ajukoor kui roomajatel. Lind, kellel suuraju on eemaldatud, erineb oma käitumiselt järsult normaalsest: ta istub tundide viisi liikumatult, norgus ja suled kohevil, neelab alla temale nokka valatud vee või sinna asetatud viljatera; õhku visatult niisugune lind lendab, ent maha laskunult muutub uuesti liikumatuks ja kogu oma ümbruse suhtes ükskõikseks.

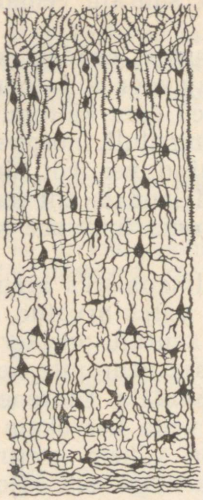
Imetajatel saavutavad suuraju poolkerad silmapaistva arengu. Nad varjavad enda all kõiki teisi peaaju osi, välja arvatud osa piklikust ajust ja väikeajust. Ajukoor katab suuraju poolkerade pinda kogu ulatuses ja koosneb tohutust hulgast neuronite kehadest. Neuronite hulk kasvab koos ajukoore pindala suurenemisega ning mida suurem on ajukoore pindala, seda keerukam on looma käitumine. Küülikul, kelle käitumine on vähem keerukas kui paljudel teistel imetajatel, on ajukoor peaaegu sile (joon. 13). Koeral koosneb ta suurest arvust kurdudest, mis kannavad ***käärude*** nimetust. Käärude vahel asetsevad sügavad kitsad ***vaod.*** Niisugune keeruline ehitus suurendab suuraju poolkerade koore pinda.

Eemaldatud suuraju poolkeradega koerte käitumisega olete te juba osalt tuttavad. Pärast operatsiooni muutuvad loomad täiesti abituks. Nagu eemaldatud suuraju poolkeradega linnudki, pole nad suutelised iseseisvalt sööma ega jooma. Toidu välimus ja lõhn ei kutsu neil esile seedemahlade nõristumist. Koerad lakkavad reageerimast oma hüüdnimele ega tunne ära inimest, kes neid iga päev toidab. Kui viia nende juurde iidne vaenlane kass, ei reageeri nad ka sellele. Kui ähvardada eemaldatud suuraju poolkeradega koera kepiga lüüa, jääb loom liikumatult lebama.

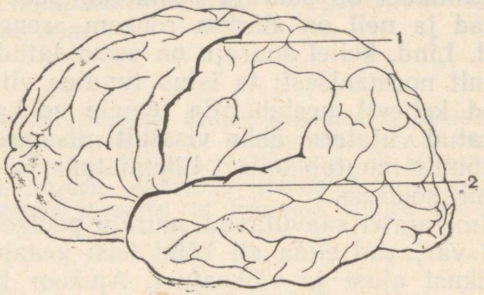
Teiste sõnadega, ***suuraju poolkerade eemaldamisel kaovad imetajatel kõik elu jooksul omandatud tingitud refleksid, samuti kaob võime uusi reflekse kujundada.***

Inimese suuraju poolkerad. Kõige enam on suuraju poolkerad arenenud inimesel. Neid kattev ajukoor koosneb ligikaudu 14 miljardist neuroni kehast (joon. **14**). Need neuronid on väga erineva kuju ja talitlusega. Arvukad vaod ja käärud suurendavad ajukoore pindala, mis on keskmiselt 2000—2500 cm^2. Rohkem kui $^2/_3$ ajukoore pindalast on peidus vagude kitsastes sügavates lõhedes.

Ajukoore all paiknev valgeollus koosneb tohutust hulgast neuronite närvikiududest. Need närvikiud ühendavad suuraju poolkerasid peaaju tüvega, väikeajuga ja seljaajuga. Suuraju poolkeradest siirduvad peaaju tüvesse jämedad närvikiudude kimbud. Joonisel 8, *4* (lk. 181) on selgesti näha suuraju paremat ja vasakut poolkera omavahel ühendav mõhnkeha, mis koosneb



Joon. 14



Joon. 15

samuti närvikiududest. Suuraju valgeolluses asetsevad hallolluse kogumikud — «vahejaamad», mille kaudu toimub erutuste edasiandmine ajukoorde ja sellest välja. Need kogumikud kannavad koorealuste keskuste ehk basaaltuumade nimetust. Kummagi suuraju poolkera pind jaguneb väga sügavate vagude (joon. **15**) abil ***sagarateks.*** Peaajus eristatakse suuraju poolkerade ***lauba-*** (värv. tahv. XII, I, *1*), ***kiiru-*** (*2*), ***oimu-*** (*3*) ja ***kuklasagarat*** (*4*). Kõige sügavamad vaod on tsentraalvagu (joon. 15, *1*), mis eraldab laubasagarat kiirusagarast, ja külgmine suurajuvagu (*2*), mis piirab oimusagarat.

Ajukoore tähtsus. Suuraju poolkerade koore funktsioonid on väga keerukad ja mitmekesised. Katsed loomadega on aidanud neid funktsioone selgitada. Koertel eemaldati üksikud ajukoore piirkonnad, seejärel aga jälgiti, kuidas muutub opereeritud loomade käitumine. Mõnikord kahjustub suuraju poolkerade koor osaliselt ka inimestel. See juhtub näiteks ajuhaiguste ja koljuhaavade tagajärjel. Niisuguste haigete juures korraldatud vaatlused etendasid samuti suurt osa ajukoore üksikute piirkondade füsioloogilise tähtsuse kindlakstegemisel.

Pärast ajukoore purustamist kuklasagaras käitub opereeritud koer nagu pime, hoolimata sellest, et tema silmad on täiesti terved. Ta ei erista ümbritsevaid esemeid ja on kaotanud võime nägemise abil orienteeruda. Analoogilised nähud ilmnevad ka haigetel inimestel, kui neil on vigastatud ajukoor kuklasagaras.

Niisuguste katsete ja vaatluste põhjal tehti järeldus, et aju-

Pavlov, Ivan Petrovitš (26. september 1849 — 27. veebruar 1936) — vene füsioloog, materialistliku õpetuse looja loomade ja inimese kõrgema närvitalitluse kohta.

1883. a. kaitses ta väitekirja «Südame tsentrifugaalsed närvid».

1897. a. ilmus trükist Pavlovi töö «Loengud peamiste seedenäärmete tööst», mille eest talle 1904. aastal omistati Nobeli preemia.

1903. a. avaldas Pavlov uurimuse «Eksperimentaalne psühholoogia ja psühhopatoloogia loomadel».

1922. a. lõi Pavlov õpetuse elundite troofilisest innervatsioonist.

1923. a. ilmus trükist tema töö «Loomade kõrgema närvitalitluse (käitumise) objektiivse uurimise kahekümneaastane kogemus. Tingitud refleksid».

1927. a. anti välja Pavlovi «Loengud suuraju poolkerade tööst».



koore kuklasagaras asetseb ***nägemispiirkond*** ehk nägemiskeskus (värv. tahv. XII, II, *1*).

Nägemisärrituste eristamine on võimalik ainult siis, kui ajukoore see piirkond on vigastamata.

Pärast seda kui koeral purustatakse ajukoore piirkond oimusagaras, lakkab ta eristamast helisid ja käitub nii, nagu oleks ta kurt. Sedasama nähet täheldatakse inimestel, kellel on häiritud nimetatud piirkonna talitlus.

Suuraju poolkerade koore oimusagaras paikneb ***kuulmispiirkond*** (*2*). Kuulmispiirkonda läbivad heliärrituste eristamisega seotud reflekside refleksikaared.

Kui vigastatud on tsentraalvaoga piirnevad ajukoore osad, häiruvad katseloomadel ja haigetel inimestel liigutused ning kaob võime eristada naha retseptorite poolt vastuvõetavaid ärritusi.

Mõlemal pool tsentraalvagu olevates ajukoore osades paikneb ***tunde-motoorne piirkond*** (*3*, *4*).

Kummagi poolkera sisepinnal asetsevad ***maitsmis-*** ja ***haistmispiirkonnad*** (*5*).

Oma ehituselt ja talitlustelt on inimese peaaju koor tunduvalt keerukam kui imetajate loomade ajukoor. Mõned ajukoore piirkonnad on iseloomulikud ainult inimesele. Ajukoore nende alade talitluse häired põhjustavad mitmesuguseid kõnehäireid ja isegi kõnevõime täielikku kaotust. Ajukoore neid piirkondi läbivad kõnevõimega seosesolevate reflekside refleksikaared.

Katsed loomadega ja ajukoore talitluse häirete jälgimine inimestel on aidanud teha kindlaks, et iga elundi talitlus allub

suuraju poolkerade koore kontrollile. Samuti on õnnestunud teha kindlaks, et ükskõik missuguse seljaaju refleksi või peaaju tüviosa talitlusega seosesoleva refleksi puhul antakse erutus juhteteid kaudu edasi ajukoore teatud kindlatesse piirkondadesse. Tänu ajukoores toimuvatele väga keerukatele protsessidele on organismi reflektoorsed reaktsioonid erakordselt täpsed. Nende omavahel koordineeritud reaktsioonide abil kohaneb organism ümbruskonna pidevalt muutuvate tingimustega. ***Imetajate loomade ja inimese suuraju poolkerade koort läbivad kõigi nende reflekside refleksikaared, mis organismidel kujunevad välja nende eluajal, s. t. kõigi tingitud reflekside refleksikaared.***

I. P. Pavlovi klassikalised uurimused, mille tulemusena avastati tingitud refleksid, panid aluse uuele suunale ajukoore funktsioonide uurimises.

Viimastel aastatel töötab teadus välja uusi meetodeid ajukoores toimuvate närviprotsesside tundmaõppimiseks. On õnnestunud teha kindlaks, et peaajus tekivad pidevalt väga nõrgad elektrivoolud. Need muutuvad sõltuvalt peaaju talitluse iseloomust. Spetsiaalsete registreerivate seadeldiste abil kirjutatakse need voolud üles. See uurimismetoodika võimaldab sügavamalt mõista suuraju poolkerade koores toimuvaid ülikeerukaid protsesse.

■

Käärud. Vaod. Nägemispiirkond. Kuulmispiirkond. Tundemotoorne piirkond. Haistmis- ja maitsmispiirkond.

?

1. Kuidas on kulgenud suuraju areng selgroogsetel loomadel, alates kaladest ja lõpetades imetajatega? 2. Milles seisneb erinevus imetajate ja selgroogsete teiste klasside esindajate vahel suuraju ehituses? 3. Missugused on inimese suuraju poolkerade ehituse põhilised iseärasused? 4. Missugustest sagaratest koosnevad inimese ja imetajate loomade suuraju poolkerad? 5. Missugused ajukoore eri piirkonnad esinevad ainult inimesel? 6. Millist tähtsust inimestele ja imetajatele loomadele omab suuraju poolkerade koor? 7. Missuguseid uurimismeetodeid kasutatakse suuraju poolkerade koore funktsioonide tundmaõppimisel?

!

Miks peaajuoperatsioonide puhul sooritavad haiged mittetahtlikke liigutusi, näiteks käega või jalaga, kui kirurg puudutab (riivab) tsentraalvaost eespool paiknevaid ajukoore alasid?

XI. MEELEELUNDID

50. Meeleelundite tähtsus

Meeleelunditest üldiselt. Meeleelundid etendavad väga tähtsat osa organismi suhtlemises ümbruskonnaga. ***Nägemis-, kuulmis-, haistmis-*** ja ***maitsmiselundites,*** samuti nahas olevates ***tundlikkuselundites*** tekivad ümbruskonnast tulevate ärrituste toimel erutused, mis juhitakse närvide kaudu kesknärvisüsteemi. Suuraju poolkerade koore piirkondades (keskustes) toimub meeleelundite retseptorite poolt vastuvõetavate ärrituste eristamine. Näiteks ajukoore nägemispiirkonnas eristatakse (diferentseeritakse) nägemiselundi poolt vastuvõetavad ärritused: esemete kuju, mõõtmed, värvus, esemete valgustatus. Ajukoore kuulmispiirkonnas eristatakse kuulmiselundi poolt vastuvõetavate helide tugevus, iseloom, kõrgus. Kui erutused naha tundlikkuselundeist (retseptoreist) saabuvad ajukoore tunde-motoorsesse piirkonda, aistime me puudutatavate esemete pinna iseloomu: siledust või krobelisust, kuju, temperatuuri. Selles piirkonnas toimub ka nahast tulevate valuärrituste eristamine. Maitsmis-, haistmisjt. meeleelundite retseptorite poolt vastuvõetavad ärritused diferentseeritakse samuti suuraju poolkerade koore vastavates piirkondades.

Mitmesugustest meeleelunditest peaajju saabuvate signaalide tõttu orienteeruvad inimene ja loomad neid ümbritsevas olukorras ning on suutelised sobival viisil reageerima selle olukorra muutumistele.

Retseptorite omadused. Meie organismis on palju erinevat liiki retseptoreid, mis on ühenduses suuraju poolkerade koore erinevate piirkondadega. Ühte liiki retseptorid võtavad vastu ainult teatud kindlaid ärritusi. Näiteks ühed nahas olevad retseptorid ärrituvad puudutuste, teised — külma, kolmandad — sooja peale; neljandad retseptorid on aga võimelised vastu võtma ainult valuärritusi. Maitsmisretseptorid paiknevad suuõõnes. Nad ärrituvad lahustunud ainete keemilisel toimel. Ninaõõne limas-

kestas asetsevad haistmisretseptorid ärrituvad lõhnavate gaasiliste ainete toimel. Silma retseptorid ärrituvad päikesekiirte, kõrva retseptorid aga helilainete mõjul. Vastavate ärrituste toimel tekib retseptorites erutus. See juhitakse suuraju poolkerade koore teatud kindlasse, nende retseptoritega ühenduses olevasse piirkonda.

Tähendab, igas retseptoris saab erutus tekkida ainult teatud kindlate ärritajate toimel.

Analüsaatorid. I. P. Pavlov tegi kindlaks, et loomadele ja inimestele omane ärrituste täpne eristamine algab retseptoritest, milles erutus tekib teatud kindlate ärritajate toimel. Seejärel, nagu te mäletate, juhitakse erutus närvide kaudu suuraju poolkerade koore vastavasse piirkonda, kus toimub ärrituste lõplik diferentseerimine. Seega moodustavad retseptorid, närv ja ajukoore teatud kindel piirkond ühtse terviku, mis tagab ärrituste vastuvõtmist ja eristamist organismi poolt.

Retseptoreid koos nendest lähtuva närvi ja ajukoore vastava piirkonnaga nimetas I. P. Pavlov analüsaatoriks.

Kui vigastada analüsaatori kolmest osast ükskõik missugust, kaob koos sellega võime eristada teatud liiki ärritusi. Näiteks võib nägemise kaotus inimesel olla tingitud nii silma retseptorite haiguslikust muutumisest kui ka nägemisnärvi talitluse häiretest ja samuti suuraju poolkerade koore nägemispiirkonna vigastamisest.

Ümbritseva maailma tajumise kogu rikkus tuleneb inimestel paljude analüsaatorite — nägemis-, kuulmis-, haistmis-, maitsmis- ja nahaanalüsaatori — kooskõlastatud talitlusest.

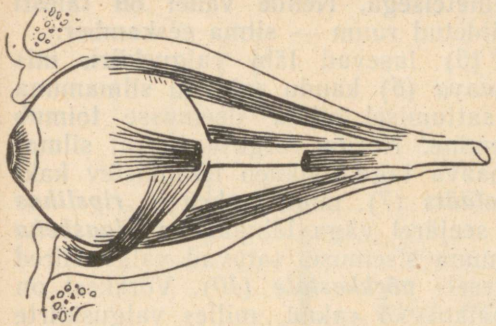
■

Meeleelundid. Analüsaatorid.

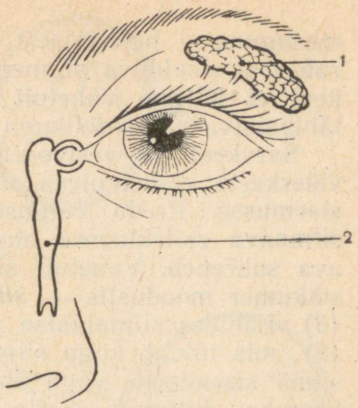
51. Nägemiselund

Nägemise tähtsus. Meie poolt ümbruskonnast vastuvõetavate ärrituste hulgas on eriti suure tähtsusega nägemisärritused. Tänu nägemisele eristame meid ümbritsevaid esemeid ja märkame õigeaegselt hädaohtu. Kuid nägemine on inimesel, võrreldes kõigi teiste organismidega, omandanud erakordselt suure tähtsuse. Nägemine etendab määratu suurt osa inimeste igat liiki tööalases tegevuses. On ju kõigil teada, kui pikaajalist ja visa tööd läheb vaja selleks, et anda pimedale võimalus osa võtta ühiskonnale kasulikust tööst.

Paljude aastatuhandete jooksul talletab inimkond hiiglaslikul hulgal kogemusi; arenevad teadus ja kunst. Kõik need kogemused pärandatakse järeltulevatele põlvkondadele raamatute, kirjasõna



Joon. 1



Joon. 2

kaudu, mida võtame vastu nägemise abil. Looduse ilu kogu selle mitmekesisuses, maalikunsti, skulptuuri, ehituskunsti ja filmikunsti tööd võetakse samuti vastu nägemise abil ning need arendavad meie ilumeelt.

Silma ehitus. Silm paikneb kolju süvendis, mida nimetatakse silmakoopaks. Silmakoopa luudelt siirduvad kerakujulise silmamuna välispinnale lihased (joon. 1), mis silmamuna pööravad. Silma ümbritsevad elundid (joon. 2) kaitsevad teda kahjulike väliste mõjutuste vastu. Kulmukarvad juhivad kõrvale laupa mööda allavalguvad vedelikud (näiteks higi), ripsmed takistavad tolmukübemete sattumist silma. Silma kaitseelundite hulka kuuluvad ka pisaranääre (*1*), mis paikneb silmakoopa ülemises külgmises nurgas. Pisaranääre eritab pisaravedelikku, mis pidevalt niisutab silmamuna pinda ega lase silma välimise kihi elusatel rakkudel kuivada, soojendab silmamuna ja uhub silmast välja sinna sattunud võõrkehakesed. Seejärel voolab pisaravedelik silmakoopa sisemisest nurgast pisarakanali (*2*) kaudu ninaõõnde. Silmamuna pinnal asetsevad silma pööravad lihased (joon. 1). Tutvume silma ehitusega värvilise tahvli XIII, *I* abil.

Silma väljastpoolt kattev, tihedast sidekoest koosnev ***kõvakest*** (*1*) kaitseb silma mehhaaniliste ja keemiliste vigastuste, samuti võõrkehakeste ja mikroorganismide sissetungi eest. Silma eesosas läheb kõvakest üle läbipaistvaks ***sarvkestaks*** (*2*), mis nagu klaasaknake laseb vabalt läbi valguskiiri.

Silma keskmine kest — ***soonkest*** (*3*) — on põimitud läbi tihedast veresoonte võrgustikust, mis varustavad silmamuna verega. Selle kesta sisepinnal asetseb õhukese kihina värvaine — must pigment, mis neelab valguskiiri. Silma eesosas, sarvkesta vastas läheb soonkest üle ***vikerkestaks*** (*4*), mille värvus võib olla mit-

mesugune — helesinisest kuni mustani. Vikerkesta värvuse määrab seal sisalduva pigmendi kogus ja koostis. Sarvkest ja vikerkest ei külgne vahetult teineteisega. Nende vahel on täiesti läbipaistva vesivedelikuga täidetud ruum — silma eeskamber.

Sarvkest ja vesivedelik (*5*) lasevad läbi valguskiiri, mis vikerkesta keskel oleva ***silmaava*** (*6*) kaudu satuvad silmamuna sisemusse. Ereda valguse sattumisel silma sisemusse toimub silmaava reflektoorne ahenemine. Nõrga valguse korral silmaava suureneb. Vahetult silmaava taga paikneb läbipaistev kaksikkumer moodustis — ***silmalääts*** (*7*), mida ümbritseb ***ripslihas*** (*8*). Läbides silmaläätse ja seejärel väga läbipaistva ***klaaskeha*** (*9*), mis täidab kogu silmamuna sisemuse, satuvad valguskiired silma sisemisele, väga õhukesele ***võrkkestale*** (*10*). Võrkkest on keeruka ehitusega. Selles paiknevad rakud, milles valguskiirte ärrituse toimel tekib erutus. Need on ***valgusärritusi vastuvõtvad meelerakud*** ehk ***nägemisretseptorid.*** Valgusärritusi vastuvõtvatest meelerakkudest juhitakse erutus edasi ***nägemisnärvi*** (*11*) koondunud neuronite närvikiude mööda. Nägemisnärvi kaudu satub erutus peaajju.

■

Kõvakest. Sarvkest. Soonkest. Vikerkest. Silmaava. Silmalääts. Klaaskeha. Võrkkest.

?

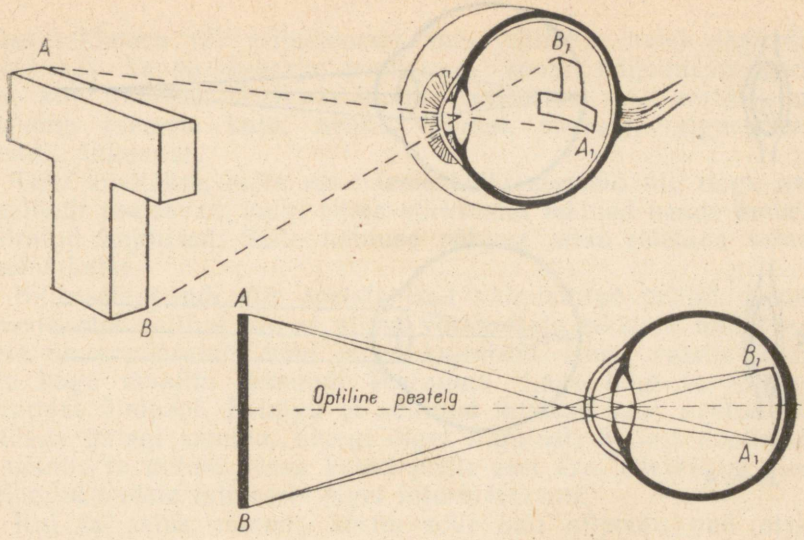
1. Missugust tähtsust omab nägemine loomadele ja inimestele? 2. Missugused kaitseelundid ümbritsevad silmamuna? 3. Missugune tähtsus on silmamuna kestadel? 4. Kuidas muutub silmaava suurus sõltuvalt valgusest? 5. Kus paiknevad nägemisretseptorid? 6. Missugust närvi mööda ja kuhu juhitakse erutus nägemisretseptoritest?

!

1. Mispärast tugeva pakase ajal muutuvad silmad niiskeks («vesiseks»), ninasõõrmetest aga eritub läbipaistvat vedelikku? 2. Missugune tähtsus on silmaavade suurenemisel nõrga valguse puhul?

52. Nägemiselundi talitlus ja tervishoid

Esemete kujutiste tekkimine võrkkestal. Silma retseptorid võtavad nägemisärritusi vastu seetõttu, et võrkkestal tekivad meie poolt nähtavate esemete kujutised. Kuidas see toimub? Esemetelt, millele on suunatud meie silm, tulevad valguskiired lähevad läbi sarvkesta, sarvkesta ja vikerkesta vahel oleva vesivedeliku, silmaläätse ja klaaskeha. Igas nimetatud keskkonnas valguskiired muudavad oma suunda — murduvad. Põhilist osa valguskiirte murdumisel silmas etendab silmalääts. Sellepärast vaatleme me ainult tema talitlust.



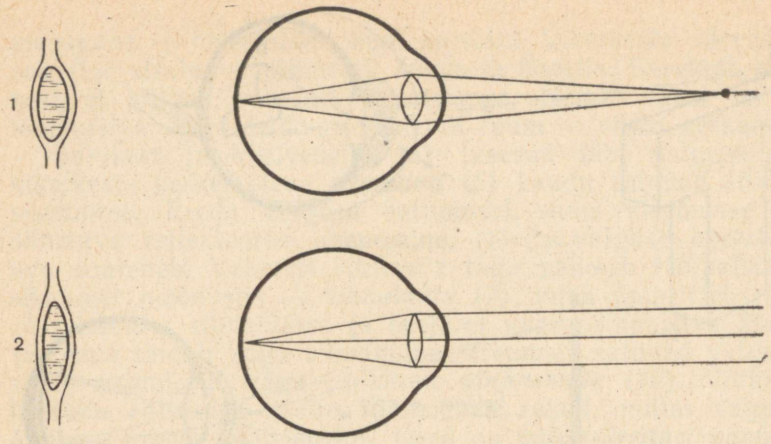
Joon. 3

Normaalse nägemisega inimestel satuvad silmaläätses murdunud valguskiired võrkkestale ja moodustavad sellel esemete selged kujutised.

Jooniselt 3 nähtub, et eseme alumisest punktist B lähtunud kiired koonduvad pärast silmaläätses murdumist võrkkesta pinnal punktis B_1, mis asetseb ülalpool silma optilist telge; eseme ülemisest punktist A lähtunud kiired koonduvad sellest teljest allpool paiknevas punktis A_1. ***Seega tekib esemest AB silma võrkkestal vähendatud ja ümberpööratud kujutis A_1B_1.***

Silma kohanemine mitmesugustele kaugustele vaatamiseks. Lähedaste esemete vaatlemisel saab võrkkestal tekkida nende esemete terav kujutis ainult tingimusel, et kiirte murdumine silmas on suurem kui kaugete esemete vaatlemisel. Miks me aga näeme selgesti nii meist suhteliselt kaugel asetsevaid esemeid kui ka meile lähedal paiknevaid esemeid?

Kaksikkumer silmalääts võib tänu teda ümbritsevale ripslihasele muuta oma kuju — kumerduda või lameneda (joon. 4). Lähedaste esemete vaatlemisel silmalääts muutub kumeramaks (*1*). Seetõttu kiired murduvad silmas tugevamini ja võrkkestal tekib vaadeldava eseme selge kujutis. Kui me vaatleme kaugeid esemeid, muutub silmalääts lamedamaks (*2*) ja kiired murduvad temas vähem. Sellepärast tekib ka antud juhtumil võrkkestal esemetest terav kujutis.



Joon. 4

Nägemisretseptorid. Silma võrkkestas paiknevad nägemisretseptorid — valgusärritusi vastuvõtvad meelerakud, mis külgnevad silma soonkestaga (joon. 5). Nägemisretseptorite hulgas esineb kahesuguseid, teineteisest ehituse ja talitluse poolest erinevaid rakke — ***kepikesi*** (*1*) ja ***kolvikesi*** (*2*). Kepikesed ärrituvad isegi nõrga hämara valguse toimel, kuid neil puudub võime vastu võtta värve. Kolvikesed ärrituvad ainult ereda valguse mõjul. Need retseptorid on võimelised vastu võtma ka värve. Retseptorites tekkivad erutused antakse edasi tsentripetaalsete neuronite kaudu, mille närvikiud koonduvad võrkkesta teatud kohas nägemisnärviks. Nägemisnärv läbib silmamuna kõik kestad, väljub sellest ja siirdub peaajusse. Paigas, kus nägemisnärv väljub võrkkestast, puuduvad võrkkestas valgusärritusi vastuvõtvad rakud. Sellel alal tekkivaid esemete kujutisi me ei taju. Seda kohta silma võrkkestas nimetatakse ***pimetähniks.*** Võrkkesta keskpaigas, otse silmaava vastas, paikneb kolvikeste kogumik — ***kollastähn.*** Seetõttu näeme me kõige selgemini neid esemeid, mis asetsevad otse silmaavade ees. Silmamuna pööravate lihaste kokkutõmbumised võimaldavad meil muuta vaatesuunda. See võimaldab meil vaadelda ühtesid või teisi ümbritsevaid esemeid.

Nägemisärrituste tajumine. Nägemisärrituste tajumise keerukas protsess algab silma võrkkestas ja lõpeb suuraju poolkerade koore nägemispiirkonnas. Nägemisärrituste tajumine toimub tänu nägemisanalüsaatorile. Tutvume värvilise tahvli XIII, *II* abil, kuidas see analüsaator talitleb.

Valgusärritused kutsuvad võrkkesta valgusärritusi vastuvõt-

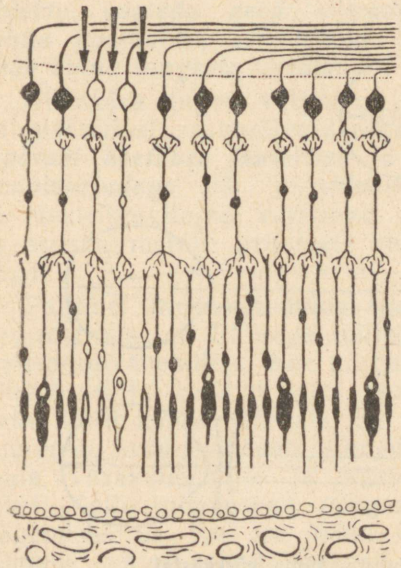
vates rakkudes (*1*) esile erutusi, mis juhitakse neist nägemisnärvi (*2*) kaudu suuraju poolkerade koore nägemispiirkonda (*3*), kus toimubki ärrituste lõplik eristamine. Just seetõttu me eristame esemete kuju, nende värvust, suurust, valgustatust, asendit, liikumist.

Tihti küsitakse, miks me näeme kõiki esemeid nii, nagu nad tegelikult asetsevad, kuigi silma võrkkestal tekivad nende ümberpööratud kujutised. Selle nähtuse põhjust aitas seletada teravmeelne katse.

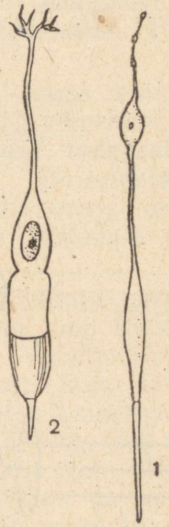
Inimesele pandi ette spetsiaalselt valmistatud prillid. Nende klaasid olid valitud nii, et silma võrkkestale tekkisid mitte esemete ümberpööratud, vaid õiged kujutised. Nüüd paistis inimesele kogu maailm kummuli keeratuna. Lage nägi ta allpool, põrandat ülalpool. Esialgu ei suutnud inimene teha avatud silmadega ühtegi sammu, ühtegi õiget liigutust. Sellest hoolimata ei võtnud ta mitme päeva kestel prille eest ära. Ülejäänud meeleelundid andsid inimesele õiget informatsiooni.

Kui ta astus sammu, kostis selle heli altpoolt, puu otsas istuva linnu laul kuuldus aga ülaltpoolt. Lihastes asetsevad retseptorid signaliseerisid inimesele, et tema keha raskustung on suunatud alla. Eseme põrandalt ülestõstmiseks ta kummardus ega sirutanud end ülespoole.

Ning mõne päeva pärast erutused, mis saabusid peaajusse



Joon. 5

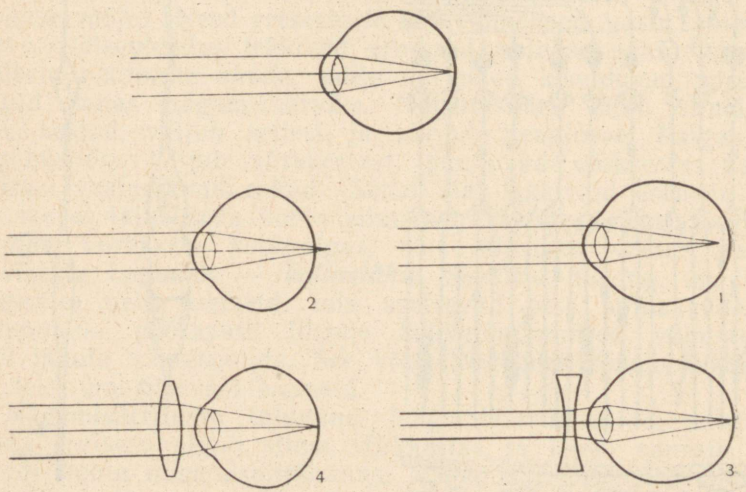


Joon. 6

kõigist teistest meeleelundeist, korrigeerisid nägemisvea. Maailm pöördus äkitselt normaalsesse asendisse ja kõik asjad asetusid oma kohtadele. Kaks nädalat kandis inimene prille ja tundis end nii, nagu poleks tema silme ees spetsiaalseid prille. Kui aga prillid ära võeti, pöördus maailm uuesti kummuli. Jälle kulus mitu päeva, kuni inimene suutis näha ümbruskonda sellisena, nagu see tõeliselt on. Kirjeldatud katse võimaldas teha kindlaks, et ***meie tajume ümbritsevat maailma kõigist meeleelunditest saabuvate erutuste kooskõlastatuse tõttu. See kooskõlastamine toimub peaajus.***

Lühinägevus ja kaugnägevus. On olemas nii sünnipäraseid kui elu kestel omandatud nägemishäireid, millest kõige sagedasemad on lühinägevus ja kaugnägevus. Sünnipärase lühinägevusega inimestel on silmamuna pikerguse kujuga. Seetõttu tekivad silmast kaugel asetsevate esemete kujutised mitte võrkkestal, vaid selle ees (joon. 7, *1*) ja nende esemete piirjooned paistavad lühinägelikele ähmastena. Lühinägevus võib tekkida ka silmaläätse kumeruse suurenemise tagajärjel, mis omandatakse tavaliselt eluajal.

Sünnipärase kaugnägevuse puhul on silmamuna normaalsest lühem. Sellepärast tekivad silmadele lähedal asetsevate esemete kujutised võrkkesta taga (*2*). Kaugnägevus võib tekkida ka silmaläätse lamenemise tagajärjel. Niisugust nähtust täheldatakse kõige sagedamini elatanud inimestel.



Normaalse nägemise puhul tekib kujutis silma võrkkestal

Joon. 7

Lühinägelikud ja kaugnägelikud inimesed näevad ümbritsevaid esemeid ebaselgelt, ähmaselt. Ent kui ükskõik kumma nägemisdefekti all kannatav inimene kannab spetsiaalsete, arsti poolt väljavalitud klaasidega prille, näeb ta normaalselt. Lühinägelikud kannavad kaksiknõgusate klaasidega prille (*3*), mis vähendavad kiirte murdumist täpselt nii palju, et esemete kujutised tekivad võrkkestal. Kiirte murdumise suurendamiseks tuleb kaugnägelikel inimestel kanda kaksikkumerate klaasidega prille (*4*). ***Lubamatu on aga ise endale prille valida või kanda võõraid prille. See põhjustab nägemise edasist halvenemist.***

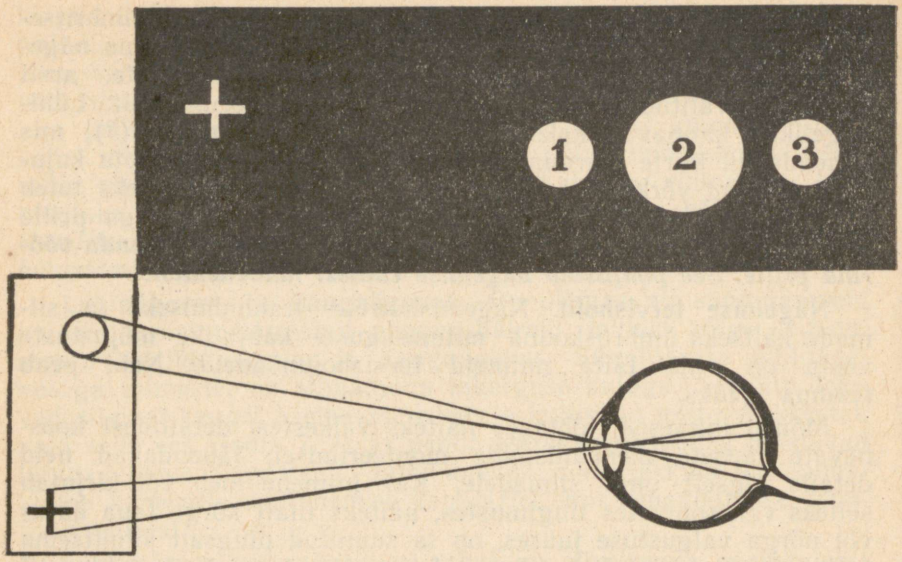
Nägemise tervishoid. Nägemishäirete ärahoidmiseks ja silmade kaitseks ümbruskonna mitmesuguste kahjulike mõjustuste vastu on vaja täita mitmeid tervishoiunõudeid. Neid peab teadma igaüks.

Mõned inimesed, töötades näiteks väikestest detailidest koosnevate täpsete mehhanismide monteerimisel, lähendavad neid detaile liigselt oma silmadele. Kui inimene loeb või kirjutab selleks vähesobivates tingimustes, näiteks liialt kõrge laua ääres või nõrga valgustuse juures, on ta sunnitud pingsalt silmitsema trükitud või kirjutatud teksti üleliia lähedalt. Neil juhtumeil viibib silmalääts pikka aega suurenenud kumerusega seisundis, mis võib aja jooksul põhjustada lühinägevuse tekkimist.

Sellepärast tulebki lugedes, kirjutades, tikkides või mõnd muud tööd tehes, mille puhul on vaja silmitseda väikesi objekte, asetada need silmadest 30—35 cm kaugusele. On tähtis hoolitseda, et töökoht oleks hästi valgustatud. Valgus peab sinna langema vasakult.

Ülemäära tugev valgustus ärritab liigselt silma võrkkesta valgusärritusi vastuvõtvaid rakke. See kahjustab nägemist. ***Sellepärast kaetakse korterites ja käitistes tugevad valgusallikad lambivarjudega või piimklaasist kuplitega.*** Terasesulatajad ja elektrikeevitajad kaitsevad silmi pimestavalt ereda valguse ja ergava metalli pritsmete eest spetsiaalsete tumedate prillidega.

Paljudel inimestel tuleb iga päev sõita trammis, autobussis, metroos jm. Et aega millegagi täita, loevad nad liikuvates transpordivahendites. See nõrgendab nägemist. Vahetpidamatute tõugete tõttu raamat kord eemaldub silmadest, kord läheneb neile, kord kaldub kõrvale. Sel puhul silmalääatse kumerus kord suureneb, kord väheneb, silmad aga pöörduvad kogu aeg paremale, vasakule, üles- ja allapoole, püüdes eest ära libisevat teksti. Selle tulemusena nõrgeneb silma ripslihas ja tekivad nägemishäired. Kui me loeme lamades, muutub raamatu asend silmade suhtes samuti pidevalt ja raamatu valgustatus on enamasti ebaküllaldane. ***Sellepärast tekitab harjumus lamades lugeda nägemisele parandamatut kahju.***



Joon. 8

Mõnikord tekivad nägemishäired avitaminoosi tõttu. Teile on juba teada, kui suur tähtsus niisuguste nägemishäirete vältimise seisukohalt on küllaldasel hulgal A-vitamiini sisaldava toidu tarvitamisel. ***Kahjulikult mõjub nägemisele ka suitsetamine.*** Nooruses, eriti koolieas, võib tubakas sisalduv mürgine nikotiin põhjustada nägemisnärvi rasket kahjustumist. Tubakasuitsus olevate ärritavate gaaside toimel hakkavad suitsetajate silmad vett jooksma, silmalaud lähevad punaseks.

Kui silmadesse satub tolmu, ärritab see neid. Koos tolmuga võib silma kanduda ka tõvestavaid mikroobe. Mõnikord satub nakkus silma ka määrdunud kätelt, käterätilt või taskurätilt. See võib põhjustada mitmesuguseid silmahaigusi, mille tagajärjeks on tihti nägemise halvenemine, mõnikord ka pimedaksjäämine.

Sellepärast tuleb silmi hoida tolmu eest, neid kätega mitte hõõruda, kuivatada silmi ainult täiesti puhta käteräti või taskurätiga.

■

Kepikesed. Kolvikesed. Pimetähn. Kollastähn. Lühinägevus. Kaugnägevus.

?

1. Kuidas tekivad esemete kujutised silma võrkkestal? 2. Kuidas kohaneb meie silm mitmesugustel kaugustel asetsevate esemete vaatamiseks? 3. Kus toimub nägemisärrituste tajumine ning kus neid eristatakse? 4. Missugustest

osadest koosneb nägemisanalüsaator? 5. Kuidas kõrvaldatakse inimesel lühinägevusest ja kaugnägevusest tingitud nägemisdefekte? 6. Millist toimet avaldab silmadele suitsetamine? 7. Kuidas hoida oma silmi nende normaalse talitluse häirumise ja haigestumise eest?

!

1. Miks me videvikus ei erista esemete värvust? 2. Miks peab valgus töökohal langema vasakult?

▲

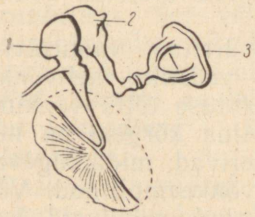
1. Katke käega kinni vasak silm ja asetage joonis 8 silmadest umbes 15 cm kaugusele. Vaadake parema silmaga ristikese peale ning nihutage raamatut kord aeglaselt endale lähemale, kord kaugemale, kuni üks kolmest ringist muutub nähtamatuks. Millega see nähtus seletub? 2. Kontrollige oma kodus, kas valgus langeb õigesti töökohale, kus te valmistate ette koolitunde, ning kas elektripirni ere valgus ei avalda õhtutundidel mõju silmadele. Kõrvaldage leitud puudused (asetage ümber oma laud, valmistage lambile lambivari).

53. Kuulmiselund, tema talitlus ja tervishoid

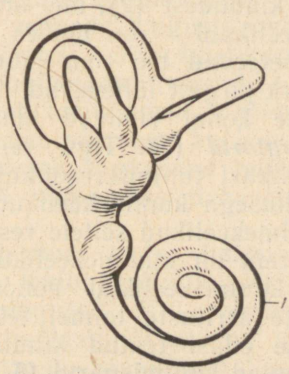
Kuulmise tähtsus. Õhu helilained toimivad meie kuulmiselundile. Inimese kuulmiselund, nagu loomadegi oma, püüab mitmesuguseid helisid. Helid signaliseerivad meile seda, mis toimub ümbruskonnas. Kuid peale selle võtab inimene vastu suulist kõnet, ilma milleta pole võimalik suhtlemine inimeste vahel nende tööalases tegevuses ega ühiskondlikus elus.

Suurt osa etendab kuulmine meie ilumeele arenemises. Head muusikat, deklameerimist, linnulaulu kuulates tajume me ümbritsevat maailma eredamalt ja rikkamalt.

Kuulmiselundi ehitus ja talitlus. Inimesel ja imetajatel loomadel koosneb kuulmiselund kolmest osast: ***välis-, kesk-*** ja ***sisekõrvast*** (värv. tahv. XIV, I).



Joon. 9



Joon. 10

Väliskõrv koosneb ***kõrvalestast*** (*1*) ja ***välimisest kuulmekäigust*** (*2*), mis siseneb oimuluusse. Kõrvalest püüab õhu helilaineid ja suunab need välimisse kuulmekäiku, mille lõpus asetseb tugevasti pingulolev ***trummikile*** (*3*). Helilained panevad trummikile võnkuma. Trummikile võnkesagedus on seda suurem, mida kõrgem on heli, võngete ulatus (võnkeamplituud) aga suureneb koos heli tugevusega.

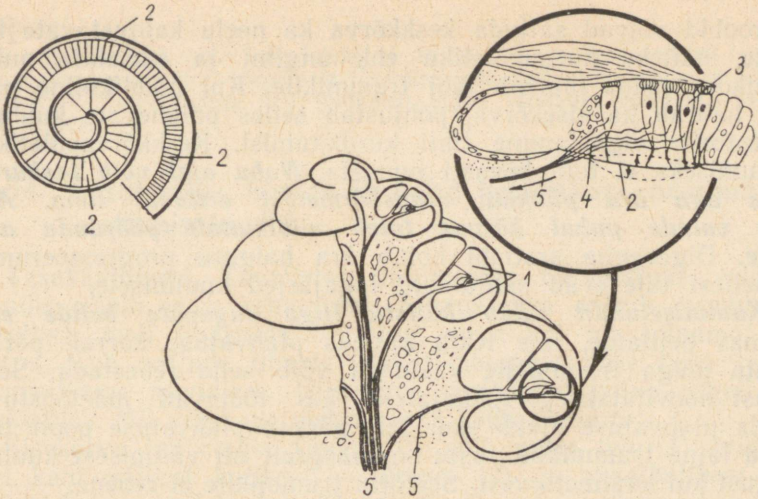
Keskkõrv (*4*) asetseb trummikile taga. Ta on täidetud õhuga. Kitsas pilu — ***kuulme-*** ehk ***Eustachio tõri*** (*5*) ühendab keskkõrva ninaneeluga. Selle kanali kaudu tungib õhk väliskeskkonnast keskkõrva õõnde. Seetõttu on õhurõhk mõlemal pool trummikilet ühesugune. Trummikile taga asetsevad kolm üksteistega järjestikku liigestuvat ***kuulmeluukest*** (joon. **9**): ***vasar*** (*1*), ***alasi*** (*2*) ja ***jalus*** (*3*). Vasar on ühenduses trummikilega, jalus aga toetub vastu esikuakent katvat pinguldatud kilet, mille taga algab sisekõrv. Vasara, alasi ja jaluse kaudu kanduvad trummikile võnked üle esikuakent katvale kilele. Kuulmeluukeste toimel võngete amplituud väheneb, võngete tugevus aga suureneb.

Sisekõrv (joon. **10**) paikneb sügaval oimuluus, selle koljuõõnesse ulatuvas osas. Sisekõrv kujutab endast vedelikuga täidetud õõnte ja loogeliste kanalite süsteemi. Kuulmisfunktsiooniga on selles keerulises labürindis seotud ainult spiraalselt keerdunud ***tigu*** (*1*). Sisekõrva teised osad etendavad tähtsat osa meie keha tasakaalu säilitamises.

Esikuakna kile võnkumised kalduvad üle sisekõrva täitvale vedelikule ja see omakorda hakkab võnkuma sama sagedusega. Vibreerides ärritab vedelik teos paiknevaid retseptoreid. Kuidas talitleb teos olev heliärritusi vastuvõttev aparaat?

Piki tigujuha (joon. **11**) kulgeb kogu selle ulatuses luune spiraalleste, mis jaotab selle kaheks «korruseks» (*1*). Osa selle lestme seinast koosneb peenikestest, pillikeeltena pingul olevatest sidekoelistest kiududest (*2*), mis on erineva pikkusega. Neid kiude — kuulmekeelikuid — on umbes 24 tuhat. Kõige pikemad kuulmekeelikud asetsevad teo tipu juures. Teo alumiku suunas kuulmekeelikud järk-järgult lühenevad.

Kuulmekeelikute kohal ripuvad kuulmisärritusi vastuvõtvad rakud — ***heliretseptorid*** (*3*). Tigu täitva vedeliku helivõnked panevad teile füüsikast tuntud resonantsinähtuse tõttu võnkuma teatud kindla pikkusega kuulmekeelikud. Mida kõrgem on heli, seda lühemad kuulmekeelikud sellele resoneerivad; mida tugevam on heli, seda suurem on kuulmekeelikute võnkeamplituud. Võnkudes ärritavad kuulmekeelikud nende kohal rippuvaid heliretseptoreid. Nende ärrituste toimel tekivad retseptorites erutused, mis juhitakse edasi teatud kindlate neuronite närvikiude (*4*) pidi, mis kuuluvad kuulmisnärvi (*5* ja värv. tahv. XIV, II, *2*) koosseisu. Suuraju poolkerade koore kuulmispiirkonnas (*3*) toi-



Joon. **11**

mub heli iseloomu, selle tugevuse ja kõrguse lõplik eristamine. Nii talitleb ***helianalüsaator.***

Kuulmise tervishoid. Et kaitsta kuulmiselundit mitmesuguste väliste mõjustuste ja infektsiooni sissetungi eest, on vaja täita rida tervishoiunõudeid.

Välimises kuulmekäigus esinevad näärmed, mis eritavad kleepuvat ainet — kõrvavaiku. Selle pinnal peatuvad ümbruskonnast sissetunginud tolm ja mikroobid. See on organismi kaitsekohastumus. Kuid kasimatutel inimestel, kes ei pese regulaarselt kõrvu, võib vaik koguneda välimisse kuulmekäiku. See põhjustab kuulmise nõrgenemist. Välimise kuulmekäigu kõrvavaiguga ummistumist täheldatakse ka mõnede haiguste puhul. Mingil juhul ei tohi urgitseda vaiku kõrvast välja tuletikuga, pliiatsiga või vedrunõelaga. See võib põhjustada trummikile vigastumist või isegi rebenemist. Siis häirub helivõngete edasiandmine sisekõrva ja inimese kuulmine nõrgeneb või isegi kaob hoopis.

Kui inimesel on kõrvadesse kogunenud vaiku, peab ta pöörduma eriteadlase — arsti poole, kes puhastab tema välimise kuulmekäigu.

Raskeid tagajärgi võib tuua kaasa haigusetekitajate sissetungimine keskkõrva. Siis tekib keskkõrvapõletik. Seda haigust tingivad mitmesugused põhjused. Kui inimesed nohu korral tugevasti nina nuuskavad, võivad tõvestavad mikroobid sattuda koos limaga kuulmetõrve kaudu ninaõõnest keskkõrva. See põhjustab põletikulise protsessi arenemist keskkõrvas. Tõvestavad

mikroobid võivad sattuda keskkõrva ka neelu kahjustavate haiguste, näiteks kurgupõletiku ehk angiini ja sarlakite puhul. Mõnikord mäda murrab läbi trummikile. Kui põletikuline protsess haarab ka sisekõrva, põhjustab selles paiknevate kuulmisretseptorite vigastamine tihti kurdistumist. Keskkõrvapõletikust hoidumiseks ei tohi kõvasti nuusata. ***Nohu ajal võib taskurätikuga aga ära pühkida ninasõõrmetest erituvat lima. Ägedate valude puhul kõrvas tuleb viibimatult pöörduda arsti poole.*** Õigeaegne arstiabi hoiab ära haiguse progresseerumise ja sellest tulenevad kahjulikud tagajärjed kuulmisele.

Kuulmiselundit tuleb kaitsta liiga tugevate helide eest. Võimas helilaine, mis tekib näiteks plahvatuse korral, põrkab tohutu jõuga trummikile vastu ja võib selle rebestada. Sellepärast soovitataksegi lõhkajatele, kes töötavad mäetööstuses, avada plahvatuse ajaks suu. Siis põrkab plahvatuse poolt tekitatud laine trummikile vastu samaaegselt nii välimisest kuulmekäigust kui kuulmetõrvest. Seetõttu trummikile ei rebene.

Väga kahjulikult mõjuvad kuulmisele päevast päeva toimivad tugevad mürad. Helilainete vahetpidamatute järskude löökide mõjul võngub trummikile kogu aeg suure amplituudiga. Selle tõttu kaotab ta vähehaaval oma elastsuse ja inimesel nüristub kuulmine. Võitlus tööstusmürade vastu on töötervishoiu ehk tööhügieeni tähtsaks ülesandeks. Meie ettevõtetes on paljudes tsehhides seinad ja laed vooderdatud spetsiaalsete, helisid summutavate materjalidega; mootorid, tööpingid ja masinad on paigutatud alustele, mis summutavad mehhanismide vappumisest tekkivat müra. Mõnedes väga mürarikastes käitistes kannavad töölised müravastaseid kõrvaklappe. Mehhanismide metalldetailide asendamine plastmassist detailidega aitab samuti vähendada tööstusmürasid.

Kaasaegse teaduse saavutused võimaldavad mitte ainult vältida kuulmise nõrgenemist, vaid mõningatel juhtumitel ka kurtust ravida. Kurdistumine on inimesele väga suur õnnetus. Maailma ühe suurima helilooja Ludwig van Beethoveni kohutavaks tragöödiaks oli aegamööda arenev kurdistumine. Beethovenil kuulmise kadumist põhjustanud haigust — sisekõrva skleroosi (otoskleroosi) — ravitakse meie päevil kirurgiliselt.

■

Väliskõrv. Trummikile. Keskkõrv. Kuulmeluukesed. Sisekõrv. Tigu.

?

1. Millist tähtsust inimese elus omab kuulmine? 2. Kuidas toimub helivõngete ülekandumine ümbritsevast keskkonnast heliretseptoritele? 3. Kuidas toimub heliärrituste tajumine? 4. Missugustest osadest koosneb helianalüsaator? 5. Millised põhjused avaldavad kõige sagedamini kahjulikku toimet meie kuulmisele ja kuidas tuleb neid ebasoovitavaid mõjustusi vältida?

!

Miks neil aegadel, mil lennukitele ei ehitatud veel hermeetiliselt suletud kabiine, lenduritel kiirel kõrgemale tõusmisel või laskumisel mõnikord rebenes trummikile? Kuidas oleks neil juhtumeil olnud võimalik trummikile rebenemist vältida?

54. Tasakaalu-, lihaste ja naha tundlikkus-, haistmis- ja maitsmiselundid

Tasakaalumeel. Tavalistes tingimustes me aistime, millises asendis viibib meie keha, ning tajume oma asendi muutumist. Tarvitseb meil libastuda — ning, enne kui me taipame, mis juhtus, toob paljude lihaste kokkutõmbumine meie keha tagasi normaalsesse asendisse. Niisugune reaktsioon hoiab sageli ära kukkumise. Mil viisil me aistime oma keha asendit?

Sisekõrva labürindis (joon. 10) võib peale teo (*1*) eristada veel kaht väikest kotikest — ***ümar-*** (*2*) ja ***ovaalkotikest*** (*3*), samuti ***kolme poolringkanalit*** (*4, 5, 6*), mis paiknevad kolmel üksteisega perpendikulaarsel tasapinnal. Kotikesed ja poolringkanalid moodustavad tasakaaluelundi — ***vestibulaaraparaadi.***

Kotikeste seintes esineb väga palju meelerakke, millest igaüks lõpeb tundliku karvakesega. Siinsamas paikneb rohkesti tillukesi lubjakivikristallikesi (otoliite). Kui meie keha viibib tavalises asendis, ärritavad kristallikesed oma raskusega alumiste rakkude karvakesi. Keha asendi muutudes aga hakkavad ärrituma teised meelerakud ning erutus nendest juhitakse suuraju poolkerade koore vastavasse piirkonda.

Poolringkanalid lähtuvad ovaalkotikesest. Iga poolringkanali üks algusosadest on jämenenud ja nendes jämendites esinevad samuti meelerakud — retseptorid. Need retseptorid ärrituvad poolringkanaleid täitva vedeliku survel. Kuna kanalid on üksteisega perpendikulaarsed, ärritab vedelik keha asendi muutumiste puhul ühtesid või teisi kanaleis olevaid retseptoreid. Siis tekib retseptorites erutus. See juhitakse peaajusse, millega signaliseeritakse keha ebaharilikust asendist.

Kiigel kiikumise, merel õõtsumise ja lennuki õhuaukudesse langemise ajal ärrituvad inimestel kordamööda poolringkanalite need retseptorid, milles keha normaalse asendi puhul erutusi ei teki. See põhjustab sageli peapööritust ja iiveldust.

Inimese kosmoselendude ajajärgul on teadlastel õnnestunud selgitada palju uut vestibulaaraparaadi füsioloogias. Kosmoselaevade orbiidile viimisel tekkivad ülekoormused avaldavad vestibulaaraparaadile väga tugevat mõju. Eriti huvitav on aga kaaluta olek. Niisugustel puhkudel lakkab vestibulaaraparaadi kotikeste ja poolringkanalite retseptoritest erutuste saabumine suuraju poolkerade koorde hoopis, sest raskustung ju sel ajal kosmonaudi organismile ei toimi. Esmakordselt kaaluta olekus

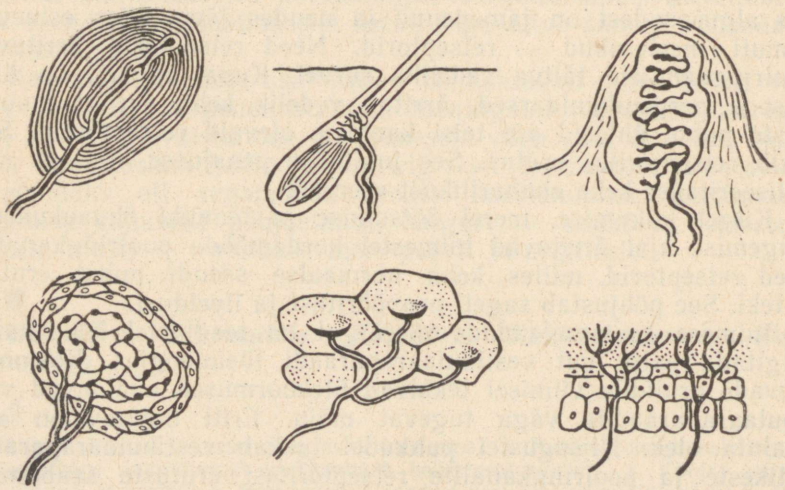
viibival inimesel tekib mõnikord kiire langemise tunne ja iiveldus. Kosmonaute lendudeks ette valmistades treenitaksegi sellepärast nende vestibulaaraparaati spetsiaalselt. Kaaluta olekus viibides orienteerub inimene ruumis nägemise abil.

Ruumis orienteerumisel etendavad suurt osa ka ***lihaste tundlikkuselundid,*** nn. lihastemeel.

Lihaste tundlikkuselundid. Lihastes esinevad retseptorid, mis ärrituvad lihaste pinguldumisel. Nende retseptorite poolt kesknärvisüsteemi saadetavate erutuste tõttu suudame me harilikes tingimustes, olles sulgenud silmad, viia parema käe samasse asendisse kui vasak käsi, või täiesti täpse liigutusega puudutada sõrmega ninaotsa, hoolimata sellest, et nägemine siin ei osale. Inimestel, kellel mõne haiguse tagajärjel lihastemeel on häiritud, puudub liigutuste täpsus ning nad on sunnitud liigutusi pidevalt kontrollima nägemise abil, mis etendab organismi ruumis orienteerumisel tähtsaimat osa.

Kaaluta olekus, mil organismile ei mõju raskustung, on orienteerumine ruumis lihastemeele abil praktiliselt võimatu.

Naha tundlikkuselundid. Nahas ja limaskestades, mis vooderdavad näiteks suuõõnt, keelt ja neelu, paiknevad naha retseptorid. Need on üsna keeruka ehitusega kehakesed (joon. **12**). Ühed neist võtavad vastu ainult rõhu-, teised — sooja-, kolmandad — külma-, neljandad — valuärritusi. Kõigist nendest retseptoritest juhitakse erutused tsentripetaalsete neuronite närvikiude pidi nahatundlikkuse piirkonda (värv. tahv. XII, II, *4*), mis asetseb suuraju poolkerade koores tsentraalvao taga. Selles piirkonnas



Joon. 12

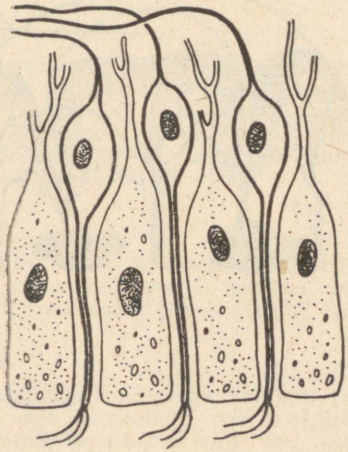
toimub ärrituste lõplik eristamine. Esemeid kompides suudame me isegi kinnisilmi teha kindlaks nende kuju ja suurust, samuti seda, kas esemed on siledad või krobelised, soojad või külmad. Kompimise abil võib määrata, missugusest materjalist on ese valmistatud. Nahatundlikkus on eriti hästi arenenud pimedatel. Just kompimise abil tutvuvad pimedad ümbritseva maailma mitmesuguste esemetega. Käsi on inimese tööelundiks. Kõigis tööoperatsioonides etendab kompimine tähtsat osa. Seoses tööga on inimesel nahatundlikkus kõige tugevamini arenenud sõrmeotstel, kus naha retseptorite tihedus on kõige suurem.

Jalapõidades olevad puudutusi vastuvõtvad retseptorid aitavad meil orienteeruda ruumis seismise, jooksmise ja käimise ajal. Kaaluta olekus aga lakkavad saabumast ka need signaalid.

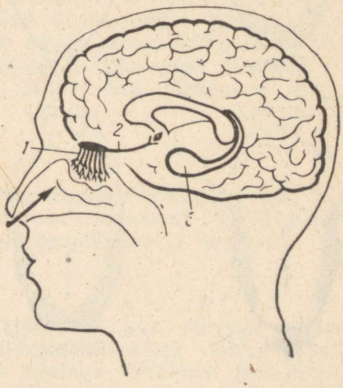
Nahatundlikkus võimaldab vältida paljusid kehavigastusi. Väga terava või kuuma eseme puudutamisel tõmbume me otsekohe reflektoorselt sellest ärritajast eemale.

Haistmiselund. Ninaõõne limaskestas esineb palju ***haistmisretseptoreid*** — haistmisrakke (joon. **13**). Haistmisrakud ärrituvad lõhnavate gaasiliste ainete toimel. Retseptoritest (joon. **14**, *1*) juhitakse erutus haistmisnärvi (*2*) kaudu suuraju poolkerade koore haistmispiirkonda (*3*) (värv. tahv. XII, II, *5*), kus toimubki lõhnade eristamine.

Haistmisretseptorid on erakordselt tundlikud. Näiteks on inimene võimeline aistima lõhnaõlide valmistamiseks kasutatava kannikese aroomiga aine lõhna isegi siis, kui 30 miljardi osa õhu kohta tuleb ainult üks osa seda ainet! Ent loomadel on haistmine veel palju teravam. Lõhna järgi otsivad paljud loomad toitu, tunnevad vaenlase lähenemist.



Joon. 13



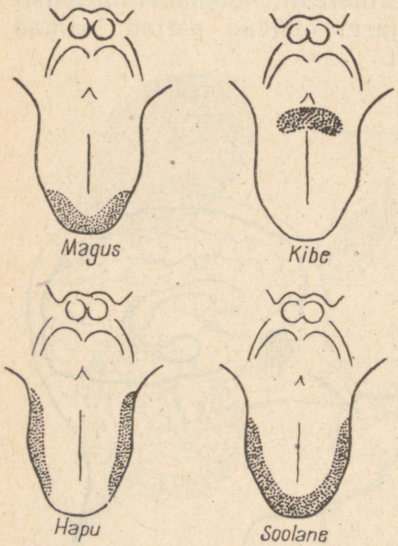
Joon. 14

Kuid ka meile on haistmine suure tähtsusega. Mõnikord me eristame lõhna järgi riknenud toitu söömiseks kõlblikust, registreerime kahjulike lisandite, näiteks majapidamisgaasi ilmumist õhku jne.

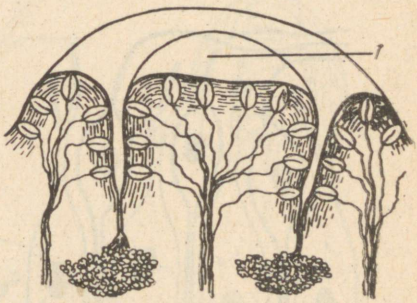
Maitsmiselund. Füsioloogilistelt omadustelt on maitsmisretseptorid (maitsmispungakesed) mitmesugused. Ühed neist aistivad magusat, teised — haput, kolmandad — kibedat, neljandad — soolast maitset (joon. **15**). Maitsmispungakesed paiknevad kogumikena suuõõne limaskesta jätkekestes — ***maitsmisnäsades*** (joon. **16**, *1*). Eriti palju maitsmisnäsasid esineb keelel. Maitsmisretseptorid ärrituvad vees lahustunud ainete toimel. Kui asetada kompvek täiesti kuivale keelele, ei aisti me selle magusat maitset enne, kui sülg hakkab kompvekki lahustama.

Keemiliste ärrituste mõjul tekib maitsmisretseptorites erutus. Olenevalt sellest, missugused retseptorid ärritusid, juhitakse erutus maitsmisnärvi ühtesid või teisi kiude pidi suuraju poolkerade koore maitsmispiirkonda, mis paikneb haistmispiirkonna kõrval. Siin toimub toidu kibeda, hapu, magusa või soolase maitse eristamine.

Toidu maitse selle sõna üldtarvitatavas mõttes kujutab endast meie poolt mitmesuguste retseptorite (maitsmis-, haistmis- ja kompimisretseptorite) abil saadavate aistingute kompleksi. Kui



Joon. 15



Joon. 16

me näiteks sööme šokolaadi, aistime üheaegselt magusat ja kibedat maitset, omapärast lõhna, aeglaselt sulava pinna siledust. Ägeda nohu puhul, mil lima on ummistanud ninaneelu ning viimase ühendus suuõõnega on häiritud, tundub meile toit maitsetuna, sest me ei aisti selle lõhna.

Maitsmine etendab meie elus küllaltki tähtsat osa. Koos haistmisega aitab maitsmine meil määrata toidu omadusi (kvaliteeti). Kui me sööme maitsvat toitu, muutub seedemahlade eritumine meil rikkalikumaks.

Mitmesugustest meeleelunditest ajukoorde saabuvate erutuste kooskõlastamine. Peaaju koores toimub vahetpidamatult sinna mitmesugustest retseptoritest saabuvate erutuste kooskõlastamine. See võimaldab meil orienteeruda ümbritseva maailma lõpmatult mitmekesistes tingimustes ning etendab tohutut osa inimese tööalases tegevuses. Selles võib veenduda näiteks veoautojuhi tööga tutvumisel.

Nägemisärrituste peen diferentseerimine võimaldab autojuhil määrata kindlaks liikumise suunda, sõitä mööda takistustest, jälgida spidomeetri ja teiste riistade näitusid. Naha ja lihaste tundlikkuselundid võimaldavad pilku heitmata leida starterit, rooli, pidureid, helisignaali, käigukangi. Lihaste pinguldamisest saadavate aistingute eristamine võimaldab autojuhil täpselt kooskõlastada rooliratta pööramise ja jalgpidurile vajutamise tugevust auto liikumise suuna ja kiirusega, mille ta määrab kindlaks nägemise abil.

■

Vestibulaaraparaat. Poolringkanalid. Lihaste retseptorid. Naha retseptorid. Haistmisretseptorid. Maitsmisretseptorid.

?

1. Missugust tähtsust inimesele omab tasakaalumeel? 2. Missuguste meeleelundite abil määravad kaaluta olekus viibivad kosmonaudid kindlaks oma keha asendit? 3. Missugust tähtsust inimesele omab nahatundlikkus? 4. Missugust tähtsust inimesele omab lihastetundlikkus? 5. Missugust tähtsust inimesele omavad haistmine ja maitsmine? 6. Millist osa etendavad meeleelundid inimese töös?

!

1. Miks pärast karussellil sõitmist või kiiret keerutamist tantsimise ajal häirub mõnedel inimestel tasakaal sedavõrd, et nad kukuvad? 2. Mispärast kiirliftis laskumise puhul mõnedel inimestel tekib peapööritus ja iiveldus?

▲

1. Sooritage kaaslasega kahekesi järgmine katse. Üks teist sulgegu silmad, teine aga puudutagu mõõtesirkliga ettevaatlikult katsealuse nahka tabelis märgitud kehaosadel kord ühe, kord mõlema nõelaga. Sirkliotsi järk-järgult laiemale nihutades ning nende vahemaad millimeetrijoonlaua abil mõõtes määrake kindlaks suurim vahemaa, mille puhul kahe nõela puudutust naha

mitmesugustes piirkondades tajutakse ühe nõela puudutusena. Katse tulemused kirjutage üles tabeli kujul.

Keha piirkond	Kaugus	Keha piirkond	Kaugus
Sõrmeots		Õlg	
Käelaba selg		Kukal	
Rinna keskpaik		Selja keskpaik	

Tehke katsest järeldus.

2. Esitage oma kogemustest näiteid, mis tõendavad mitmesuguste meeleelundite tähtsust töös.

XII. KÕRGEM NÄRVITALITLUS

55. Tingitud reflekside kujunemine

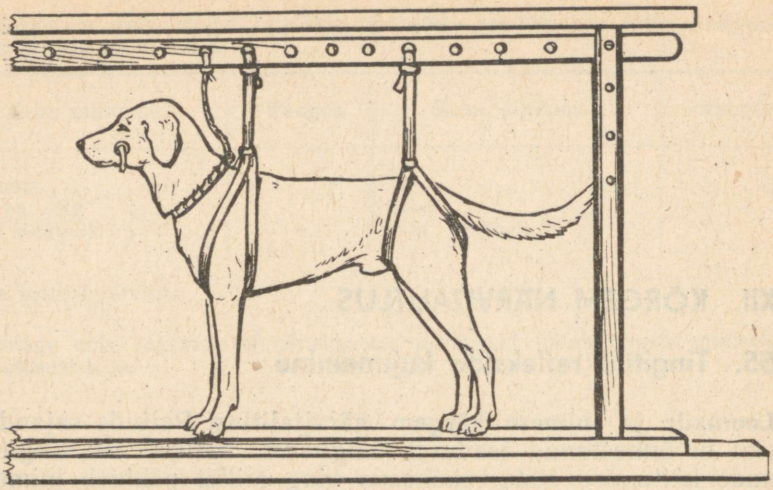
Loomade ja inimese kõrgem närvitalitlus. Paljude sajandite jooksul ei õnnestunud teadusel selgitada, millest on tingitud loomade käitumise otstarbekohasus ning millel põhineb inimese käitumine, mis on võrreldamatult keerukam loomade omast. Teadmatus on aga religiooni truu liitlane. Pikka aega ei suudetud kummutada religioosseid kujutlusi sellest, nagu oleks elusorganismide otstarbekas kohanemine ümbruskonna tingimustega algusest peale määratud kindlaks jumala poolt, kes olevat loonud kõik olemasoleva. Veelgi raskem oli võidelda religiooni väite vastu, nagu oleks inimeste, kellele on omane kõrgesti arenenud teadvus ja mõtlemine, keerukas käitumine sõltuv osakesest jumala vaimust — surematust hingest, mis on jumala poolt pandud inimesesse.

1863. aastal püstitas silmapaistev vene füsioloog Ivan Mihhailovitš Setšenov julge hüpoteesi loomade ja inimese käitumise kõige keerukamate avalduste, sealhulgas inimese teadvuse ja mõtlemise seosest peaaju reflektoorse talitlusega. I. M. Setšenovi ideid arendas edasi ja tõestas eksperimentaalselt I. P. Pavlov, keda maailma teadus peab õigustatult kaasaegse ***kõrgema närvitalitluse*** õpetuse loojaks. See õpetus andis löögi religioossetele ettekujutustele hingest.

Kõrgem närvitalitlus on peaaju koores kulgevate paljude vastastikuselt seotud närviprotsesside kogum. Need protsessid võimaldavad kõrge arengutasemega loomade ja inimese käitumise kohastumist ümbruskonna pidevalt muutuvate tingimustega.

Kuidas pandi alus kõrgema närvitalitluse õpetuse loomisele?

Seedemahlade reflektoorse nõristumise põhjusi uurides puutus I. P. Pavlov kokku arusaamatute faktidega: katseloomadel nõristus sülge ja maomahla mitte ainult toitumise ajal, vaid ka siis, kui loomad toitu nägid, aistsid selle lõhna või kuulsid neid iga päev söötva inimese samme. Pavlovil tekkis mõte, et sünnipäraste reflekside kõrval esineb loomadel ja inimestel palju elu kestel



Joon. 1

omandatud reflekse. Nimelt sellised omandatud refleksid võimaldavad organismi kohanemist ümbruskonna ehk miljöö konkreetsete tingimustega. Selle oletuse õigsuse tõestamiseks oli tarvis töötada välja uus katsemetoodika.

Tingitud reflekside kujundamise metoodika. Tingitud reflekside kujundamise katseid korraldas I. P. Pavlov süljenäärme uurisega koertel.

Katseloom kinnitati spetsiaalse puki külge (joon. 1), et tema liigutused ei segaks eksperimendi kulgu. Kui koerale anti toitu, eritus tal, nii nagu see on tavaline, uurise ehk fistuli kaudu sülge. Suuõõne limaskesta retseptoreid ärritanud toit oli ***tingimatuks ärritajaks.***

Seda juba palju kordi seedenäärmete talitluse tundmaõppimiseks tehtud katset Pavlov teisendas ja muutis keerulisemaks. Iga kord pool minutit enne söötmist süüdati koera ees põlema elektripirn. Loom reageeris ootamatult süttinud valguse peale, pöörates selle poole pea, kuid kuni söömise alguseni fistulist sülge ei eritunud. Süljenõristusrefleksi suhtes oli elektripirni valgus katse sellel etapil ***ükskõikseks ehk indiferentseks ärritajaks.*** Elektripirn jäeti põlema katse lõpuni. Kogu selle aja kestel nõristus koeral sülge toidu toimel.

Elektripirni süütamine seostus (ühtis) ajaliselt korduvalt söötmisega. Pärast katse mitmekordset kordamist tarvitses vaid süüdata valgus, kui koeral hakkas ohtralt nõristuma sülge, hoolimata sellest, et toidunõus toitu veel ei olnud. Valgus, mis varem oli süljenõristusrefleksi suhtes ükskõikseks ärritajaks, hakkas pärast mitmekordset tingimatu ärritajaga — söötmisega —

seostumist esile kutsuma sülje nõristumist, s. t. muutus ***tingitud ärritajaks.***

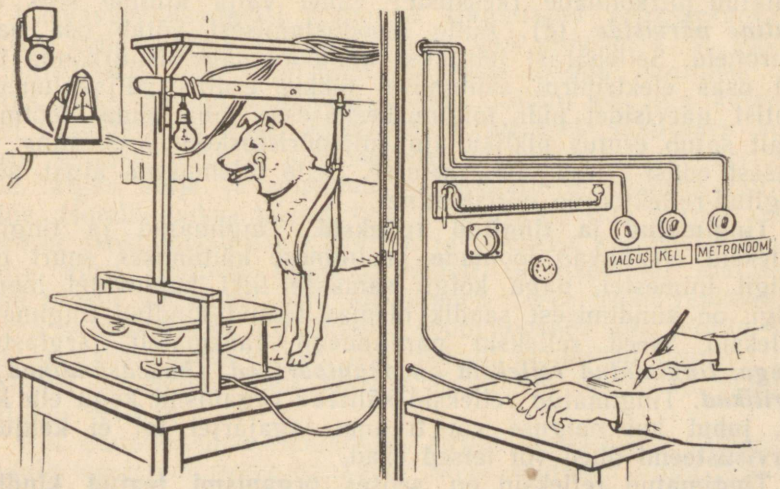
Teistes katsetes seostas I. P. Pavlov söötmist pasunahelidega, looma naha sügamisega. Need ärritajad muutusid aja jooksul samuti tingitud ärritajateks, kutsudes esile sülje nõristumist enne söötmise algust.

Organismi poolt tema eluajal omandatavaid ükskõiksete ja tingimatute ärritajate seostumise tulemusel kujunevaid reflekse nimetas I. P. Pavlov tingitud refleksideks.

Et omandatud refleks oleks püsiv, peab tingitud ärritajat (näit. valgus) pidevalt kinnitama tingimatu ärritajaga (näit. toiduga).

Tingitud refleksid kujunevad välja tingimatute reflekside baasil. Seda on kerge mõista, kui analüüsida tingitud süljenõristusrefleksi väljakujundamise katset koeral elektripirni valguse peale. See refleks kujuneb välja tingimatu-reflektoorse süljenõristusrefleksi baasil vastuseks suuõõne retseptorite toiduga ärritamisele. Et ükskõikne ärritaja muutuks tingitud ärritajaks, on vajalik selle korduv seostumine tingimatu ärritajaga. Sealjuures peab ükskõikse ärritaja toimimise algus ajaliselt eelnema tingimatu ärritaja toimimise algusele. Tõepoolest, meie poolt analüüsitavas katses süüdati valgus 30 sekundit enne koera söötmise algust.

Kujundatava refleksiga mitte seoses olevad ärritajad — müra, lõhnad, ere valgus, kõrvaliste esemete nägemine — segavad tingitud reflekside väljakujunemist. Niisuguste segamiste vältimiseks paigutatakse loomad, kellel kujundatakse välja tin-



Joon. 2

gitud reflekse, spetsiaalsetesse helikindlate ja seestpoolt rahulikes värvitoonides värvitud seintega kambritesse (joon. 2). Katsetaja viibib väljaspool kambrit. Erilisi seadeldisi kasutades lülitab ta sisse vajalikke ärritajaid — valgust, heli ja teisi, lükkab sisse toidunõu toiduga, jälgib seadeldiste abil katseloomi.

Tingitud reflekside refleksikaarte kujunemine. ***Inimesel ja imetajatel loomadel kujunevad uute tingitud reflekside refleksikaared kogu elu kestel välja suuraju poolkerade koores.*** Kuidas see toimub? Näiteks tutvume värvilise tahvli XV abil, kuidas kujuneb koeral välja tingitud süljenõristusrefleksi refleksikaar elektripirni süütamise peale.

Iga seljaaju refleksi või peaaju tüviosa talitlusega seotud refleksi puhul antakse erutus teatavasti edasi suuraju poolkerade koorde. Tingimatu süljenõristusrefleksi refleksikaart (A) vaadeldes võib veenduda, et suuõõne retseptoritest tulev erutus (*1*) läheb läbi pikliku aju (*2*) süljenäärmetesse (*3*), kuid ühtlasi satub erutus peaaju tüviosa juhteteid pidi suuraju poolkerade koore teatud kindlasse piirkonda, mida nimetatakse ajukoore toitumiskeskuseks (*4*). Seega on tingimatu-reflektoorne sülje nõristumine seoses suuraju poolkerade koore toitumiskeskuse erutumisega.

Elektripirni süütamine (B) ärritab koera silma retseptoreid (*5*). Nendest juhitakse erutus nägemisnärve (*6*) pidi peaaju koore nägemispiirkonna teatud kindlasse närvirakkude ehk neuronite rühma (*7*). Kui valgusärritus seostub söötmisega (C), tekivad ajukoores erutused üheaegselt nii toitumiskeskuses (*4*) kui nägemispiirkonna teatud kindlas osas (*7*). Valgusärrituse mitmekordsel seostumisel tingimatu toiduärritusega (D) kujuneb ajukoore erutatud piirkondade (keskuste) vahel välja ajutine seos ehk ***ajutine närviside*** (*8*), mille moodustamisest võtab osa palju neuroneid. Sellepärast juhitakse ajukoore nägemispiirkonna teatud osas elektripirni süütamisel tekkiv erutus väljakujunenud ajutist närvisidet pidi toitumiskeskusesse juba enne söötmist. Sealt satub erutus pikliku aju süljenõristuskeskusesse ning viimasest edasi — süljenäärmetesse. Selle tulemusena algab sülje tingitud-reflektoorne nõristumine.

Tingimatud ja tingitud refleksid. Tingimatud ja tingitud refleksid etendavad loomade ja inimese käitumises suurt osa. Kõigil inimestel, nagu kõigil samasse liiki kuuluvatel loomadelgi, on sündimisest saadik olemas teatud kindlad tingimatud refleksid. Need refleksid päranduvad vanematelt järglastele. ***Seega: tingimatud refleksid on sünnipärased (kaasasündinud) ja pärilikud.*** Tingimatud refleksid säilivad organismi kogu elu kestel, juhul kui haiguse või trauma tagajärjel tal ei kahjustu närvisüsteemi ühed või teised osad.

Tingimatud refleksid on seoses organismi teatud kindlate talitlustega. Seedemahlade nõristumine vastuseks suuõõne ret-

septorite ärritamisele, neelamine, seedekulgla seinte lainetusetaolised kokkutõmbumised — kõiki neid ja paljusid teisi tingimatuid reflekse on hakatud nimetama ***toitumisrefleksideks.***

On olemas ka palju mitmesuguseid tingimatuid ***kaitsereflekse.*** Niisugused on näiteks keha tagasitõmbamine tulise eseme vastu puutumise puhul, köhimine, aevastamine, söögiks kõlbmatute ainete väljasülitamine, silmade pilgutamine.

Vastandina tingimatutele refleksidele omandatakse tingitud refleksid organismi elu vältel. Nad kujunevad välja tingimatute reflekside baasil. Inimesel ja imetajatel loomadel kulgevad tingitud refleksikaared läbi suuraju poolkerade koore.

Tingitud reflekside bioloogiline otstarve. Tutvume näidete varal, millist tähtsust omavad tingitud refleksid ulukimetajatele.

Vastsündinud hundikutsikatel ilmnevad juba elu esimestel tundidel tingimatud refleksid. Ema juures lamades torkavad nad oma koonukesi stiihiliselt tema sooja karvkattesse. Sattudes nisale, hakkavad nad mokkadega ja keelega sooritama koordineeritud imemisliigutusi. Need kõik on tingimatud-reflektoorsed liigutused. Kui piim satub hundikutsika suhu, hakkavad tal nõristuma sülg ja maomahl ning ta neelab toidu alla. Kõik need on samuti tingimatud refleksid. Kuid esimestest elupäevadest peale hakkavad väikestel abitutel loomadel kujunema välja ka tingitud refleksid. Juba pimedatena oskavad hundikutsikad leida ema lõhna, sooja aistmise, samuti tema kahuse, pehme karvkatte järgi. Ning kui emahunt vahetab oma asukohta, roomavad kutsikad talle järele. See on tingitud toitumisrefleks. Silmade avanemisel hakkavad hundikutsikad orienteeruma nägemise abil. Siis muutub neile uueks toitumisega seoses olevaks tingitud ärritajaks ema välimus.

Kasvavatel loomadel ilmnevad tingimatud orienteerumisrefleksid, «mis see on»-refleksid, nagu neid nimetas I. P. Pavlov. Hundikutsikas nägi ema poolt koopasse toodud lihatükki, nuusutas seda, puudutas käpaga, tõukas. Siiani on liha kutsikale veel ükskõikne ärritaja. Kuid tundmatut eset sakutades surus loom sellesse hambad. Ja otsekohe, vastuseks toiduga ärritamisele, algas sülje ja maomahla tingimatu-reflektoorne nõristumine. Hundikutsikas neelas liha alla. Pärast liha maitse mõnekordset seostumist selle välimuse ja lõhnaga kujunevad loomal välja uued tingitud refleksid. Nüüd tarvitseb tal maiuspala vaid haista või näha, kui tal ilmneb terve rida reaktsioone: algab seedemahlade nõristumine, loom jookseb liha juurde, haarab selle hammaste vahele. Aja jooksul muutuvad tingitud ärritajateks emahundi poolt murtud linnu või surmatud põldhiire välimus ja lõhn.

Kui hundikutsikas suuremaks sirgub, hakkab ta vähehaaval endale iseseisvalt toitu hankima. Nüüd eelnevad toidu haaramisele uued tingitud ärritajad: pesast väljakukkunud linnupoja

välimus, linnu tiibade vehklemine, jänese jälje lõhn. Nii omandab hunt aegamisi palju tingitud toitumisreflekse, mis võimaldavad tal alal hoida elu ümbruskonna konkreetsetes tingimustes.

Teine näide aitab meil mõista, kuidas loomadel kujunevad välja tingitud kaitserefleksid. Metsas sattus hirv kibuvitsapõõsasse. Teravad ogad vigastavad tema nahka. Ja pärast valuärrituse mõnekordset seostamist valu põhjustava taime välimuse ja lõhnaga hakkab loom kibuvitsapõõsastest ettevaatlikult mööda minema.

Ümbruskonna tingimuste muutumise korral kujunevad loomadel uued tingitud refleksid, vanad tingitud refleksid aga võivad kaduda.

■

Kõrgem närvitalitlus. Tingimatu ärritaja. Ükskõikne ärritaja. Tingitud ärritaja. Tingitud refleks. Tingimatu refleks.

?

1. Milles seisneb loomadel tingitud reflekside kujundamise pavlovlik metoodika? 2. Missugune on tingitud reflekside refleksikaarte kujunemise peamine vajalik tingimus? 3. Milles seisneb seos tingimatute ja tingitud reflekside vahel? 4. Missugused on põhilised erinevused tingimatute ja tingitud reflekside vahel? 5. Missugust osa etendavad tingitud refleksid loomade elus?

!

1. Kuidas füsioloogialaboratooriumides kujundatakse koertel välja tingitud süljenõristusrefleksi pasunaheli peale? 2. Kuidas saab koeral kujundada jäseme tingitud-reflektoorset tagasitõmbamist metronoomi koputuste peale tingimatu kaitserefleksi baasil?

▲

Esitage teile tuntud tingitud reflekside näiteid koduloomadel. Selgitage, kuidas need refleksid on tekkinud.

56. Tingitud reflekside pidurdumine

Tingitud reflekside väline ja sisemine pidurdus. Eelnenud peatükkides ja paragrahvides puutusite te juba korduvalt kokku kesknärvisüsteemis esinevate pidurdusnähtustega. Nagu I. P. Pavlov kindlaks tegi, toimub organismis mitte ainult tingimatute, vaid ka tingitud reflekside pidurdumine. Oma katsetega tõestas ta, et esineb kaht liiki tingitud reflekside pidurdumist — ***väline pidurdus*** ja ***sisemine pidurdus.***

Välist pidurdust täheldatakse inimestel ja loomadel neil juhtumitel, mil suuraju poolkerade koores tekib erutuskolle, mis on esile kutsutud küllalt tugeva, antud tingitud refleksiga mitte seoses oleva ärritaja poolt. Kuidas toimub tingitud reflekside väline pidurdumine?

Tehes kaitseid fistuliga koeraga, kellel oli välja kujundatud tugev tingitud refleks elektripirni valguse peale, andis Pavlov tingitud ärritaja sisselülitamise momendil ootamatult läbilõikava

kellahelina. Tingitud reflektoorset süljenõristumist sel puhul ei toimunud. Vali heli põhjustas tugeva erutuskolde tekkimist looma suuraju poolkerade koore kuulmispiirkonnas. Selle tagajärjel pidurdus tingitud süljenõristusrefleks valguse peale.

Tutvume värvilise tahvli XVI abil protsessidega, mis toimuvad koera suuraju poolkerade koores siis, kui süljenõristusrefleks valguse peale (A) pidurdub kellahelina mõjul. Tugeva ärritaja (B) toime kuulmisretseptoritele kutsub esile võimsa erutuse ajukoore kuulmispiirkonnas (*9*). Siis tekib erutuskolde ümbruskonnas paiknevates ajurakkudes pidurdus (*10*). See pidurdus kandub mööda suuraju poolkerade koort laiali (*11*). Kui pidurdus levib nägemispiirkonda (7), ei saa erutus minna läbi seal asetsevate neuronite (C). Seetõttu tingitud süljenõristusrefleksi refleksikaar katkeb.

Välise pidurduse nähted etendavad loomade elus tähtsat osa. Tänu sellele protsessile võib looma käitumine kiiresti ümber korralduda, sõltuvalt ümbruskonnas toimuvatest sündmustest. Seda on kerge mõista näite varal.

Kanala läheduses haistis rebane linnulõhna. Kiskjal hakkas külluslikult nõristuma sülge ja ta hakkas hiilides lähenema saagile. Äkki aga kärgatas lask ja rebane tundis kõrvetavat valu. Tingitud-reflektoorne süljenõristus lakkas otsekohe, pidurdusid ka küttimisega seoses olevad lihasrefleksid ja loom pistis plagama. Selle nähtuse bioloogiline tähendus on mõistetav: toitumisreflekside pidurdumine hädaohu momendil võimaldas avalduda kaitserefleksidel, mis päästsid rebase elu.

Tingitud reflekside ***sisemine pidurdus*** on seoses peaaju koores toimuvate keerukamate protsessidega. Vaatleme üht sisemise pidurduse juhtumit.

Pärast seda, kui koeral oli kujundatud välja kindel tingitud süljenõristusrefleks valgussignaali peale, korraldati temaga uus seeria katseid. Looma ees süüdati palju kordi järjest elektrivalgus, kuid ei kinnitatud seda tingitud ärritajat tingimatu ärritaja — toiduga. Pärast igat järgmist valguse süütamist nõristus loomal üha vähem ja vähem sülge. Lõpuks lakkas sülje nõristumine valgussignaalile hoopis. ***Kui tingitud ärritajat jätta palju kordi järjest tingimatu ärritajaga kinnitamata, tekib ajukoores olevas tingitud refleksi keskuses sisemine pidurdus:*** vastusreaktsioon järk-järgult nõrgeneb, hiljem aga kaob hoopis — refleks hääbub ehk kustub.

Järgmisel päeval algas katsealusel koeral pärast elektrivalguse esmakordset süütamist uuesti ohter sülje nõristumine. Ent kuna ka seekord tingitud ärritaja jäi söötmisega kinnitamata, vähenes sülje nõristumine kiiresti ja lakkas varsti. Seda katset korrati päevast päeva sama koeraga ning iga päevaga vähenes koera poolt valgusärrituse peale nõristunud sülje kogus. Lõpuks jõudis kätte päev, mil vastuseks valgusärritajale ei nõristunud

fistulist enam ühtki tilka sülge. Loomal oli tingitud refleks täielikult kustunud.

See katse tutvustab teid tingitud reflekside tähtsa iseärasusega. Teile on teada, et tingitud refleksid kujunevad organismil kogu elu vältel. Ühtlasi aga ***juba kindlalt väljakujunenud tingitud refleksid kustuvad, juhul kui tingitud ärritaja jääb tingimatu ärritajaga kinnitamata.*** Sellepärast nimetaski I. P. Pavlov tingitud reflekside kujunemisel ajukoores tekkivaid seoseid ajutisteks närvisidemeteks.

Tänu sellele, et organism on suuteline alatasa kujundama välja uusi tingitud reflekse ning et vanad, kinnitamata jäänud refleksid hääbuvad, kohaneb tema käitumine pidevalt ümbruskonna muutuvate tingimustega. Tingitud reflekside hääbumise ehk kustumise tähtsust on kerge mõista näite varal.

Päevast päeva jõi põder vett metsatihnikus paiknevast ojast. Oja juurde viiva teeraja ilme, rada mööda joogikohal käivate loomade jälgede lõhn, vee vulin ja paljud teised tunnused muutusid põdrale tingitud ärritajateks, signaalideks veest. Tuli aga põud ja vesi ojas hakkas vähenema. Jõudis kätte päev, mil põder kuivanud ojasängis enam ei leidnud vett. Esimestel järgnevatel päevadel loom jätkas kuivanud ojal käimist, ent tingitud refleksid jäid tingimatu ärritaja poolt kinnitamata — vett ei olnud. Ning vana refleks aegamööda kustus. Põder aga leidis vett läheduses asetsevast järvest, ning tal kujunesid välja uued tingitud refleksid.

Ärrituste eristamine ehk diferentseerimine. Retseptorite vahendusel saab organism ümbruskonnast vahetpidamatult väga palju mitmesuguseid ärritusi. Nende täpne eristamine toimub suuraju poolkerade koores. Selle protsessi aluseks on sisemise pidurduse protsessid. Et tutvuda, kuidas loomadel ärrituste eristamine välja kujuneb, analüüsime üht I. P. Pavlovi laboratooriumis korraldatud katset.

Pärast seda, kui koeral oli kujundatud välja kindel tingitud süljenõristusrefleks pasunaheli peale, hakati looma söötma ainult siis, kui kõlas teatud kindla kõrgusega toon. Katse alguses kutsusid ka muu kõrgusega helid esile sülje nõristumist. Kuid neid ärritajaid ei kinnitatud toiduga. Mõne aja möödudes pidurdusid koeral tingitud refleksid neile helidele, mis jäid söötmisega kinnitamata. Nüüd nõristus koeral sülge ainult teatud kindla kõrgusega heli peale. Kõik teised toonid aga, isegi õigele väga lähedane toon, ei põhjustanud loomal sülje nõristumist.

Ärrituste eristamine ehk diferentseerimine etendab loomade, eriti metsloomade, elus tohutu suurt osa. Tuule müha, puulehtede kohina ja väga paljude muude metsa täitvate ükskõiksete (neutraalsete) heliärritajate hulgast tabab rebane linnu tiibade vaevalt kuuldava sahina. Niisuguste lindude peale on ta juba jahti pidanud ning seda nõrka heli on korduvalt kinnitanud tingimatu

ärritaja — toit. Mitmesuguste lõhnade hulgas eristab jänes rebase lõhna — on ju rebased teda ka varem küttinud — ning pistab põgenema.

Ärrituste diferentseerimine aitab seega loomadel säilitada oma elu selles ümbruskonnas, kus nad elutsevad.

■

Väline pidurdus. Sisemine pidurdus. Tingitud reflekside kustumine. Ajutised närvisidemed. Ärrituste eristamine.

?

1. Missugust bioloogilist otstarvet omab loomadel väline pidurdus? 2. Missugust bioloogilist otstarvet omab loomadel sisemine pidurdus? 3. Kuidas laboratooriumides kujundatakse välja ärrituste eristamist loomadel? 4. Millist tähtsust loomadele omab ärrituste eristamine?

!

1. Kuidas keppi kartval koeral kujundada välja positiivset tingitud refleksi selle eseme nägemise peale? Missugused protsessid toimuvad sel puhul ajukoores? 2. Miks kass, kes hiilides läheneb piimakausile, hüppab peremeest nähes nõust eemale?

57. Inimese kõrgem närvitalitlus

Inimese käitumise keerukus. Inimese käitumine erineb järsult isegi kõige kõrgemalt arenenud loomade käitumisest. Ainuüksi inimesele on omased peaaju talitluse niisugused keerukad avaldused, nagu kõrgeltarenenud teadvus, abstraktne mõtlemine ja sellega seoses olev kõnevõime. Kõik need kõrgema närvitalitluse iseärasused on inimesel arenenud pikkamööda, seoses tema ühiskondlikult organiseeritud tööprotsessiga, tänu millele inimesed on suutnud teadlikult mõjustada loodust. Kuid ka need inimese käitumise keerukaimad vormid on tihedas seoses tingitud reflekside kujunemisega, nende pidurdumisega, ärrituste eristamisega.

Tingitud reflekside kujunemine inimesel algab lapse esimestest elupäevadest. Päevast päeva, kui ema toidab imikut, viibib viimase keha teatud kindlas asendis. Ning see asend muutub peagi imikule tingitud ärritajaks, mida pidevalt kinnitab tingimatu ärritaja — söömine. Juba 1—2 nädala vanuselt ilmneb imikul selgesti tingitud refleks: kui teda võtta kätele tavalises toitmisasendis, hakkab ta kohe huulte ja keelega tegema imemisliigutusi.

Möödub päevi ja nädalaid ning tingitud reflekside hulk rinnalapsel suureneb järjest. Tingitud toitumisärritajaks muutub talle ema välimus. Nelja kuu vanune rinnalaps tunneb ema ära, sirutab temale vastu oma käekesed. Samal viisil reageerib imik ka pudelikest nähes, millest ta piima imeb. Lapsel hakkavad kujunema ka tingitud kaitserefleksid. Teelusikaga valatakse talle

suhu ebameeldiva maitsega arstimit, ning lusika välimus muutub lapsele tingitud ärritajaks: seda nähes hakkab ta nutma, tõukab lusika eemale.

Laps kasvab suuremaks. Tema toitmine pudelist lõpetatakse. Nüüd antakse lapsele lusikaga maitsvat toitu ja kaitserefleks selle eseme suhtes pidurdub — kustub. See refleks asendub uue tingitud refleksiga, mille puhul lusikas muutub tingitud toitumisärritajaks, ning nüüd lusikat nähes hakkab laps end selle poole sirutama.

Nii kujuneb lapsel aja jooksul ümbruskonna ärrituste toimel välja üha enam tingitud reflekse. Aasta vanuse lapse ümber lendleb kullavärviline herilane. Laps sirutab tema poole oma käekesed, haarab herilase pihku. Ning putuka välimuse seostamine terava valuga põhjustab tingitud kaitserefleksi kujunemist. Nüüd herilast nähes laps hakkab nutma, peidab käe selja taha.

Need väikeste laste tingitud refleksid ei erine refleksidest, mis kujunevad välja loomadel. Niisugused refleksid ei kaota oma tähtsust ka täisealiste inimeste juures. Nad avalduvad neil pidevalt.

Maitsva toidu nägemisel hakkab meil suhu nõristuma sülge, toidunõude klirin äratab meil söögiisu, meie ei puuduta kastrulit, kui selle kaane alt tungib välja auru. Me ärkame üles äratuskella helina peale. Kellaosuti signaliseerib meile, et on jõudnud kätte aeg hommikueineks, koolisminekuks. Õppetunnid koolis algavad ja lõpevad kellahelina peale.

Meil avaldub ka tingitud reflekside ***pidurdumine.*** Näiteks ootamatu kõrvulukustav piksekärgatus peatab juba alanud sülje nõristumise maitsva toidu nägemise peale. See on väline pidurdus.

Tutvume sisemise pidurduse näitega inimesel. Olles pannud selga uued rõivad, sirutame me esimestel päevadel käe taskuräti või rahakoti järele sinna kohta, kus vanadel rõivastel asetses tasku. Taskut aga endisel kohal ei ole. Kinnitamata jääv refleks aja jooksul kustub. Meil kujuneb välja uus tingitud refleks, ning me pistame eksimatult käe nende riiete taskusse, mida me nüüd kanname.

Niisugused tingitud refleksid määravad teatavasti loomade käitumise, ent nad ei ammenda kaugeltki inimese kõrgemat närvitalitlust kogu selle keerukuses. Inimene tunnetab ümbritsevat maailma ja mõjutab seda aktiivselt. Ümbritseva maailma tunnetamises inimese poolt on omandanud erilise tähtsuse ***sõna.***

Sõna tähtsus. ***Sõna on võimeline tajuma ainult inimene. Sõnal on inimeste elus esmajärguline tähtsus. Sõna on iselaadseks ärritajaks enamikule meie tingitud refleksidele.*** Seda aitab mõista järgmine katse.

Kujutage endale ette punasesõstrapõõsast, mis on üleni täis

suuri eredavärvilisi marjakobaraid. Marjad on küpsed: läbi nende poolläbipaistva viljaliha on näha seemned. Teie nopite kobara ja rebite huultega marju selle varrekese küljest. Suus katkilitsutud marjade happest tõmbuvad kokku lõualuud... Miks aga teie suu neid ridu lugedes täitus süljega? Te ometi ei söönud ju praegu sõstraid ega näinud neid. Kuid teie poolt loetud sõnades jutustati punase sõstra maitsest ja välimusest. Need sõnad toimisid teile tingitud ärritajana. Korduvalt varem, süües hapu maitsega punaseid sõstraid, on teil eritunud ohtralt sülge. Refleks sõna peale, mida te äsja enda juures täheldasite, kujunes välja kahe refleksi alusel: tingimatu refleksi alusel — sõstra maitsele ja tingitud refleksi alusel — sõstra välimusele.

Ent sõna tähendus inimesele ei piirdu üksnes tingitud ärritaja funktsiooniga. Keel on tekkinud inimestevahelise ***suhtlemisvahendina*** nende tööalases tegevuses. Inimühiskonna kogu elu põhineb inimeste suhtlemisel keele abil. Rääkima õppida on võimalik ainult inimühiskonnas. Seda tõendavad üksikud kirjanduses kirjeldatud juhtumid, mil vanematel kaotsiläinud rinnalapsi toitsid ulukimetajad. Niisugustel lastel, kes leiti üles 5—7 aasta vanuselt, puudus täielikult kõnevõime ning inimesele omane mõtlemine. Hiljem oli juba võimatu neid rääkima õpetada.

Tavalistes tingimustes hakkab laps rääkima ühe kuni poolteise aasta vanuselt. Esialgu tähistavad lapse poolt väljendatud sõnad tema jaoks üksikesemeid. Näiteks sõna «laud» tähistab temale seda lauda, mille ääres teda söödetakse. Kuid aja jooksul hakkab laps sama sõnaga nimetama ka isa kirjutuslauda, köögilauda ja raadiolauda. Laps hakkab sõnaga «laud» ***üldistama*** mitmesuguseid ühiste tunnustega esemeid.

Seega, ***sõna väljendab meie mõisteid.*** Sõnadega üldistame me mitte ainult esemeid, nende omadusi ja tunnuseid ning loodusnähtusi, vaid ka oma aistinguid, elamusi, abstraktseid mõisteid. Me mõtleme sõnadega. Tähendab, ***mõtlemise aluseks on sõna.*** Inimese kõrgemas närvitalitluses nihkuvad loomade tingitud refleksidega sarnased refleksid tagaplaanile. Inimese kõrgema närvitalitluse põhilised avaldused on seotud kõnevõimega ja abstraktse mõtlemisega.

Võib näida, et ka loomad mõistavad sõnade mõtet. Tõepoolest, koer, kellel on kujundatud välja vastav tingitud refleks, tõuseb tagajalgadele, kui talle öelda: «Sitsi!» Kuid sõnade mõtet loom ei mõista. Ta tõuseb tagajalgadele ka teiste, sarnaste häälikukombinatsioonide puhul. Kui aga sellisele koerale öeldakse: «Tõuse tagajalgadele!», ei reageeri koer nendele sõnadele.

Inimestel avaldub reaktsioon sõnale teisiti. Isegi väike, alles käima hakkav laps reageerib teda kutsuva ema mitmesuguste, häälikukombinatsioonide poolest üksteisest erinevate fraaside (näiteks: «Tule siia», «Jookse ema juurde» jne.) peale ühteviisi. Laps suleb silmad, kui talle öeldakse: «Maga!», «Uinu!», «Jää

magama!», «Pane silmad kinni!». Seega reageerib inimene mitte häälikukombinatsioonidele, vaid sõnade mõttele.

Mööduvad aastad ja laps hakkab keelt üha täielikumalt valdama, sõnadega tähistatavad mõisted muutuvad keerukamateks. Koos kõnevõimega areneb ka lapse mõtlemine. Seitsmeaastaselt hakkab ta lugema ja kirjutama.

Suuline ja kirjalik kõne etendavad määratu suurt osa inimühiskonna arengus. Need võimaldavad meil tutvuda mitte ainult teiste inimeste kogemustega, vaid ka nende kogemustega, mis inimkond on talletanud kogu oma ajaloo vältel.

Inimese teadvuse sõltuvus suuraju poolkerade koore talitlusest. Inimeste teadvus on lahutamatus seoses nende peaaju koore talitlusega. Seda tõestavad paljud faktid. Tutvume neist mõnedega. On teada juhtumeid, kus lapsed sünnivad puudulikult arenenud suuraju poolkerade koorega või puudub see neil hoopis. Need lapsed elavad harilikult lühikest aega, mitte üle kolme aasta. Oma lühikese eluaja kestel nad ei erine käitumise poolest vastsündinud imikutest. Neil ei kujune välja ühtki tingitud refleksi, teadvus ja sellega seoses olev kõnevõime puuduvad täielikult.

Mõnikord peaaju haigestumise või vigastamise tagajärjel häirub inimese suuraju poolkerade talitlus. Siis võib inimesel kaduda mõistus.

Need faktid tõendavad, et ilma peaaju kooreta ei saa olla mõtlemist.

Teaduse edusammud peaaju talitluse uurimise alal ei jäta kohta religioossetele väärkujutlustele, nagu seletuks inimese teadvuslik tegevus kehast sõltumatu «hinge» omadustega. Need kujutlused pidurdasid paljude aastasadade vältel tõeliselt teaduslike vaadete arengut inimese teadvuse ja mõtlemise küsimustes. Vene füsioloogid I. M. Setšenov, I. P. Pavlov ja nende järgijad andsid hindamatu panuse inimese kõrgema närvitalitluse õpetuse loomisesse, mis arvukate vaieldamatute faktidega tõestab «hinge» kohta käivate religioossete uskumuste täielikku alusetust.

■

Sõna tingitud ärritajana. Sõna mõtlemise alusena.

?

1. Milles seisneb inimese ja loomade kõrgema närvitalitluse sarnasus? 2. Millal hakkavad inimesel ilmnema tingitud refleksid? 3. Kuidas tõestada, et dresseeritud loomad reageerivad mitte sõnade mõttele, vaid häälikukombinatsioonidele? 4. Missugused teile teadaolevad faktid tõendavad, et inimese teadvus on suuraju poolkerade koore talitluse avaldus?

▲

1. Tuletage meelde, missugused tingitud refleksid etendavad olulist osa meie igapäevases elus? 2. Esitage näiteid tingitud reflekside välise ja sisemise pidurduse kohta isiklike kogemuste põhjal. 3. Tooge oma isiklikest kogemustest näide tingitud kaitserefleksi kohta sõna peale.

58. Närvisüsteemi tervishoid

Närvisüsteemi seisundi tähtsus organismi normaalse talitluse seisukohalt. Inimese närvisüsteem talitleb vahetpidamatult nii päeval kui öösel. Elundkondade kooskõlastatud talitlus teostub närvisüsteemi pidevate mõjustuste toimel. Iga refleksi puhul juhitakse erutus suuraju poolkerade koorde. Arvukad tingimatud ja tingitud refleksid tagavad kogu aeg meie organismi suhtlemist ümbruskonnaga. Mitmesuguste retseptorite poolt vastuvõetavate ärrituste eristamine toimub peaaju koores. Inimese peaajus kulgevad keerukad närviprotsessid on aluseks tema teadlikule tegevusele, mis väljendub ühiskonna elu kõigis tahkudes. Inimese igasugune töö — töötamine tööstuses, teaduse, kultuuri või kunsti mitmesugustes valdkondades, õppimine koolis ja teistes õppeasutustes — on seoses kõrgema närvitalitluse mitmekesiste avaldustega, alates kõige lihtsamatest tingitud refleksidest ja lõpetades ülikeerukate mõtlemisprotsessidega. Sellepärast tekib inimese ükskõik missuguse tööala puhul väsimus kõige enne tema kesknärvisüsteemis.

Organismi normaalne talitlus sõltub suurel määral kesknärvisüsteemi, eriti aga peaaju seisundist. Sellepärast põhjustabki kesknärvisüsteemi üleväsimus (kurnatus) organismi mitmete eluliselt tähtsate funktsioonide häireid ja toob kaasa töövõime järsu vähenemise või isegi kadumise.

Väsimuse tekkimist kesknärvisüsteemis tõkestavad tunduval määral seal vahetpidamatult kulgevad pidurdusprotsessid.

Pidurduse kaitsev funktsioon. ***Pidurdus on organismi üks kaitsekohastumisi. Pidurdus hoiab ära väsimuse kiire suurenemise kesknärvisüsteemis.***

Te teate juba, et tugeva erutuse tekkimine kesknärvisüsteemi mingis osas toob endaga kaasa pidurduse arengu kesknärvisüsteemi teistes osades. Pidurdusseisundis viibivaid ajupiirkondi erutus ei saa läbida ning sel ajal need piirkonnad taastavad oma töövõime.

Kui aga inimene ei täida tervishoiunõudeid, võib kesknärvisüsteemis tekkiv pidurdus tuua talle kahju. Näiteks mõned inimesed vestlevad ja loevad söömise ajal. Need kõrvalised ärritajad põhjustavad tingimatute ja tingitud toitumisreflekside pidurdumist. Sel puhul nõrgeneb seedemahlade nõristumine, söögitoru ja soolte lainetusetaolised kokkutõmbumised muutuvad loiuks. See kõik häirib tugevasti seedimisprotsesse.

Kehalise töö tervishoid. Kehaline töö on enamasti seotud ühtede ja samade lihaserühmade kestva töötamisega. Seetõttu viibivad kesknärvisüsteemi teatud piirkonnad, mis reguleerivad nende lihaste talitlust, pikka aega erutusseisundis. Aja jooksul hakkab neis arenema väsimus. Et vältida liiga kiiret väsimist,

on kasulik töö vaheaegadel organiseerida virgutusvõimlemist. Sel puhul kandub põhiline koormus üle neile lihastele, mis tööprotsessis vähe osalevad, ja erutus tekib peaaju teistes piirkondades. Aju nendes osades, mis viibivad erutusseisundis töötamise ajal, areneb pidurdus. Sel ajal need ajupiirkonnad taastavad oma töövõime.

Meie päevil juurutatakse tootmisse laialdaselt töömahukate protsesside mehhaniseerimist ja automatiseerimist. Nendes majandusharudes, kus tootmine pole veel täielikult mehhaniseeritud, omandab suure tähtsuse töö ratsionaliseerimine. Ratsionaliseerimise tulemusena välditakse tööliste ülearusejd liigutusi, määratakse kindlaks mitmesuguste lihaserühmade kõige soodsam töörütm. Niisugune rütm tagab lihaste tööd reguleerivate ajupiirkondade vahelduva erutumise ja pidurdumise närvisüsteemile kõige soodsamas tempos. See aitab ära hoida närvisüsteemi ülekoormamist.

Vaimse töö tervishoid. Vaimne töö on seoses tohutu hulga peaaju koore rakkude tegevusega, mis osalevad mõtlemise ülikeerukates protsessides. Pikaajaline vaimne töö põhjustab väsimuse suurenemist kesknärvisüsteemis. Pidurdus hakkab temas domineerima erutuse üle. Vaimse töö puhul on kesknärvisüsteemi erutusseisundis viibivatele piirkondadele tingimata vaja anda puhkust. Heaks niisuguse puhkuse vormiks on võimlemine või muu füüsiline koormus töö vaheaegadel. Tunnid õppetöökodades ja kooliaias mitte ainult valmistavad teid ette tulevaseks tööks, vaid tõkestavad ka väsimuse arengut kesknärvisüsteemis. Aju nendes piirkondades, mis olid erutusseisundis õppetundide ajal klassiruumis, tekib pidurdus. Samasugune tähtsus on kehalise kasvatuse tundidel koolis ning viieminutilistel virgutusvõimlemispausidel asutustes.

Kehalise ja vaimse töö vaheldumisel on esmajärguline tähtsus inimese kesknärvisüsteemi kaitsmisel väsimuse suurenemise vastu.

Päevarežiim. Et vältida väsimuse liiga kiiret arengut kesknärvisüsteemis, on tähtis pidada kinni päevarežiimist — töötamise ja puhkamise, söömise ja magamise igapäevasest täpsest korrast. Vaheldades päeva kestel vaimset tööd seda või teist liiki kehalise tööga ja puhkusega, tuleb igaühele neist eraldada alatiseks kindlaksmääratud kellaajad.

Päevarežiimist range kinnipidamise korral kujuneb inimesel välja palju mitmesuguseid tingitud reflekse ajale. See loob organismi elus kindla rütmi. Inimene ärkab iga päev ühel ja samal ajal. Kui saabub hommiku-, lõuna- ja õhtusöögiaeg, algab tal seedemahlade tingitud-reflektoorne nõristumine. See, nagu te teate, soodustab toidu head seedimist. Kui inimene tegeleb kehalise tööga alati samal kellaajal, intensiivistub tal juba enne töö

algust ainevahetus, südametegevus kiireneb ja tugevneb, hingamine muutub sügavamaks. Kogu organismis ilmneb valmisolek kõrgenenud koormuseks. Kui inimene heidab igal õhtul magama samal kellaajal, uinub ta kiiresti.

Sellepärast inimestel, kes peavad rangelt kinni päevarežiimist, korraldub organismi talitlus kergesti ümber, kui nad siirduvad ühelt igapäevaselt tegevuselt teisele. See väldib närvisüsteemi kiiret väsimist.

Päevarežiimis on suur tähtsus õigesti organiseeritud puhkusel. Pärastlõunal on väga kasulik pidada vaikset tundi. Kuid pikaajaline tegevusetus (jõudeolek) ei võimalda organismile tõelist puhkust. Igaüks teist on märganud, et jalutuskäigu, võrkpallimängu, uisutamise, suusatamise või huvitava raamatu lugemise ajal puhkate te hästi. See on ***aktiivne puhkus.***

Aktiivse puhkuse kasulikkus seletub sellega, et ajukoore piirkondadele, kus arenes väsimus, levivad pidurdusprotsessid kiiremini siis, kui tema teised piirkonnad viibivad erutusseisundis.

Tööfüsioloogia. Inimese töö kõige ratsionaalsema organiseerimise küsimused on saanud uurimisobjektiks spetsiaalsele teadusele — ***tööfüsioloogiale,*** mis on rajatud inimese füsioloogia poolt kogutud teadmiste baasile. Tööfüsioloogia alused rajas I. M. Setšenov. See teadus on töötanud välja mitmeid abinõusid, mis väldivad närvisüsteemi ülekoormamist. Tutvume neist mõnedega.

Mitmesugused kõrvalised ärritajad põhjustavad töötamisega mitte seoses olevate tingitud reflekside pidurdumist. Sellepärast langebki töötootlikkus mürade, ülemäära tugeva valgustuse, ümbritsevate esemete ereda värvuse, liiga kõrge või madala temperatuuri mõjul. Need mõjustused pidurdavad tööga seoses olevaid tingitud reflekse, soodustavad väsimuse tekkimist. Sellepärast on töötamisel tähtis vältida igasuguseid kõrvalisi ärritajaid. Meie maa tööstusettevõtetes, asutustes ja koolides luuakse tööks soodne olustik. Tööruumide ja klassitubade seinad värvitakse mahedates toonides, tugevad valgusallikad varjatakse spetsiaalsete armatuuridega, võideldakse tööstusmürade vastu. Võideldakse ka mürade vastu Nõukogude Liidu asulates: Moskva linna ja teiste suurte tööstuskeskuste piirides on autodel, veduritel ja trammidel keelatud helisignaalide andmine. Tänavate laiendamine ja haljastamine etendavad samuti suurt osa linnamüra nõrgendamisel.

Töö ratsionaliseerimine, õige päevarežiimi sisseseadmine, kehalise töö vaheldumine vaimse tööga, puhkuse õige organiseerimine — kõiki neid küsimusi uurib tööfüsioloogia, mis etendab väga tähtsat osa töötajate närvisüsteemi üleväsimist tõkestavate tingimuste loomisel.

Alkohoolsete jookide ja suitsetamise mõju närvisüsteemile. Alkohol ja nikotiin on väga mürgised ained. Kõige tugevamat toimet avaldavad nad kesknärvisüsteemile. Laialdaselt levinud arvamus, nagu ergutaksid alkohoolsed joogid inimest ja ärataksid temas energiat, on vale. I. P. Pavlovi laboratooriumis tehti loomadega katseid, mille abil läks korda selgitada, et purjusolek häirib tingitud reflekse, nõrgendab pidurdusprotsesse. See muudab loomade käitumise süsteemituks ja ebaotstarbekohaseks.

Samasugust käitumist täheldatakse joobnud inimestel. Nende liigutused on ebatäpsed, kõne on segane ja mõttetu, mõtlemisprotsessid on häiritud. Õnnetusjuhtumid ja suured avariid käitistes on sageli põhjustatud ühe töölise purjusolekust paljude sadade hulgas.

Alkoholism põhjustab kesknärvisüsteemi raskeid, parandamatuid kahjustusi. Alkohoolikutel häirub kõrgem närvitalitlus, järk-järgult nõrgenevad vaimsed võimed.

Väga kahjulikult mõjub inimeste närvisüsteemile nikotiin. Nikotiin on niivõrd mürgine, et selle aine mõne tilga süstimine verre on suurtele imetajatele loomadele surmav. Suitsetajad mürgitavad end aegamööda. ***Nagu alkohol, nii toimib ka nikotiin eriti tugevasti kesknärvisüsteemisse.*** Suitsetajad inimesed muutuvad närviliseks, järk-järgult nõrgeneb nende mälu, sest halveneb aju varustamine verega, käed hakkavad värisema. Suitsetamine võib põhjustada sageli inimese enneaegse surma aju veresoonte spasmide tekkimise tõttu.

Närvisüsteemi normaalse talitluse tagamiseks on vaja iga päev tegelda nii kehalise kui ka vaimse tööga, pidada rangelt kinni päevarežiimist, õigesti ühendada tööd puhkusega, mitte juua alkohoolseid jooke ega suitsetada.

■

Pidurduse kaitsev funktsioon. Refleksid aja peale. Aktiivne puhkus. Tööfüsioloogia.

?

1. Miks inimese tegevuse üksluisus (monotoonsus) soodustab närvisüsteemi väsimuse arengut? 2. Missugused on tervishoiunõuded kehalise ja vaimse töö organiseerimise suhtes? 3. Miks inimese tegevusalade vaheldumine väldib väsimuse kiiret arengut? 4. Missugust tähtsust inimesele omab päevarežiimist kinnipidamine? 5. Kuidas mõjuvad närvisüsteemile alkohol ja nikotiin?

▲

Koostage päevarežiim, tuginedes elukorraldusele kodus ja tunniplaanile koolis. Sealjuures pidage silmas, et õppetööle koolis tuleb eraldada 5—6 tundi päevas, koduste õppeülesannete ettevalmistamiseks — 2—3 tundi, et vabas õhus viibimine (mitmesugused tööd, spordimängud, jalutuskäigud) peab kestma mitte vähem kui 3 tundi ja uni 8—9 tundi ööpäevas. Andke teie poolt koostatud päevarežiim kontrollimiseks ja parandamiseks õpetajale, pärast aga pidage kehtestatud päevakavast rangelt kinni. See aitab teil paremini korraldada oma tööd ja puhkust ning kaitsta oma kesknärvisüsteemi ülepingutuste eest.

59. Uni ja selle tähtsus

Une füsioloogiline olemus. ***Kõige täielikumaks puhkuseks kesknärvisüsteemile on uni.*** Magaval inimesel kulgeb rea elundkondade talitlus vähem intensiivselt kui ärkveloleku ajal. Skeletilihaste toonus on tal langenud, ainevahetus kudedes alanenud, südame kokkutõmbed ja hingamisliigutused on aeglustunud ja nõrgenenud, kehatemperatuur on alanenud. Sügavas unes viibivatel inimestel tingitud refleksid tavaliselt ei avaldu, mõtlemine on ajutiselt välja lülitatud. Une ajal on närvisüsteemi talitlus seotud põhiliselt ainult organismi eluliselt tähtsate funktsioonide säilitamisega. Sellepärast inimene une ajal puhkabki.

Une kestus on erineva vanusega inimestel erinev. Rinnalapsed magavad oma elu esimestel kuudel suurema osa ööpäevast ning ärkavad kõige sagedamini toitmise kellaaegadel. Täiskasvanud inimene peab magama 7—8 tundi, 14—15 aasta vanune kooliõpilane — 8—9 tundi ööpäevas.

Kaugetest aegadest peale on une «salapärase» nähtusega seotud palju ebausku ja eelarvamusi. Oli raske mõista, miks magav inimene muutub pimedaks ja kurdiks nagu surnu, pärast ärkamist aga tihti jutustab hämmastavatest sündmustest, mis temaga magades juhtusid. Nii tekkis uskumus, nagu lahkuks inimese hing une ajal ajutiselt kehast ja rändaks ringi tundmatutes maailmades, kus üleloomulikud jõud saadavad talle «prohvetlikke» unenägusid.

Teadlastel ei õnnestunud kaua aega leida õiget lähenemisviisi une nähtuse seletamiseks ja seda esile kutsuvate põhjuste kindlakstegemiseks. Suure panuse selle raske küsimuse lahendamiseks andis oma katsete ja vaatluste alusel I. P. Pavlov.

Viies läbi katseid sisemise pidurduse uurimiseks, märkas Pavlov, et esineb juhtumeid, mil palju kordi järjest tingimatu ärritajaga kinnitamata jäänud tingitud ärritaja toime põhjustab loomadel unisust ja pärast ka uinumist. Seda on lihtne mõista näiteks katsest koeraga, kellel oli välja kujundatud tingitud süljenõristusrefleks pasunaheli peale. Kui selle ärritaja korduvat toimimist ei kinnitanud söötmine, jäi loom magama.

Selle ja paljude teiste analoogiliste vaatluste alusel jõudis I. P. Pavlov järeldusele, et uni on sisemine pidurdus, mis levib üle kogu suuraju poolkerade koore ja hõlmab ka peaaju mõnesid teisi osi.

Une tähtsus. Kesknärvisüsteemi talitlus on päeva vältel, nagu te teate, väga pingeline. Sellepärast areneb närvisüsteemis väsimus. Väsimus saabub palju hiljem, kui inimene peab kinni päevarežiimist ja teeb vaheldumisi kehalist ja vaimset tööd. Ent närvisüsteemi väsimist hoopis vältida on võimatu. Väsimuse kasvades areneb peaaju koores pidurdus. Mõtted hakkavad sega-

mini minema, ümbritseva maailma aistingud kaotavad selguse, lihaste toonus langeb. Kui kõrvalised ärritajad inimest ei sega, uinub ta.

Juhul kui inimene pika aja kestel küllaldaselt ei maga või on kaks-kolm ööpäeva hoopis magamata, võib see põhjustada rasket haigust — närvisüsteemi üleväsimust. See võib inimese muuta pikaks ajaks töövõimetuks. Loomad, keda teadlased eksperimendi korras kunstlikult ei lasknud mitme ööpäeva kestel magada, hukkusid.

Seega on uni organismi kaitsekohastumus, mis hoiab ära närvisüsteemi üleväsimuse; uni on kaitsepidurdus.

Une tervishoid. Et une ajal meie organism saaks võimalikult täielikult puhata, tuleb silmas pidada rida tervishoiunõudeid. Õhtust tuleb süüa mitte hiljem kui 2 tundi enne magamaminekut, et pungil täis mao surve vahelihasele ehk diafragmale ei segaks vaba hingamist. Magamajäämisega on seoses palju tingitud reflekse. Unepidurduse kiiret arengut soodustavateks ärritajateks on tavalise uneaja kättejõudmine ja paljud toimingud, mida me alati sooritame enne magamaheitmist, näiteks voodi korraldamine, pesemine, lahtiriietumine, valguse kustutamine, voodisse pikali heitmine.

Me uinume kiiresti ja magame rahulikult, kui meisse ei toimi kõrvalised ärritajad, mis võiksid pidurduse arengut segada; niisuguste ärritajate hulka kuuluvad: ere valgus, müra, teravad lõhnad, liiga kõrge või liiga madal temperatuur. Normaalse une seisukohalt on suure tähtsusega värske õhk. Sellepärast on kasulik ööseks avada aken või õhuaken. Magada tuleb vabas poosis, kõige parem paremal küljel (sest vasakul pool paikneb süda), mitte tõmbudes kerra. Pimendatud tuba, vaikus, hoolikalt korraldatud voodi, kerge, kuid küllaldaselt soe tekk, avar ja mugav ööpesu — see kõik väldib ärritusi, mis võiksid segada und. Padi ei tohi olla liiga kõrge, et mitte kokku pigistada peasse verd toovaid veresooni; kui aga pea asetseb väga madalal, voolab peaajusse liiga palju verd ning see segab normaalset und.

Une tervishoiu kõigi nõuete täitmine kindlustab harilikult sügava pidurduse tekkimise peaajus ning rahuliku ja sügava une. Närvisüsteem puhkab. Kui magajat häirivad mingid välised või sisemised ärritused, on ta uni pinnaline ja rahutu.

Unenäod. Mõnikord säilivad magamise ajal unepidurduse seisundis viibivas ajukoores üksikud erutuskolded. Neil juhtumitel tekivad inimesel mitmesugused unenäod — aistingud ja pildid, mis on sageli seoses nende ärritustega, mis takistasid täieliku pidurduse arengut ajukoores. Ülemäära soojalt kinnikaetud inimene võib unes näha tulikuuma kõrbe. Kõuekärgatused äikese ajal põhjustavad tihti võitlustega ja plahvatustega seotud unenägusid. Mõnikord näeb inimene unes, et teda kägistatakse.

Taoliste painajalike unenägude põhjuseks võib olla ebamugav asend, mille puhul rinnakorv surutakse kokku, mis raskendab hingamisliigutusi. Samasugused unenäod tekivad mõnikord inimestel, kes enne magamaminekut on kõhu kõvasti täis söönud, sest vahelihase liikuvuse vähenemine põhjustab kopsude ventilatsiooni nõrgenemist.

Tihti on unenägude ajendajateks sündmused, mis meile parajasti eriti tugevat mõju avaldavad. Inimene ootab tähtsat teadet ja tema mõtted on hõivatud ootamisest. Kui ta uinub, areneb suuraju poolkerade koores pidurdus, välja arvatud need piirkonnad, mis on oodatava sündmuse tõttu eriti tugevasti erutatud. Inimene näeb unes, et ta sai oodatava teate kätte. Olles hommikul ärganud, saab ta lõpuks telegrammi. Taoliste juhtumite puhul räägivadki vähekultuursed inimesed «unenägu läks täide».

Tuleb ette, et inimestel, kes on unustanud, kuhu nad panid hädavajaliku eseme, meenub see unes. Sellise «prohvetliku» unenäo tekkimise põhjust on üsna lihtne mõista. Päeva vältel pidurdasid arvukad närviprotsessid neid seoseid (ajutisi närvisidemeid), mis tekkisid inimese ajus sel momendil, mil ta pani eseme käest ära. Une ajal levib ajukoores pidurdus. Ajukoore need piirkonnad aga, mis on seotud tarviliku eseme otsingutega, võivad jääda erutusseisundisse: tunneb ju inimene kaotsimineku pärast rahutust. Sel puhul kulgeb erutus ajakoores takistamatult mööda vajalikke juhteteid ja magaja näeb unes, kus ese asetseb.

Sel viisil on tekkinud uskumus «prohvetlikest» («ettekuulutavatest») unenägudest. Ebausklik inimene aga, kes usub unenägusid, püüab nähtut alati tõlgendada: päeva kestel toimub ju palju sündmusi. Kui tublisti järele mõtelda ja oletada, siis on vahest küll võimalik unes nähtut kohandada sellega, mis juhtus tegelikkuses.

Usk «ettekuulutavatesse» unenägudesse muudab inimese otsustamisvõimetuks ja võib põhjustada isegi õnnetusjuhtumeid. Tuleb ette, et ebausklik inimene, olles näinud «halba» und, mõtleb: «Läheb halvasti.» Teda piinab hirm, ta muutub hajameelseks. Niisuguses seisundis võib end kergesti tulise veega ära kõrvetada, kukkuda, raskesti vigastada.

■

Uni. Unenäod.

?

1. Kuidas muutub mitmesuguste elundkondade talitlus magamise ajal. 2. Missugust tähtsust organismile omab uni? 3. Missugused tingimused soodustavad uinumist? 4. Millised on põhilised nõuded une tervishoiu suhtes? 5. Missugust kahju tekitab inimestele «prohvetlikesse» unenägudesse uskumine?

XIII. SISESEKRETSIOONINÄÄRMED

60. Hormoonid. Kõhunäärme sisesekretoorne talitlus. Neerupealised

Organismi füsioloogiliste talitluste regulatsioon. Organismi talitluste reguleerimine närvisüsteemi poolt on seoses reflektoorse tegevusega. Refleksid tagavad kiire reageerimise meid ümbritsevas välismaailmas asetleidvatele sündmustele ning samuti organismis endas toimuvatele muutustele. Närvisüsteemi talitluse kaudu teostub mitmesuguste elundite ja elundkondade tegevuse peaaegu silmapilkne kooskõlastamine.

Eelmiste teemade õppimisel puutusite te aga korduvalt kokku ka organismi füsioloogiliste funktsioonide teist laadi reguleerimisega — humoraalse regulatsiooniga, s. o. ühtede elundite poolt toodetavate ainete toimega teiste elundite talitlusele vere kaudu. Tuletame meelde kas või seda, missugust mõju avaldab neerupealiste poolt nõristatav adrenaliin südame kokkutõmbumiste sagedusele ja jõule ning veresoonte valendike suurusele. Milles siis seisneb põhiline erinevus eluprotsesside reguleerimises närvisüsteemi poolt ja humoraalsel teel?

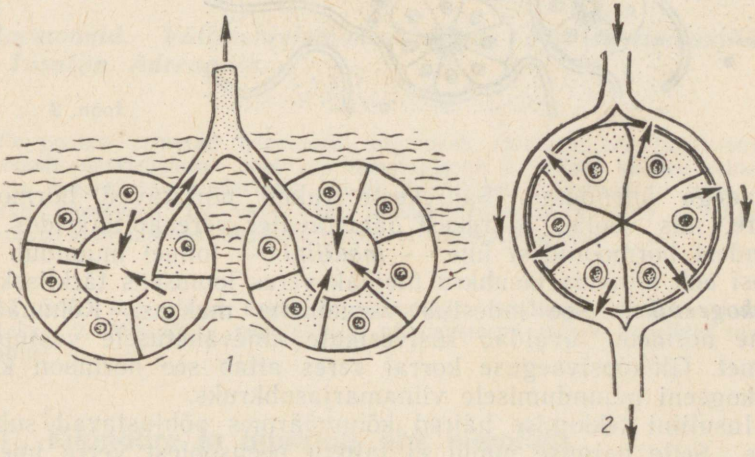
Kui reflektoorsed reaktsioonid teostuvad kiiresti, siis vere poolt elunditesse transporditavate ainete humoraalne toime kujuneb välja palju aeglasemalt — mitme minuti, mõnikord mitme tunni jooksul. See-eest toimivad need ained organismis pikemat aega. Niisuguste organismis tekkivate ainete hulgas on väga suure tähtsusega ***hormoonid,*** mida toodavad ***sisesekretsiooninäärmed.***

Hormoonid. Kõik hormoonid on orgaanilised ühendid. Osa neist on valkained, osa on teistsuguse keemilise loomusega.

Hormoonid ehk sisenõred on organismis tekkivad väga aktiivsed ained. Hormoonide tühised kogused avaldavad võimsat toimet teatud kindlate elundite ja elundkondade talitlusele. Näiteks kui tilgutada konna paljastatud südamele adrenaliini lahust, mille kontsentratsioon on 1 : 10 000, suureneb südame kokkutõmbumiste tugevus ja sagedus.

Organismis tekib palju mitmesuguseid hormoone. Praeguseks pole neid veel kaugeltki kõiki tundma õpitud. Iga hormoon avaldab organismis kulgevatele protsessidele täiesti kindlat, spetsiifilist toimet. Hormoonid etendavad erakordselt tähtsat osa ainevahetuse reguleerimises.

Välissekretsiooninäärmed ja sisesekretsiooninäärmed. Eelmiste teemade õppimisel tutvusite meie organismi paljude näärmetega, näiteks sülje-, mao-, higi- ja rasunäärmetega. Kõik need näärmed eritavad nendes moodustuvad ained viimajuhade kaudu kas keha elundite õõntesse või väliskeskkonda. Niisuguseid näärmeid nimetatakse ***välissekretsiooninäärmeteks*** (joon. 1, *1*).



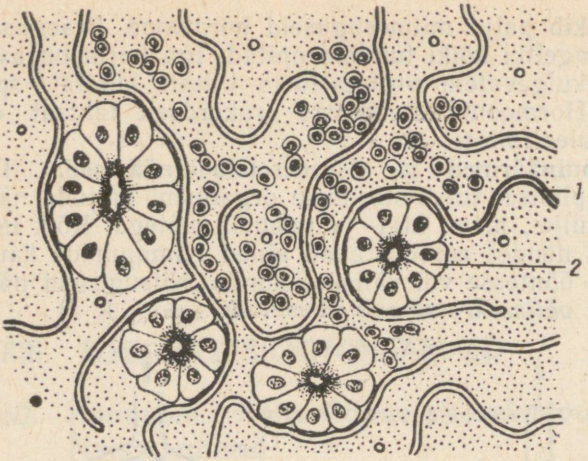
Joon. 1

Ent meie organismis esineb ka teistsuguse ehitusega näärmeid. Neil pole viimajuhasid ning nendes tekkivad hormoonid nõristuvad vahetult verre, mis voolab näärmete kude läbistavates verekapillaarides. Niisuguseid näärmeid nimetatakse ***sisesekretsiooninäärmeteks*** (*2*). Mõnede sisesekretsiooninäärmete paigutus on näidatud joonisel 8 (lk. 11).

Teadlased on teinud kindlaks, et inimese organismis esinevad mõned näärmed, mis talitlevad üheaegselt nii välis- kui sisesekretsiooninäärmetena. Niisuguste näärmete hulka kuulub kõhunääre ja samuti sugunäärmed.

Kõhunäärme sisesekretoorne talitlus. Nagu te teate, toodab kõhunääre kõhunäärme nõret. See eritub kõhunäärmest viimajuhade kaudu kaksteistsõrmikusse. Kõhunäärme nõre etendab põhilist osa toitainete lõhustumisel seedekulgla nimetatud osas. Niisugune on kõhunäärme välissekretoorne talitlus.

Kõhunäärmes (joon. 2) on olemas erilised rakud, mis paiknevad üksikute kogumikena — saarekestena (*2*), mis pole viima-



Joon. 2

juhadega ühenduses. Saarekeste rakud nõristavad hormoonid verre, mis voolab saarekesi läbistavates verekapillaarides (*1*). Nendest hormoonidest ühe — ***insuliini*** — toimel muundub glükoosi ehk viinamarjasuhkru ülejääk veres loomseks tärkliseks — ***glükogeeniks.*** See ladestub varuainena maksas. Kõhunäärme teine hormoon avaldab süsivesikute ainevahetusele vastupidist toimet. Glükoosivaeguse korral veres aitab see hormoon kaasa glükogeeni muundumisele viinamarjasuhkruks.

Insuliini tekkimise häired kõhunäärmes põhjustavad suhkurtõbe. Selle haiguse puhul ei talletu peensoolest verre imendunud glükoos maksas glükogeenina. Viinamarjasuhkru kontsentratsioon veres suureneb, suhkru ülejääk eemaldatakse aga pidevalt uriiniga. Sellest on käsitletav haigus oma nimegi saanud. Kui insuliini polnud veel avastatud, lõppes suhkurtõbi sageli haige surmaga. Nüüd on arstiteadus leidnud mõjusa ravimi suhkurtõbe põdejate abistamiseks. Nende organismi süstitakse regulaarselt insuliinipreparaati, mis on valmistatud loomade kõhunäärmetest. See võimaldab haigete organismi normaalse elutegevuse säilitamist. Kui aga insuliiniga ravimine katkestada, tuleb haigus kohe uuesti tagasi.

Neerupealised. Suured sisesekretsiooninäärmed — ***neerupealised*** (lk. 84, joon. 12) toodavad mitut hormooni. Neerupealiste pindmises kihis moodustuvad hormoonid, millel on erakordselt suur tähtsus ainevahetusprotsesside reguleerimises. Näiteks üks neist soodustab valkude muundumist süsivesikuteks, teine reguleerib organismis mõnede soolade ainevahetust.

Neerupealiste sisemises kihis tekib ***adrenaliin.*** Peale teile juba teadaoleva toime — südame kokkutõmbumiste tugevdamise ja kiirendamise ning veresoonte ahendamise — mõjustab adre-

naliin ka organismi teisi talitlusi. Adrenaliinisisalduse suurenemine veres põhjustab vererõhu tõusu ja silmaavade suurenemist. Lisaks täidab adrenaliin koos mõnede teiste sisesekretsiooninäärmete hormoonidega insuliinile vastupidist funktsiooni — võimaldab maksas oleva glükogeeni muundumist viinamarjasuhkruks. ***Seega etendab adrenaliin koos insuliiniga tähtsat osa vere püsiva glükoosisisalduse säilitamises.***

Adrenaliin on leidnud meditsiinis laialdast rakendamist. Näiteks südame seismajäämise puhul taastab adrenaliini süstimine verre tihti selle elundi talitluse.

■

Hormoonid. Välissekretsiooninäärmed. Sisesekretsiooninäärmed. Insuliin. Adrenaliin.

?

1. Mille poolest erinevad teineteisest organismi füsioloogiliste funktsioonide regulatsioon närvisüsteemi poolt ja humoraalselt? 2. Milles seisneb erinevus välis- ja sisesekretsiooninäärmete vahel? 3. Milliseid näärmeid te teate, mis talitlevad üheaegselt nii välis- kui sisesekretsiooninäärmetena? 4. Kuidas kasutatakse arstiteaduses hormoone, mida te tundma õppisite?

!

1. Miks mõni aeg pärast organismi adrenaliini süstimist inimene muutub kahvatuks? 2. Missuguse vegetatiivse närvisüsteemi osaga koostöös toimib adrenaliin?

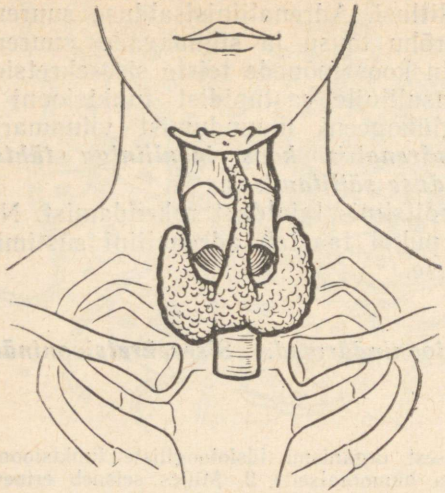
61. Kilpnääre ja ajuripats ehk hüpofüüs

Kilpnääre. Ainevahetuse reguleerimises etendab tähtsat osa ***kilpnääre*** (joon. 3). See sisesekretsiooninääre asetseb kaela eesmisel küljel, kõri eesmist seina moodustava kilpkõhre ees. Sellest tuleneb ka tema nimetus.

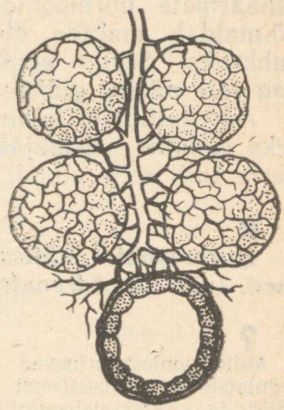
Mikroskoobis on näha, et kilpnääre koosneb tohutust hulgast väikestest, epiteelkoe poolt moodustatud põiekestest. Need põiekesed on kaetud verekapillaaride võrgustikuga (joon. 4). Kilpnäärme epiteelirakkudes moodustuvad hormoonid tungivad verekapillaarides voolavasse verre.

Neil aegadel, mil arstid veel ei teadnud kilpnäärme tähtsust, katsetati mõnede haiguste puhul tema eemaldamisega kirurgilisel teel. Kuid sellised operatsioonid tõid kaasa raskeid tagajärgi. Haigetel häirus ainevahetus. Hapendumine nende kudedes alanes järsult, temperatuur langes tunduvalt allapoole normi, südame kokkutõmbed muutusid loiuks, nende rütm aeglustus; arenes haiglane lihavus, närvisüsteemi erutuvus vähenes suuresti.

Kilpnäärme tähtsust läks korda selgitada loomadega korraldatud katsete abil. Kui koertel eemaldati kilpnääre, ilmnesid neil samasugused nähud nagu sama operatsiooni läbiteinud



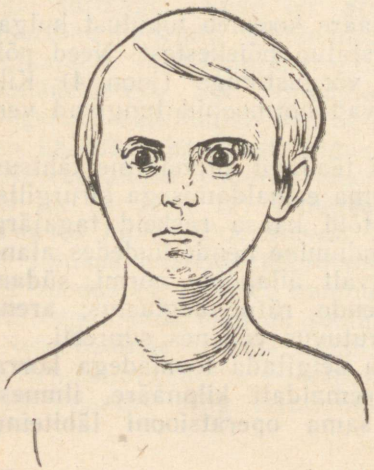
Joon. 3



Joon. 4

inimestelgi. Uurimiste tulemusena tehti kindlaks ainevahetuse muutumise põhjus opereeritud inimestel ja loomadel. Selgus, et pärast kilpnäärme eemaldamist kaovad verest tema poolt nõristatavad hormoonid. Kui neid hormoone regulaarselt süstida eemaldatud kilpnäärmega koera organismi, kaovad loomal pikkamööda haigusnähud. Pärast kilpnäärme hormoonide tähtsuse selgitamist õnnestus leida viise mõnede varem parandamatuks peetud haiguste ravimiseks.

Inimestel esineb raske haigus — müksödeem ehk limaturse. Selle haiguse tunnused on väga sarnased nähtudega, mis ilm-



Joon. 5

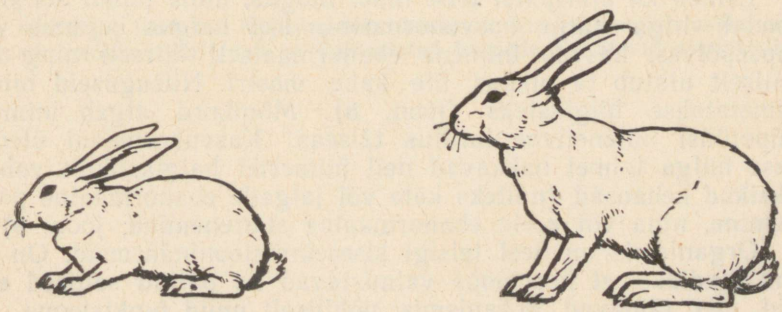
nevad kilpnäärme eemaldamise tagajärjel. Nagu tehti kindlaks, on selle haiguse põhjuseks kilpnäärme puudulik talitlus, tema poolt nõristatavate hormoonide koguse vähenemine. Olles selgitanud müksödeemi tekkimise põhjused, leidis arstiteadus ka vahendi selle haiguse ravimiseks. Arstide ettekirjutuse kohaselt võtavad haiged iga päev sisse hormoonpreparaate, mis on valmistatud loomade kilpnäärmetest. Aja jooksul taastub haigetel normaalne ainevahetus. Kuid niisugust ravi tuleb teostada katkestamatult kogu elu kestel. Kui ravimine katkestada, ilmneb haigus uuesti.

Teine haigus — Basedow' tõbi — tekib kilpnäärme ülemäära intensiivse talitluse tagajärjel. Kilpnääre hakkab nõristama verre liiga suures koguses hormoone. Missugused on selle haiguse tunnused?

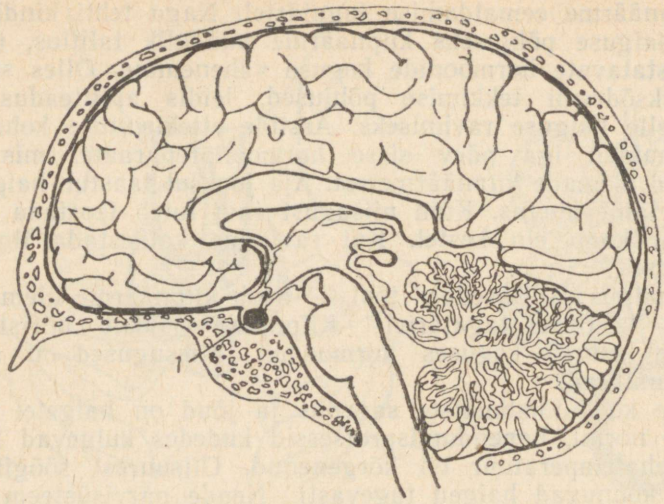
Südame kokkutõmbumiste sagedus ja jõud on haigetel tunduvalt üle normi, hapendumisprotsessid kudedes kulgevad liiga kiiresti, kehatemperatuur on kõrgenenud. Ülisuurest söögiisust hoolimata kõhnuvad haiged tugevasti. Nende närvisüsteem viibib alaliselt kõrgenenud erutusseisundis; nad on väga närvilised ja nutavad tihti. Basedow' tõbe põdejatel suureneb kilpnääre mõnikord tugevasti. Sageli on neil silmad ebaloomulikult punnis (joon. 5).

Kuidas ravitakse Basedow' tõbe? Kilpnäärme täielik eemaldamine tooks endaga kaasa raske haiguse. Seetõttu ei saa niisugust operatsiooni teha. Ent meditsiin leiab järjest uusi ravimeid, mis kergendavad haigete seisundit. Mõnedel eriti rasketel haigusjuhtumitel osutub siiski vajalikuks eemaldada osa kilpnäärmest.

Müksödeemi ehk limaturse ja Basedow' tõve puhul organismis toimuvate muutuste võrdlemine näitab, et ***kilpnäärme hormoonid intensiivistavad organismis ainevahetust ja põhjustavad erutusprotsesside tõusu närvisüsteemis.***



Joon. 6



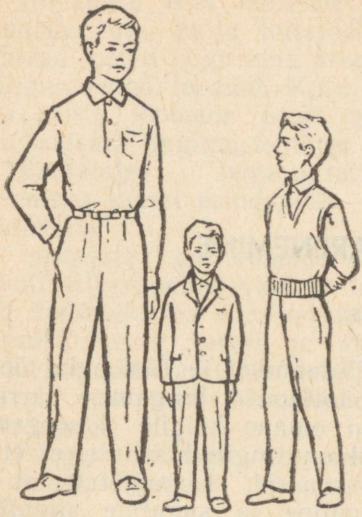
Joon. 7

Need hormoonid mõjustavad ka organismi kasvu. Seda on tõestatud katsetega. Kui noortel loomadel eemaldati kilpnääre, pidurdus nende kasv (joon. 6, *1*). Lapsed, kellel see nääre talitleb puudulikult, kasvavad samuti väga aeglaselt.

Ajuripats ehk hüpofüüs. Ajuripats on peaaju põhimiku all paiknev sisesekretsiooninääre (joon. 7, *1*). Hüpofüüs toodab mitut hormooni, mis vere vahendusel mõjustavad organismi mitmesuguseid talitlusi. Meie tutvume neist ainult hormooniga, mis mõjustab kasvuprotsesse. Esineb juhtumeid, mil inimese ajuripats nõristab juba lapseeast peale seda hormooni ebapiisavas koguses. Siis kasvab laps väga aeglaselt. Küpses eas pole niisugused inimesed pikemad 5—6-aastastest lastest. Neid nimetatakse kääbusteks (joon. 8).

Esineb ka ajuripatsi teist laadi haigus, mille puhul see nääre toodab liiga palju kasvuhormooni. Kui haigus kujuneb välja lapsepõlves, kasvab inimene ebanormaalselt kiiresti ning täisealiselt ulatub ta pikkus üle kahe meetri. Niisuguseid inimesi nimetatakse hiiglasteks (joon. 8). Mõnikord algab inimestel hüpofüüsi intensiivne talitlus täiseas. Kasvuhormooni ülemäärase hulga toimel hakkavad neil inimestel haiglaslikult vohama üksikud kehaosad (näiteks käte või jalgade ebanormaalne paksenemine, nina või keele ebanormaalne suurenemine; joon. 9).

Organismis on veel teisigi sisesekretsiooninäärmeid. On tehtud kindlaks, et hormoone valmistavad ka paljud sellised elundid, mis täidavad organismis põhiliselt muid funktsioone. Niisugusteks organiteks on näiteks magu, kaksteistsõrmik ja maks.



Joon. 8



Joon. 9

Organismi talitluste ühine reguleerimine närvisüsteemi poolt ja humoraalselt tagab elundkondade kooskõlastatud tegevuse.

■

Müksödeem ehk limaturse. Basedow' tõbi. Kääbused. Hiigtased.

?

1. Missugust toimet avaldavad organismile kilpnäärme hormoonid? 2. Missugust ajuripatsi ehk hüpofüüsi hormooni te õppisite tundma?

!

Mis eesmärgil lisatakse lihaloomadeks kasvatatavate põllumajanduslike noorloomade toidule pulbrit, mis on valmistatud loomade kuivatatud ajuripatsitest?

XIV. INIMESE ORGANISMI ARENEMINE

62. Sigimine elusas looduses

Taimede ja loomade sigimine. Botaanikat ja zooloogiat õppides saite teada, et sigimine koos toitumise, hingamise, ärrituvuse, kasvamise ja arenemisega on omane kõigile elusorganismidele. Elu pidevus meie planeedil on tingitud sellest, et elusorganismid reprodutseerivad omasarnaseid. Te mäletate, et on olemas kaks sigimisviisi: mittesuguline ja suguline sigimine. Nii taimedel kui loomadel on suures ülekaalus suguline sigimine. Miks just see sigimisviis omandas valitseva koha orgaanilises maailmas? Selle mõistmiseks tuletame meelde taimede ja loomade sugulise sigimise põhijooni.

Hulkraksetel organismidel arenevad sugurakud — isassugurakud ja emassugurakud. Pärast emas- ja isassuguraku ühinemist — ***viljastumist*** — moodustub üks rakk. Selle raku jagunemise tulemusena kujuneb järk-järgult välja uus hulkrakne organism. Ta pärib nii ema- kui isaorganismi tunnused. See annab sugulisel teel sigivatele liikidele eeliseid nende liikide ees, kellel esineb mittesuguline sigimine: loodusliku valiku protsessis säilivad need isendid, kes on mõlemalt vanemalt pärinud ümbruskonna antud konkreetsete tingimuste suhtes kasulikke tunnuseid.

Sugulise sigimise evolutsioon selgroogsetel loomadel. Orgaanilise maailma ajaloolise arengu vältel on toimunud sugulise sigimise protsessi evolutsioon nii taimedel kui loomadel. Selles on lihtne veenduda selgroogsete loomade näite põhjal.

Kaladel ja kahepaiksetel on viljastumine välimine: emas- ja isasloomad heidavad sugurakud vette, kus toimub viljastumine ja loodete arenemine. Kuid munad (marjaterad) jäävad enamikus viljastamata ja hukkuvad; munad heidetakse tihti veest välja ja nad kuivavad ära. Väga paljud loomad söövad mitte ainult viljastatud mune, vaid ka kalamaime ja konnakulleseid. Ja munadest arenenud loodetest õnnestub ainult vähestel oma areng lõpetada ning omandada võime järglasi produtseerida.

Roomajad on maismaaloomad. Seoses sellega on muutunud ka nende sigimine. Viljastumine on neil sisemine. Roomajate

emasloomad munevad viljastatud mune, mis on toitaineterikkad ja kuivamise eest kaitstud tiheda nahkja kestaga (koorega). Munade sees, palju toitaineid sisaldavas vedelas keskkonnas, läbivad looted kogu oma arengu. Munadest väljuvad juba täiesti väljaarenenud loomad. Kuid ka roomajatel süüakse palju mune ära teiste loomade poolt, palju looteid hukkub ümbruskonna ebasoodsate tingimuste tõttu.

Imetajatel — selgroogsete loomade kõige kõrgema arengutasemega klassi esindajatel — ilmneb uus etapp sigimise evolutsioonis.

Imetajate emasloomade organismi sisemuses toimub mitte ainult viljastumine, vaid ka loodete arenemine. Looted on kaitstud ümbruskonna ebasoodsate mõjude eest, saavad toitaineid ja hapnikku ema verest ja annavad sinna ära oma elutegevuse produktid. Imetajate loodetel on seetõttu ellujäämiseks võrreldamatult suuremad võimalused kui selgroogsete teiste klasside esindajatel.

Poegade toitmine emapiimaga võimaldab enamikku neist elu esimesel väljaspool emaorganismi kulgeval perioodil tervena säilitada.

Inimene on niisuguse sigimisviisi pärinud oma esivanematelt — imetajatelt loomadelt.

Inimpõlvkondade järgnevus. Inimkonna kogu olemasolu vältel astuvad uued põlvkonnad elust lahkuvate põlvkondade asemele. Nad võtavad üle kõik oma eelkäijate poolt talletatud kogemused ja rohkendavad neid. Aastatuhandest aastatuhandesse, sajandist sajandisse, aastast aastasse arenevad teadus, tehnika, kultuur ja kunst. Järjest enam allutab inimene endale loodust, tunnetades selle seadusi ja neid kasutades. Muutuvad ja täiustuvad ühiskonna elu vormid.

Heidame mõttes pilgu kogu teele, mille inimkond on käinud läbi alates neist kaugetest aegadest, mil meie esivanemad elutsesid koobastes, toitusid tooretest taimejuurtest ja toorest lihast ning mähkisid end metsloomanahkadesse, kuni meie päevini, mil teaduse ja tehnika hiiglaslikud saavutused teenivad kommunismi ehitavaid rahvaid. Selles ajavahemikus on vahetunud loendamatu arv põlvkondi ja igaüks nendest on andnud oma panuse kõigesse sellesse, mida inimkond on saavutanud meie päevil ja mida ta saavutab tulevikus. Inimpõlvkondade vahetumine on seoses sigimisega, mis on omane kõigele elusale.

Ent erinevalt kõigist teistest organismidest on inimestele omane kõrgelt arenenud teadvus. Inimühiskonnas luuakse vastastikusele armastusele, lugupidamisele ja huvide ühtsusele rajanev perekond laste kasvatamiseks, kellel seisab tulevikus ees jätkata eelmiste põlvkondade tööd.

■

Sugurakud. Viljastumine.

?

1. Missugused sigimisviisid esinevad elusas looduses? 2. Milles seisneb sugulise sigimise eelis mittesugulise sigimise ees? 3. Kuidas on kulgenud sugulise sigimise evolutsioon selgroogsetel loomadel?

!

Millega seletada asjaolu, et õistaimede hulgas on enamik liike risttolmlejad?

▲

Tuletage zooloogia kursusest meelde, kui palju marjateri koeb emastursk, ja seletage, millega see on seoses.

63. Sugunäärmed ja sugurakud. Viljastumine

Sugunäärmed. Nagu kõik kõrgemad hulkraksed loomad, nii areneb ka inimese organism ühestainsast rakust — viljastatud munarakust, mis on moodustunud kahe raku: isassuguraku — seemneraku ehk ***spermatosoidi*** ja emassuguraku — ***munaraku*** ühinemise tulemusena. Sugurakud tekivad sugunäärmetes.

Mehe sugunäärmeteks on ***seemnesarjad.*** Nendes tekivad seemnerakud ehk spermatosoidid. Peale selle talitlevad seemnesarjad sisesekretsiooninäärmetena. Seemnesarjade poolt verre nõristatavate hormoonide mõjul toimub rea mehe organismile iseloomulike tunnuste — teiseste ehk sekundaarsete sugutunnuste — väljakujunemine. Nende tunnuste hulka kuuluvad karvade esinemine näol (habe ja vuntsid), tugev skelett, võimsalt arenenud muskulatuur, madal hääl.

Naise sugunäärmetes — ***munasarjades*** — toimub munarakkude moodustumine. Samuti nagu seemnesarjad talitlevad ka munasarjad veel sisesekretsiooninäärmetena.

Munasarjades tekkivad hormoonid mõjustavad naise organismile iseloomulike teiseste sugutunnuste kujunemist. Nendeks tunnusteks on karvkatte puudumine näol, peenemad luud ja nõrgemini arenenud lihaskond kui meestel, rikkalikud rasvavarud alusnahas ehk nahaaluses koes, arenenud piimanäärmed, kõrge ja kõlav hääl.

Lapseeas pole sugunäärmed täielikult välja kujunenud. Nad arenevad aegapidi edasi ja hakkavad 12—15 aasta vanuses tootma hormoone. Väliselt ilmneb see teiseste sugutunnuste järkjärgulises kujunemises.

Sugurakkude valmimine. Seemnesarjades ja munasarjades on rakud, mis jagunemise tulemusena annavad alguse seemnerakkudele ehk spermatosoididele ja munarakkudele. Tutvume sugurakkude moodustumisega ja sugurakkude iseärasustega.

Rakkude paljunemise protsess organismis on seoses raku-

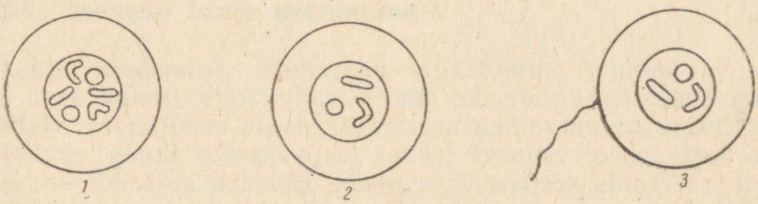
tuumas toimuvate väga keerukate muutustega (vt. lk. 14, joon. 11). Kaudpooldumise ehk mitoosi tulemusena saab kumbki tekkinud tütarrakk täieliku komplekti täpselt samasuguseid kromosoome, mis olid olemas pooldumise läbiteinud emarakus. Millest tuleneb kromosoomide niisugune täpne jaotumine rakkude vahel?

Nagu te teate, moodustavad kromosoomide aluse DNH ahelakujulised molekulid. DNH ahela iga osa kannab edasi informatsiooni teatud kindla valgu struktuuri kohta. Organismi valkude struktuurist aga sõltuvad tema pärilikud omadused. Kromosoomi molekulide osi, mis kannavad endas informatsiooni selle või teise valgu molekulide ehituse kohta, nimetatakse ***geenideks.*** Iga geeniga on seoses organismi teatud kindlate pärilike tunnuste, näiteks silma vikerkesta, naha või juuste värvuse jne. areng.

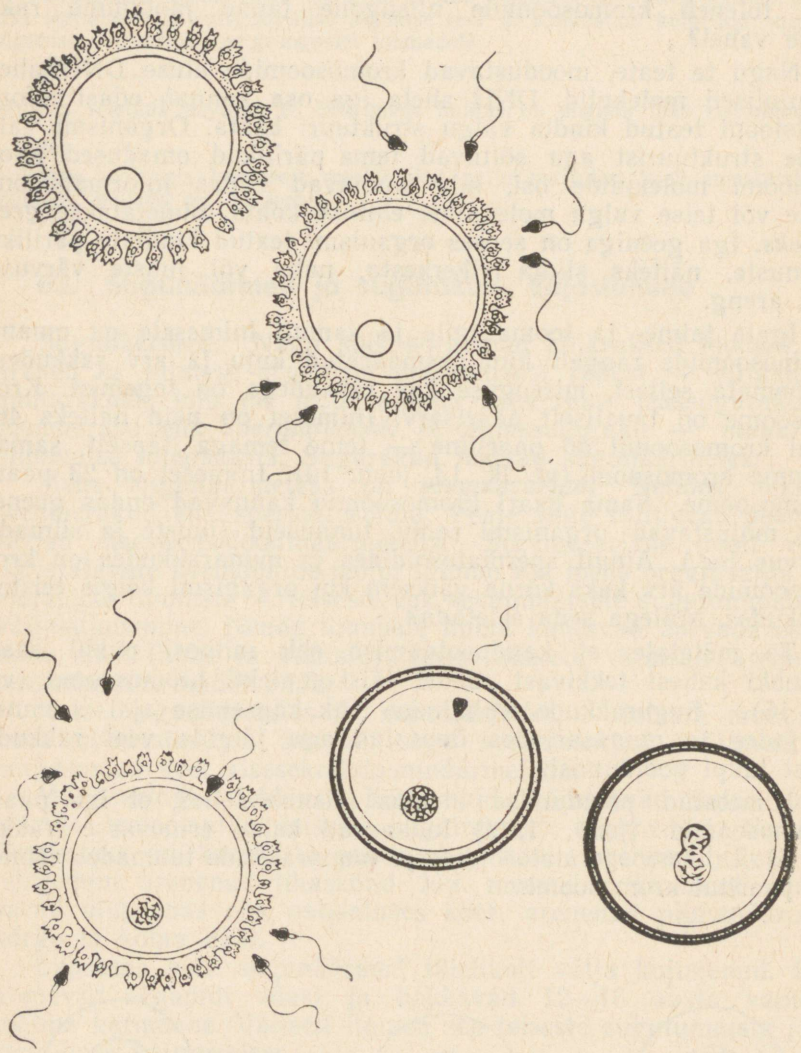
Igale taime- ja loomaliigile ja samuti inimesele on omane kromosoomide rangelt kindlaksmääratud kuju ja arv rakkudes, olenemata sellest, missuguse koe rakkudega on tegemist. Kromosoome on tavaliselt paarisarv. Inimesel on neid näiteks 46. Igal kromosoomil on paariline — teine temaga täpselt samasugune kromosoom (vt. lk. 13, joon. 10). Inimesel on 23 paari kromosoome. Sama paari kromosoomid kannavad endas geene, mis mõjustavad organismi samu tunnuseid (juuste ja silmade värvus jne.). Ainult spermatosoidides ja munarakkudes on kromosoomide arv kaks korda väiksem kui organismi kõigis teistes rakkudes. Millega seda seletada?

Te mäletate, et kaudpooldumise ehk mitoosi puhul saab kumbki kahest tekkivast rakust täiskomplekti kromosoome (vt. lk. 15). Sugurakkude valmimise ehk küpsemise ajal seemnesarjades ja munasarjades õnnestus aga jälgida veel rakkude teist tüüpi pooldumist.

Nimetatud pooldumise olemus seisneb selles, et iga paari kromosoomid (joon. 1, *1*) lahknevad kahte erinevasse rakku (*2*, *3*). Inimese spermatosoidide ja munarakkude tuumades esineb 23 paaritut kromosoomi.



Joon. 1



Joon. 2

Viljastumine. Kui tsütoplasmast koosnevate viburitega varustatud spermatosoidid kohtuvad liikumatu ja palju suurema munarakuga (joon. 2), ümbritsevad nad selle. Seejärel üks spermatosoididest siseneb munarakku. Mõlema suguraku tuumad sulavad ühte ja moodustub viljastatud munarakk. Saanud spermatosoidilt ja munarakult kummaltki 23 kromosoomi, sisaldab viljastatud munarakk ehk sügoot 46 kromosoomi, s. o. nende täiskomplekti, mis on iseloomulik inimese keha rakkudele. Iga paari kromosoomidest on üks saadud isa-, teine aga emaorganismist. Sellepärast päribki inimene oma tunnused mõlemalt vanemalt.

Pärilikud haigused. Üksikutel inimestel võib mõnes kromosoomis üks geenidest olla muutunud. Sel puhul võivad ilmneda organismi selle või teise talitluse haiguslikud häired.

Mõned sugurakud saavad valmimisel muutunud geeniga kromosoomi. Kui selline rakk osaleb viljastumises, võib teatud tingimuste puhul viljastatud munarakust areneda inimene, kes põeb sama haigust.

Niisuguste pärilike haiguste hulka kuulub näiteks daltonism — võimetus eristada punast ja rohelist värvust. See haigus tavaliselt ei põhjusta inimesele erilisi ebamugavusi. Kuid mõnede elukutsete puhul on värvide eristamine väga suure tähtsusega. Nii on see näiteks auto-, trammi- ja vedurijuhtidega, kes orienteeruvad punaste ja roheliste valgussignaalide järgi. Sama tähtis on värvide eristamine ka kunstnikele. Sellepärast, enne kui lubada inimest väljaõppele nendel kutsealadel, peab ta läbi tegema spetsiaalse kontrolli. Pärilik haigus on ka hemofiilia ehk veritsustõbi, s. o. vere mittehüübivus (vt. lk. 63). On mõistetav, et see haigus kujutab endast otsest ohtu elule.

■

Seemnesarjad. Munasarjad. Seemnerakud ehk spermatosoidid. Munarakud. Geenid.

?

1. Millist toimet inimese organismile avaldavad sugunäärmete hormoonid? 2. Missugune aine moodustab kromosoomide aluse? 3. Millest olenevad organismi pärilikud tunnused? 4. Mille poolest erinevad sugurakud organismi kõigist teistest rakkudest? 5. Miks organism pärib oma tunnused mõlemalt vanemalt? 6. Milliseid pärilikke haigusi te teate?

64. Inimese loote arenemine

Loote arenemine. Munaraku viljastumine toimub munasarjade ühes kahest viimajuhast. Neid juhasid nimetatakse ***munajuhadeks.*** Munajuhas algab viljastatud munaraku jagunemine.

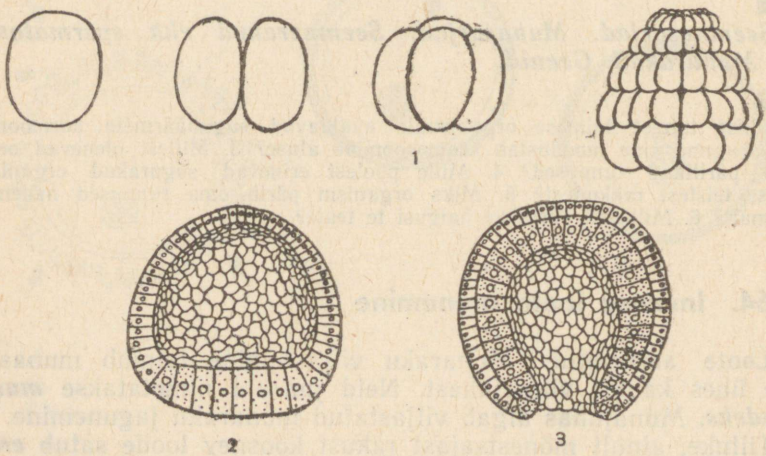
Tilluke, ainult mõnestsajast rakust koosnev loode satub ***emakasse*** — õõnsasse paksude seintega lihaselisse elundisse. Loode siseneb emakat seestpoolt vooderdavasse veresoonterikkasse

limaskesta. Tema rakkude jagunemine jätkub. Rakurühmade vahel tekivad erinevused: hakkavad kujunema välja loote koed ja elundkonnad.

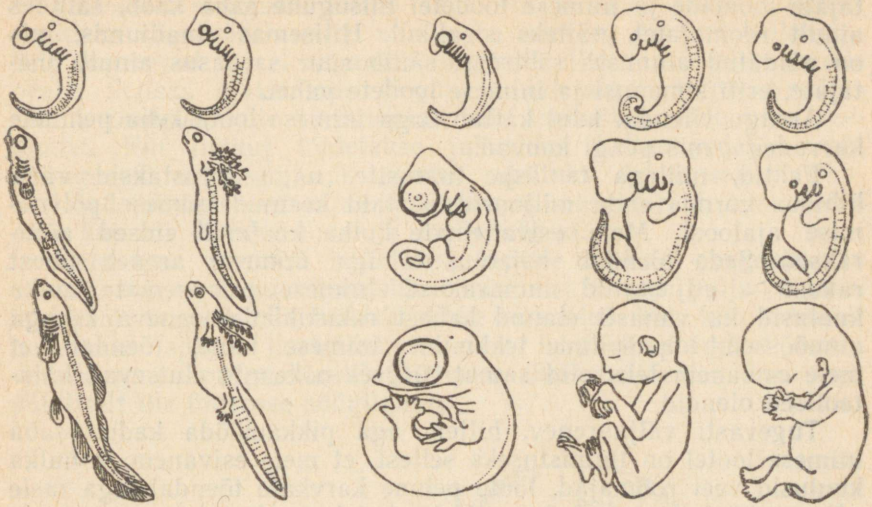
Loote arenemisel moodustavad mõned rakud kestad, mis ümbritsevad loodet igast küljest. Ühel lootekestadest on palju näsakesi — hatte, mis kasvavad sügavale emakaseina sisse. Sellest lootekestast kujuneb loote eriline elund — ***emakook*** ehk ***platsenta*** (värv. tahv. VIII, *1*). Selle kaudu saab loode emaorganismi verest toitained ja hapnikku ning annab ära laguproduktid ja süsihappegaasi.

Loote keha on platsentaga ühenduses ***nabaväädi*** (*2*) abil, mille sees kulgevad veresooned. .Neid veresooni mööda saabub platsentasse loote veri. Emakoogi verekapillaarid on kokkupuutes emaorganismi verega, mida emakasse voolab ohtralt. Läbi verekapillaaride ainukihilise seina toimub toitainete ja hapniku difundeerumine ema verest loote verre. Samal viisil toimub loote elutegevuse jääkproduktide äraandmine ema organismi. Järelikult on lootel iseseisev vereringe-elundkond.

Üheksa kuud kestab inimese loote kujunemine ema organismis. Selle tähtaja möödumisel algab sünnitus. Emaka lihaseliste seinte tugevad kokkutõmbed tõukavad vastsündinu välja. Nüüd ei ole ta enam platsenta kaudu seotud ema organismiga: ainete vahetamine imiku ja ema vere vahel lakkab korrapealt. Selle tagajärjel suureneb vastsündinu veres kiiresti süsihappegaasi kontsentratsioon. Uhades aju, põhjustab niisugune veri hingamiskeskuse erutumist. Erutus antakse edasi hingamislihastele ja see kutsub esile esmakordse sissehingamise. Nii algab vastsündinu



Joon. 3



Joon. 4

iseseisev hingamine. Möödub mõni tund ja ta hakkab toituma — imema emapiima.

Inimese ja loomade loodete sarnasus. Jälgides hulkraksete loomade ja inimese arengut viljastatud munarakust (joon. 3), leidsid teadlased, et selle protsessi esimestel astmetel on looted jagunevatest rakkudest koosnevate tombukeste (*1*), seejärel põiekeste (*2*) kujulised. Edasise arengu käigus omandab loode kahest rakukihist koosneva kotikese kuju. Selles staadiumis lõpeb ainuõõssete hõimkonda kuuluvate loomade arenemine. Te mäletate, et niisuguste loomade, näiteks hüdra, keha koosneb kahest rakukihist. Keerukama ehitusega loomadel läheb areng kaugemale: lootel tekib kolmas rakukiht. Seejärel hakkavad igast rakukihist (lootelehest) moodustuma kindlad elundkonnad.

Eriti suur on sarnasus selgroogsete loomade ja inimese arenevate loodete vahel. Joonise 4 järgi on teil võimalik võrrelda kala, konna, sisaliku, šimpansi ja inimese loodete arenemise üksikuid astmeid. Igas horisontaalreas on kujutatud nende organismide samas arengustaadiumis olevad looted.

Ülemist rida silmitsedes on kerge märgata, et selles arengustaadiumis esinevad kõigil loodetel lõpuspilud. Edaspidi need säilivad ainult kaladel, kes oma järgnevas arenemises muutuvad teiste selgroogsete loodetest üha enam erinevaks. Kõigi keskmise rõhtrea loodetele, välja arvatud kalad, on iseloomulikuks tunnuseks pikad sabad, mis sarnanevad roomaja sabaga. Kuid ime-

tajate loomade ja inimese loodetel niisugune saba kaob, säilides ainult roomajatel, näiteks sisalikul. Hilisemas staadiumis, mis on näidatud alumises rõhtreas, säilib suur sarnasus ainult imetajate, eriti šimpansi ja inimese loodete vahel.

Arengu viiendal kuul kattub kogu inimese loote keha pehmete karvadega, mis peagi kaovad.

Faktid, millega te äsja tutvusite, nagu jutustaksid väga lühidas vormis sadu miljoneid aastaid kestnud inimese põlvnemise ajaloost. Meie esivanemate hulka kuulusid iidsed ainuraksed. Seda tõendab asjaolu, et iga inimene areneb ühest rakust — viljastatud munarakust. Inimese esivanemate hulka kuulusid ka vanasti elanud kahest rakukihist koosneva kehaga ainuõõssed. Lõpuspilude tekkimine inimese lootel tõendab, et meie esivanemateks olid samuti ürgses ookeanis elutsevad kalataolised olendid.

Tugevasti väljaarenev, hiljem aga pikkamööda kaduv saba inimese lootel on tunnistuseks sellest, et meie esivanemate hulka kuulusid veel roomajad, loote pehme karvkate tõendab aga meie põlvnemist imetajatest, kes olid kaetud karvadega.

Inimese embrüonaalse (lootelise) arenemise tähelepanelik tundmaõppimine koos paljude teiste teaduse poolt kogutud faktidega tõestavad ümberlükkamatult, et inimene on tekkinud minevikus elanud loomadest. Teaduslikud andmed inimese põlvnemisest paljastavad religioossed väärkujutlused, mille järgi inimene olevat loodud jumala poolt.

■

Emakas. Munajuhad. Platsenta ehk emakook. Nabaväät.

?

1. Milles väljendub loomade ja inimese arenevate loodete sarnasus? 2. Mida tõendab loomade ja inimese embrüonaalse arengu sarnasus?

!

1. Kas satub veri ema organismist loote veresoontesse ja kas lootest väljavoolav veri siirdub ema veresoonkonda? 2. Esitage teie poolt varem õpitud teemadest fakte, mis tõestavad inimese sugulust loomadega.

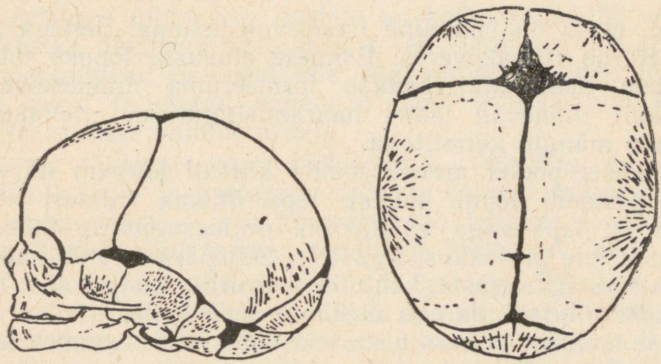
65. Inimese sünnijärgne arenemine

Imikuiga. Inimese organismi kujunemine jätkub pärast sündimist ja lõpeb alles 22.—25. eluaastaks. Eriti kiiresti kulgeb see protsess lapse esimesel eluaastal — imikueas.

Vastsündinu on täiesti abitu. Suurema osa ööpäevast ta magab, ärgates põhiliselt ainult toitmise ajaks. Lapsel ilmnevad ainult tingimatud refleksid, mille hulgas etendavad tähtsat osa toitumisrefleksid (imemisrefleks, süljenõristusrefleks).

Esimestel elukuudel toitub laps emapiimast. Kohe algusest peale on väga tähtis sisse viia lapse toitmise kindlad kellaajad. Siis kujunevad lapsel aegamisi tingitud refleksid söömise aegade peale. Selleks ajaks laps virgub ja tal algab tingitud-reflektoorne seedemahlade nõristumine, mis soodustab toidu head seedimist. Kui imikut toidetakse juhuslikel kellaaegadel, ei teki niisuguseid reflekse. Laps muutub rahutuks, ärkab sageli. Ebaühtlased toitumise vaheajad põhjustavad seedehäireid, mis võivad esile kutsuda tõsiseid mao- ja sooltehaigusi.

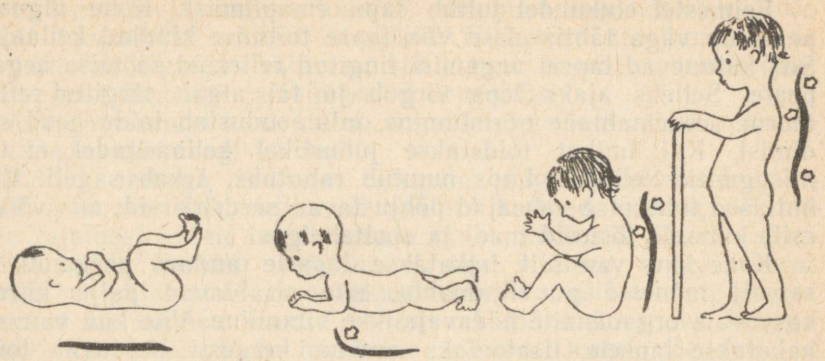
Kahe kuu vanuselt hakatakse lapsele andma porgandi- ja samuti mõnesid puuviljamahlu, mis sisaldavad palju kiiresti kasvavale organismile hädavajalikke vitamiine. Viie kuu vanuselt hakatakse lapsele lisatoiduks andma kergesti seeduvat toitu: vedelat mannaputru, kisselle. Esimese eluaasta lõpuks läheb laps põhiliselt üle ühisesse söögilauda.



Joon. 5

Suured muutused toimuvad esimese eluaasta vältel lapse tugi- ja liikumiselundite süsteemis. Vastsündinul koosneb veel suur osa skeletist kõhrkoest, mis asendub luukoega paljude aastate jooksul. Imiku kolju lagimiku luud pole veel täielikult välja kujunenud. Nende vahel asetsevad lõgemed (joon. 5). Nendes kohtades on lapse peaaju kaitstud ainult pehme sidekoe poolt. Sellepärast tuleb imiku pead eriti hoolikalt hoida vigastuste ja löökide eest.

Lapse skelett areneb koos lihaskonnaga. Vastsündinul puuduvad veel inimesele tüüpilised selgroo ehk lülisamba kõverused. 8—10 nädala vanuselt tugevnevad lapsel kaela lihased ja ta hakkab iseseisvalt pead hoidma (joon. 6). Siis kujuneb tal välja selgroo kaelakõverus. Viiekuusel lapsel arenevad niivõrd



Joon. 6

kere lihased, et ta on suuteline iseseisvalt istuma. Sellega seoses tekib selgroo rinnakõverus. Esimese eluaasta lõpuks tõuseb laps jalgadele. Sellel ajal hakkab formeeruma nimmekõverus. Väga varakult ilmnevad lastel haaramisliigutused, neljakuune laps aga juba mängib kõristitega.

Imikuea teisel poolel areneb lastel kiiresti kõrgem närvitalitlus. Selle perioodi lõpul hakkab laps ütlema esimesi sõnu.

Imikueas on laps väga vastuvõtlik mitmesugustele ümbruskonna mõjustustele ja nakkushaigustele. Sellepärast tuleb imikuid hoolikalt kaitsta igasuguste kahjulike tegurite eest, hoida neid puhtuses, mitte allajahtuda ega ülekuumeneda lasta.

Sündimise momendist kuni aastaseks saamiseni suureneb lapse pikkus ligikaudu poolteist, kaal aga kolm korda.

Väikelapse-iga. Vanuses ühest kuni kolme aastani liiguvad lapsed iseseisvalt ja söövad sedasama toitu mis täisealisedki. Neil areneb kiiresti kõnevõime ja koos sellega ka mõtlemine. Nüüd laps enam nii väga ei vaja ema alatist juuresolekut, kuid pidev järelevalve ja hoolitsus tema eest on hädatarvilikud. Meie maal selles vanuses laste emad ei pruugi jääda eemale oma tööst. Lastesõimedes hoolitsetakse iga lapse eest küllaldasel määral. Spetsiaalse ettevalmistusega personal kindlustab oma kasvandikele kõik kehaliseks ja vaimseks arenemiseks vajalikud tingimused.

Eelkooli-iga. Eelkooliealised lapsed (kolmest kuni seitsme aasta vanuseni) koguvad palju teadmisi ümbritseva maailma kohta. Nad hakkavad järjest täpsemini ja peenemini eristama esemeid ja nende omadusi. Selles vanuses areneb lastel ka fantaasia. Kui kasvatajad seda oskuslikult suunavad, muutub fantaasia hiljem loovaks suhtumiseks töösse.

Ümbritseva maailma tunnetamises ja fantaasia arenemises

etendab suurt osa mäng. See soodustab mitte ainult lapse vaimset, vaid ka kehalist arengut. Lasteaedades suunavad kasvatajad eelkooliealiste laste tegevust, rikastavad nende kogemusi, tõmbavad neid kaasa liikumismängudesse, mis arendavad ja tervendavad lapse organismi. Jalutuskäigud värskes õhus soodustavad laste karastumist.

Eelkoolieas muutuvad laste liigutused järjest koordineeritumaks, kiiresti arenevad kõnevõime ja mõtlemine.

Kooli-iga. Ajavahemik seitsmest kuni seitsmeteistkümne aasta vanuseni on otsustava tähtsusega perioodiks inimese kehalises, vaimses ja kõlbelises arengus. Kooliminek on tähtsaks murranguks lapse elus. Nooremas koolieas omandavad lapsed kirjutamisoskuse. See aitab kaasa nende mõtlemise arenemisele. Iga aastaga õpivad nad ümbritsevat maailma üha rohkem tundma. Seoses kirjutamise õppimisega, tööõpetuse ja kehalise kasvatuse tundidega muutuvad noorema kooliea laste liigutused järjest koordineeritumateks ja täpsemateks. Suure kasvatusliku ja tervistava tähtsusega lastele on kollektiivne töö — nii õppetöö kui ka ühiskondlikult kasulik töö. Teaduste põhialuseid õppides omandavad õpilased üha sügavamalt paljude inimpõlvkondade poolt talletatud kogemusi. Just kooliaastatel kulgeb eriti kiiresti inimese vaimne areng.

Suurt tähtsust omab töökasvatus. Tehniline modelleerimine, töö kooli õppe- ja katseaias, õpilaste osavõtt mitmesuguste huvialaringide tööst — see kõik arendab õpilaste loomingulisi võimeid, õpetab neid tegema teadlikku iseseisvat tööd.

Koolis on õppetöö ühendatud õpilaste füüsilise kasvatamisega kehalise kasvatuse tundides, samuti turismimatkade ajal ja mitmesugustel spordialadel korraldatavatel võistlustel. Selle kõrval võtavad kooliõpilased osa mitmesugusest ühiskondlikult kasulikust tööst, täidavad ühiskondlikke ülesandeid. Kõik see koos aitab kaasa kooli kasvandike harmoonilisele kehalisele, vaimsele ja kõlbelisele arengule.

13—15 aasta vanuses toimuvad kooliõpilaste organismis suured muutused, mis on seoses sugunäärmete sisesekretoorse talitluse algusega. Poistel «murdub» hääl. Tütarlastel muutub hääl kõlavaks. Sellel perioodil omandavad erilise tähtsuse tööõpetus, kehaline kasvatus ja sport.

Eelmisi teemasid õppides saite te teada, missugust mõju avaldavad inimese organismile kehakultuur ja sport. Meie maal on loodud kõik tingimused kooliealiste laste õigeks kehaliseks arenemiseks. Koolis kehtiv kehalise kasvatuse süsteem, laste ja noorte kooliväliste spordisektsioonide töö, laste spordiväljakud, staadionid ja ujumisbasseinid — kõik see aitab kaasa tulevaste kommunismiehitajate terve, tugeva, vastupidava ja sihikindla põlvkonna füüsilisele arengule.

■

Imikuiga. Väikelapse-iga. Eelkooli-iga. Kooli-iga.

?

1. Kuidas areneb imikutel tugi- ja liikumiselundite süsteem? 2. Kuidas arenevad lapsed väikelapseeas ja eelkoolieas? 3. Millised on noorema kooliea laste arenemise iseärasused? 4. Missugust tähtsust omab kooliõpilaste töökasvatus? 5. Missugust tähtsust omab kooliõpilaste kehaline kasvatus? 6. Missugused meie maal loodud tingimused tagavad terve kasvava põlvkonna kasvatamist?

!

Lapse esimesel eluaastal on ta jalgade suurvarbad väga liikuvad ja mõnikord haarab laps nendega isegi esemeid. Aja jooksul suurvarba liikuvus väheneb ja ta kaotab võime oma asendit ülejäänud varvaste suhtes tunduvalt muuta. Mida tõestavad need faktid?

▲

1. Tehke kokkuvõte enesevaatlustest kehaliste harjutuste mõju kohta organismi mitmesugustele funktsioonidele. Esitage nende vaatluste tulemused tabelite, graafikute või diagrammide kujul. 2. Tuletage eelmistest teemadest meelde, kuidas mõjuvad füüsiline töö, kehakultuur ja sport inimese organismile?

LÕPPSÕNA

Inimese füsioloogiat õppides avanes teie ees järk-järgult keeruline pilt meie organismis toimuvatest mitmesugustest eluprotsessidest. Teie tutvusite mitte ainult oma keha ehituse ja talitlusega, vaid saite ka teada seda, kuidas oma keha tugevdada ja karastada, kuidas kaitsta end ja oma lähikondlasi kõige levinumate haiguste eest, kuidas anda esmaabi õnnetusjuhtumite korral.

Kuid koos sellega omavad teie poolt tundmaõpitud füsioloogia osad ka üldbioloogilist tähtsust.

Kaasaegsed teaduslikud uurimismeetodid on võimaldanud suuresti laiendada organismis kulgevate elunähtuste selgitamiseks tehtavate vaatluste piire. Keemia üks haru — mikrokeemia — võimaldas näiteks selgitada välja, kuidas rakkudes moodustuvad mitmesuguste valkude molekulid. Käesoleval ajal on teada ka see, mil viisil rakkude tuumades ehitatakse üles nukleiinhapete molekulid.

Kõik taoliste protsesside tundmaõppimisega seoses olevad bioloogilised uurimised toimuvad ***molekulaarsel tasemel.***

Elektronmikroskoopia avastab raku ehituse üha uusi ja uusi, varem tundmatuid detaile. Nende ülipeente struktuuride uurimine võimaldab tungida sügavamale imetlusväärsetesse protsessidesse, mis pidevalt toimuvad meie organismi igas rakus. See andis võimaluse uurida elusat organismi ***raku tasemel.***

Kuid iga taime, looma ja inimese kehas on mitmesugustes rakkudes, kudedes ja elundites toimuvad väga mitmekesised protsessid vastastikuses seoses. Nad on erakordselt täpselt kooskõlastatud nii omavahel kui ka mitmesuguste organismile väljastpoolt toimivate mõjustustega. Seega kujutab iga organism endast ühtset tervikut. Sellepärast omab väga suurt tähtsust bioloogiline uurimine ***tervikliku organismi tasemel.***

Tutvudes inimese anatoomia, füsioloogia ja hügieeni kursuse mitmesuguste teemadega, veendusite te korduvalt, et organismis toimub pidevalt mitmekesiste seal kulgevate protsesside tasakaalustamine.

Näiteks pärast suuri verekaotusi kiireneb vere punaliblede ehk erütrotsüütide tekkimine luuüdis. Süsihappegaasi kogunemine verre kutsub esile hingamisliigutuste sagenemise ja sügavnemise. Glükoosisisalduse vähenemise korral veres suureneb kohe adrenaliini nõristamine neerupealiste poolt. Üheaegselt sellega intensiivistub mõnede teiste sisesekretsiooninäärmete talitlus, mille hormoonid koos adrenaliiniga soodustavad glükogeeni muundumist glükoosiks. Seda organismis kulgevate protsesside pidevat tasakaalustamist nimetatakse *iseregulatsiooniks.* Niisugune tasakaalustamine toimub mitte ainult organismis kui tervikus, vaid ka igas tema rakus. Rakusiseste protsesside iseregulatsiooni uurimine on kaasaegse bioloogia üheks tähtsaks probleemiks.

Veelgi suurema tähtsusega on organismi kohastumine ümbruskonna tingimustega ja nende tingimuste muutumistega. Inimese anatoomia, füsioloogia ja hügieeni kursuse õppimise ajal tutvusite te organismi talitluse selle külje mitmesuguste avaldustega.

Niisuguseks avalduseks on näiteks veresoonte laienemine ja higinäärmete talitluse intensiivistumine temperatuuri tõusu puhul ümbritsevas keskkonnas, silmaava ahenemine valguse käes ja laienemine pimeduses, reflektoorne eemaletõmbumine valutekitavatest ärritajatest jne. Tingitud reflekside kujunemine ja nende pidurdumine tagavad organismi pideva kohastumise ümbruskonna ehk miljöö tingimustega.

Meie poolt käsitletud tervikliku organismi reaktsioonid on tingitud närvisüsteemi ja humoraalse mehhanismi talitlusest. Loomade ja inimese niisuguste reaktsioonide otstarbekohasus on loodusliku valiku tulemuseks. Selle sadu miljoneid aastaid kestnud protsessiga tutvusite te zooloogiat õppides. Kaasaegse teaduse edusammud on võimaldanud looduslike põhjustega seletada nii kõige elusa organisatsiooni keerukust, organismide kohastumist ümbruskonna tingimustega, loomade käitumise hämmastavat otstarbekohasust kui ka inimese võimet mõistuslikuks tegevuseks.

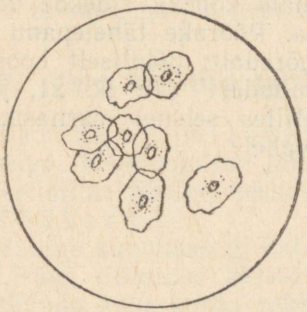
LABORATOORNE PRAKTIKUM

I. Suu limaskesta rakud (lk. 12 juurde)

Tööks on vajalikud: mikroskoop, alusklaas ja katteklaas, prepareerimisnõel, skalpell (prepareerimisnuga), pipett, metüleensinisega või tindiga värvitud NaCl 0,9-protsendiline lahus (füsioloogiline lahus), piiritust, vatti.

Töökord

1. Hõõruge vati abil hoolikalt puhtaks alus- ja katteklaas.
2. Pipeti abil kandke alusklaasile tilgake värvitud füsioloogilist lahust.
3. Hõõruge piirituses niisutatud vatitükiga puhtaks skalpelli käepide ja tõmmake sellega (mitte teraga!) mõned korrad üle põse sisepinna või alahuule. Te kogute sel viisil veidi lima koos suu limaskesta äralangenud rakkudega.
4. Kandke see lima prepareerimisnõela abil üle alusklaasil olevasse tilgakesse, segage lima ettevaatlikult segamini värvitud lahusega ja katke preparaat katteklaasiga.
5. Asetage preparaat mikroskoobi alla ja silmitsege seda. Leidke nõrgalt värvunud rakud (joon. 1). Vaadelge rakkude kahvatult värvunud tsütoplasmat ja tumedamat tuuma.
6. Joonistage teie poolt vaadeldud rakud vihikusse ja tehke pealiskirjad.



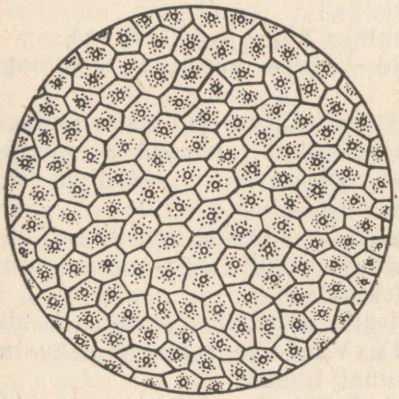
Joon. 1

II. Epiteelkoed ja sidekoed (lk. 21 juurde)

Tööks on vajalikud: tükike konna epidermist kaaluklaasis, mikroskoop, alusklaas ja katteklaas, pipett, pintsetid, käärid, kaks prepareerimisnõela, värvilise tindi või metüleensinisega värvitud füsioloogiline lahus kõigusoojaste loomade jaoks (0,65-protsendiline NaCl).

Töökord

1. Leidke kaaluklaasis valkjas kile — tükike konna marrasknaha äralangenud epiteelkude.
2. Pipeti abil kandke koetükike koos veetilgakesega üle alusklaasile, sirutage see kahe prepareerimisnõela abil välja, lisage tilk värvitud füsioloogilist lahust ja katke preparaat katteklaasiga.
3. Vaadelge valmistatud preparaati mikroskoobi all. Pöörake tähelepanu sellele, et epiteelkoe rakud asetsevad tihedasti üksteise kõrval (joon. 2).



Joon. 2

4. Asetage mikroskoobi preparaadilauale koheva sidekoe värvitud valmispreparaat ja vaadelge seda. Pöörake tähelepanu sellele, et selle koe rakud paiknevad hõredalt; põhiliselt koosneb see kude rakkudevahelise olluse kiududest (vt. lk. 21, joon. 18, *5*). Tehke vaatlustest järeldus. Milles seisneb sarnasus ja erinevus epiteelkudede ja sidekudede vahel?

III. Luu koostis (lk. 37 juurde)

Tööks on vajalikud: naturaalne, dekaltsineeritud ja põletatud luu, prepareerimisvann või kandik.

Töökord

1. Proovige looma naturaalset luud painutada ja seejärel venitada. Kas luu kõverdus? Kas teil õnnestus luud pikemaks venitada?
2. Mis juhtub, kui püüda painutada põletatud luud? Missugused omadused on põletatud luul?
3. Kas soolhappes seisnud luu on painutatav? Kas seda on võimalik venitada? Missugused omadused on dekaltsineeritud (lubjatustatud) luul?

Tehke katsest järeldus. Millega seletub erinevus happes seista lastud ja põletatud luu omaduste vahel?

IV. Inimese veri (lk. 58 juurde)

Tööks on vajalikud: settinud veri katseklaasis, vere värvitud valmis mikropreparaat, mikroskoop, alusklaas ja katteklaas, pipett, vatti.

Töökord

1. Vaadelge inimese verd mikroskoobi all (värske äigepreparaat ja värvitud preparaat). Tehke joonis ja kirjutage juurde nimetused.
2. Vaadelge katseklaasis settinud verd (värv. tahv. II, *5*). Missugused kaks kihti on selles selgesti eristatavad? Mõtelge järele, millest need kihid koosnevad?
3. Leidke kolmas kiht — õhuke hallikas kile settinud vere kahe paksu kihi vahel. Millest koosneb see kile?
4. Joonistage katseklaas settinud verega. Tähistage pealiskirjadega settinud vere kõik kolm kihti.
5. Sulgege verega täidetud katseklaas vatitopiga; seda läheb teil tarvis järgmise laboratoorse töö jaoks.

Mida te saite pärast sooritatud vaatlusi vere kohta teada?

V. Vere koostise püsivuse tähtsus (lk. 60 juurde)

Tööks on vajalikud: mittehüübiv veri, statiiv kahe katseklaasiga, füsioloogiline lahus püsisoojaste loomade jaoks (0,9-protsendiline NaCl), keedetud vesi.

Töökord

1. Valage kummassegi katseklaasi 3 ml verd.
2. Lisage esimesse katseklaasi destilleeritud või keedetud vett (ligikaudu kaks korda rohkem kui verd).

3. Teise katseklaasi lisage vee asemel niisama palju 0,9-protsendilist keedusoola lahust.
4. Silmitsege mõlema katseklaasi sisu vastu valgust. Mille poolest erinevad esimeses ja teises katseklaasis olev vedelik? Seletage katse tulemust.

VI. Hemoglobiini omadused (lk. 65 juurde)

Tööks on vajalikud: mittehüübiv veri, statiiv kahe katseklaasiga.

Töökord

1. Valage ettevaatlikult väike kogus mittehüübivat verd võrdselt laiali kahte katseklaasi.
2. Üks katseklaas asetage statiivile, teise katseklaasi sisu aga loksutage energiliselt 1—2 minuti vältel.
3. Asetage teine katseklaas statiivile esimese probiiri kõrvale ja võrrelge katseklaasidesse valatud verd värvuse järgi.

Mispärast tekkis erinevus värvuses? Missugune veri asetseb esimeses ja missugune veri teises katseklaasis?

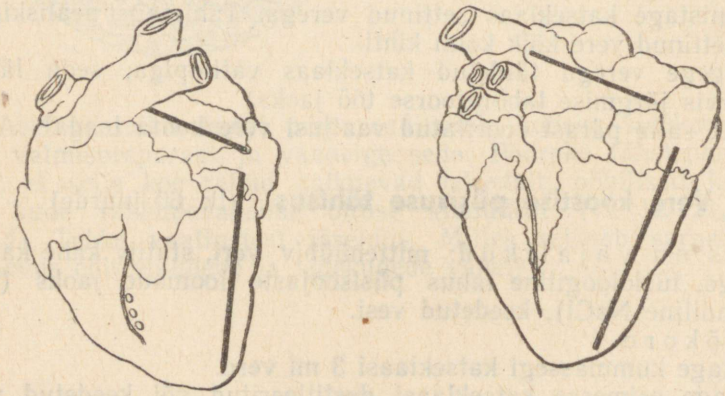
VII. Südame ehitus (lk. 79 juurde)

Tööks on vajalikud: suure imetaja looma süda varem tehtud sisselõigetega (joon. 3), prepareerimisvann, klaaspulk.

Töökord

Kasutades joonist 7 leheküljel 80, tutvuge imetaja looma avatud südame ehitusega.

1. Leidke südame ülemine laiem osa (põhimik) ja alumine kitsam osa (tipp).



Joon. 3

2. Silmitsege südame pinda ning leidke piirid südame kodade ja vatsakeste vahel. Kontrollige kompimise teel, missugustel südame osadel on lihaskest paksem: kodadel või vatsakestel.
3. Leidke südame parem ja vasak pool vatsakeste seinte paksuse järgi.
4. Võtke süda kätte ja asetage ta enda ette niisuguses asendis, nagu süda paikneb teie rinnaõõnes.
5. Leidke aort — kõige suurem elastsete seintega veresoon, mis südame vasakust vatsakesest väljumise järel pöördub ülespoole ja vasakule. Otsige üles mõlemad õõnesveenid: neid saab kindlaks teha avara valendiku, seinte pehmuse ning südame paremal poolel paiknemise järgi.
6. Leidke kopsuarter, mis väljub südame paremast vatsakesest, ja neli kopsuveeni, mis suubuvad südame vasakusse kotta.
7. Avage süda sisselõikeid mööda esialgu vasakult poolelt, seejärel paremalt poolelt. Võrrelge mõlema vatsakese seinte paksust.
8. Pistke esiteks aorti, seejärel kopsuarterisse ja lõpuks südame mõlema poole veenidesse klaaspulk; tehke kindlaks, missuguse südameosaga on ühenduses iga nimetatud veresoon.
9. Avatud vatsakeste sisemuses leidke nendes rippuvad hõlmased klapid, kõõluskeelikud, millega klappide hõlmad lõpevad, ja näsalihased vatsakeste seintel, kuhu kõõluskeelikud kinnituvad.
10. Kompige sõrmega aordi alguses olevaid taskukesi: need on poolkuuklapikesed. Kuhu on suunatud taskukeste avad: kas südame poole või arterite sügavusse?
Tehke tööst järeldus. Milles seisneb seos südame ehituse ja talitluse vahel?

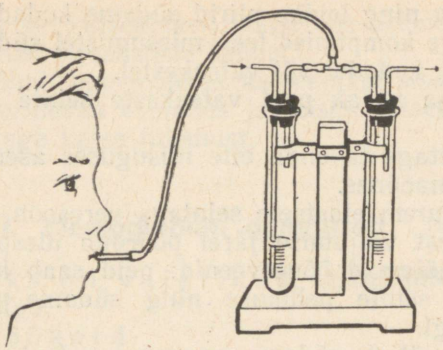
VIII. Sissehingatava ja väljahingatava õhu koostis

(lk. 104 juurde)

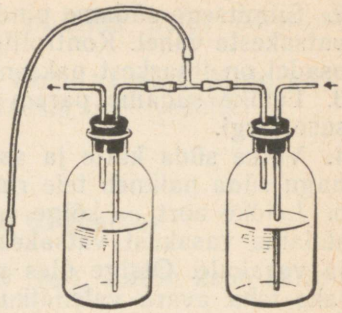
T ö ö k s o n v a j a l i k u d: seadis «hingamisklapid» (joon. 4 ja 5), värskelt valmistatud lubjavesi, klaas kaaliumpermanganaadi kange lahusega.

T ö ö k o r d

1. Tutvuge seadisega «hingamisklapid». Mõlemasse kõrgesse katseklaasi (joon. 4) või pudelisse (joon. 5) on valatud lubjavesi. Vaadake, kas see on läbipaistev.
2. Peske seadise huulik (suuline) kaaliumpermanganaadi lahuses hoolikalt puhtaks.
3. Hingake õhk kopsudest välja, seejärel võtke suhu seadise huulik ja tõmmake aeglaselt (et vedelikku mitte laiali loksutada) selle läbi õhku oma kopsudesse. Missuguse pudeli (katseklaasi) läbib väliskeskkonnast tulev õhk?



Joon. 4



Joon. 5

4. Hingake sisse ning seejärel hingake niisama aeglaselt õhk välja huulikusse. Missuguse pudeli (katseklaasi) kaudu väljub väljahingatav õhk?
5. Tehke läbi huuliku järgemööda mitu sissehingamist ja väljahingamist. Missuguses pudelis (katseklaasis) muutus lubjavesi märgatavalt sogasemaks.
Tehke katsest järeldus.

IX. Süsivesikute, rasvade ja valkude omadused

(lk. 122 juurde)

T ö ö k s o n v a j a l i k u d: statiiv kaheteistkümne katseklaasiga, piirituslamp, katseklaaside hoidja, 4 paberfiltrit, 4 klaaslehtrit, skalpell, kristallisaator, glükoosi ehk viinamarjasuhkru pulber, vesi, kartulitärklis, tärkliskliister, taimeõli, söögisooda (pulbrina), kanamuna valk, joodi vesilahus, NaOH 10-protsendiline lahus, $CuSO_4$ 0,1-protsendiline lahus.

T ö ö k o r d

1. Vaadelge viinamarjasuhkru ehk glükoosi pulbrit. Missuguse välimusega on see aine? Milline on selle maitse? Missugusesse orgaaniliste ühendite rühma glükoos kuulub?
2. Puistake näputäis glükoosi veega täidetud katseklaasi. Kas pulber lahustub?
3. Vaadelge tärklisjahu. Missuguse välimusega on see aine? Milline on selle maitse? Missugusesse orgaaniliste ühendite rühma tärklis kuulub?
4. Kontrollige, kes tärklisjahu on vees lahustuv.
5. Vaadelge vastu valgust vedelat tärkliskliistrit katseklaasis. Missuguse välimusega see on? Missugusena tundub tärkliskliister kompimisel?

6. Lisage katseklaasis olevale veele 2—3 tilka taimeõli. Missugusesse orgaaniliste ühendite rühma taimeõli kuulub? Kas taimeõli lahustub vees?
7. Võtke skalpelliotsaga veidi söögisooda pulbrit ja puistake see katseklaasi, milles on vesi ja taimeõli. Pärast vedeliku segamist vaadake, missuguse välimuse see omandas.
8. Lisage katseklaasis olevale veele kanamuna valku ja loksutage hoolikalt segamini. Vaadelge vedelikku vastu valgust. Kas see on läbipaistev?
9. Valage nelja filtriga varustatud lehtrisse eraldi glükoosilahust, tärkliskliistrit, taimeõli ja kanamuna valku. Missugused nendest vedelikest lähevad läbi filtri? Missugused nendest ainetest on vees lahustuvad ja missugused on mittelahustuvad?
10. Tuletage meelde, kuidas määratakse tärklist. Lisage katseklaasis olevale tärkliskliistrile 2—3 tilka nõrka joodi vesilahust. Kuidas muutus katseklaasi sisaldise värvus?
11. Õppige määrama viinamarjasuhkru ehk glükoosi olemasolu lahuses. Selleks lisage katseklaasis olevale 2—3 ml glükoosile 1—1,5 ml naatriumhüdroksiidi 10-protsendilist lahust. Seejärel lisage tilkhaaval 0,1-protsendilist $CuSO_4$ (vaskvitrioli) lahust, kuni katseklaasis olev vedelik omandab sinise värvuse. Ajage katseklaasi sisu keema. Mis viisil see muutus? Kuidas määratakse glükoosi olemasolu lahuses?

X. Sülje toime tärklisele (lk. 129 juurde)

Tööks on vajalikud: statiiv nelja katseklaasiga, kõrge joogiklaas, pipetid, termomeeter, vedel tärkliskliister, katseklaasvee abil lahjendatud süljega (1 : 1), joodi nõrk vesilahus, 10-protsendiline NaOH lahus, 0,1-protsendiline $CuSO_4$ lahus, piiritustlamp.

Töökord

1. Võtke neli katseklaasi. Neist esimesse valage 3 ml väga vedelat tärkliskliistrit, teise — niisama palju veega lahjendatud sülge, kolmandasse — tärkliskliistrit, millele lisage puhast vett, neljandasse — tärkliskliistrit, millele lisage sülge. Katseklaasidele pange külge paberist sedelid, millele on kirjutatud, mida igaüks neist sisaldab.
2. Uurige esimese ja teise katseklaasi sisaldist: selgitage välja, kas süljes ja tärklises leidub glükoosi (vt. laboratoorset tööd IX).
3. Lisage pipeti abil kolmanda ja neljanda katseklaasi sisule kummalegi 2—3 tilka nõrka joodi vesilahust. Kuidas muutus katseklaasides olevate vedelike värvus? Mispärast?
4. Segage kõrges joogiklaasis kuuma ja külma vett, kuni saate temperatuuri 37—39°, ning asetage sinna sisse kolmas ja neljas

katseklaas. Vastavalt vee jahtumisele valage joogiklaasi juurde kuuma vett, et temperatuur selles ei langeks allpoole 37°.
5. 10—15 minuti möödudes võtke mõlemad katseklaasid veest välja. Kas nende sisu nüüd erineb värvuse poolest? Mõtelge järele, mis põhjusel toimus teie poolt tähelepandud muutus.
6. Kontrollige, kas kolmandas ja neljandas katseklaasis on glükoosi.
Kirjutage vihikusse, kuidas muutub tärklis sülje toimel.

XI. Neeru ehitus (lk. 159 juurde)

Tööks on vajalikud: pikuti lõhkilõigatud sea- või lambaneer, luup, prepareerimisvann, jupp traati silmusega otsas, pintsett.

Töökord

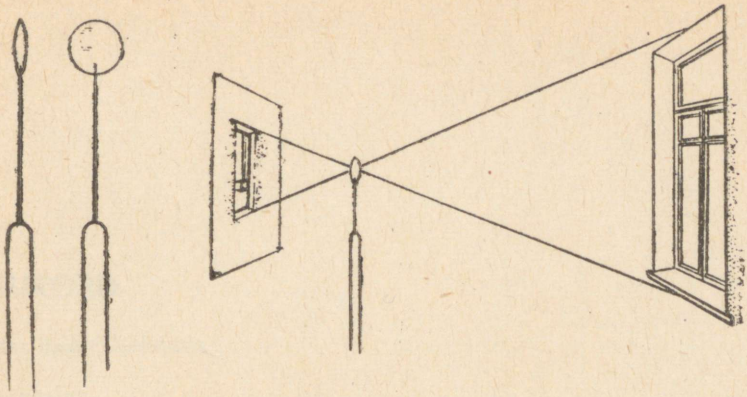
Töötamise ajal kasutage värvilist tahvlit VII.
1. Leidke koht, kus neerust väljub kusejuha (*2*), neeruarter (*4*) ja neeruveen (*5*). Kuidas te eristasite veeni arterist?
2. Pistke neeru külge jäetud kusejuha algusosasse silmusega lõppev traat. Neeru sees olev õõs, kuhu traatsilmus kusejuhast väljub, on neeruvaagen (*11*).
3. Vaadelge neeru kaht värvuse poolest erinevat kihti — pindmist (*6*) ja sisemist (*7*). Kumb neist on heledam ja kumb tumedam?
4. Vaadelge luubi abil neeru pindmist kihti (neeru koort) ja leidke selles tumedad punktid. Need on verekapillaaride päsmakesed.
5. Neeru sisemises kihis (neeru säsis) leidke püramiidid (*9*), mille tipud ulatuvad neeruvaagnasse (*11*) neerunäsadena (*10*).
6. Kasutades luupi, silmitsege neerupüramiidides olevaid triipe, mis ulatuvad pindmisest kihist neerunäsadeni. Need on peened torukesed, mida mööda uriin valgub neeruvaagnasse neerunäsade tippudes olevate väikeste avade läbi.
Tehke järeldus neeru ehituse ja tema talitluse seose kohta.

XII. Silma ehitus (lk. 194—196 juurde)

Tööks on vajalikud: suure imetaja silm, mille sein (kestad) on ümberringi risti läbi lõigatud, pintsett, skalpell, prepareerimisnõel, alustass.

Töökord

Töötamisel kasutage värvilist tahvlit XIII.
1. Vaadelge silmamuna väljastpoolt ja leidke:
a) lihaste silmamunale kinnitumise kohad; b) silmamunast lähtuva nägemisnärvi algusosa; c) silma väljastpoolt kattev



Joon. 6

kõvakest ja selle eespoolne osa — läbipaistev sarvkest, mille läbi on nähtav nimetatud kesta all paiknev vikerkest; d) vikerkestas olev avaus — silmaava.

2. Eraldage õpetaja poolt varem tehtud lõiget pidi teineteisest silmamuna eesmine ja tagumine pool. Selleks tuleb pintsetiga haarata kinni sisselõike servast ja lõigata skalpelliga läbi silmamuna õõnt täitev poolvedel läbipaistev klaaskeha.

3. Hoides pintsetiga kinni silmamuna eesmise poole servast, eemaldage sellest skalpelli käepidemega ettevaatlikult klaaskeha ja leidke läbipaistev silmalääts; see paikneb kohe vikerkesta taga ning on ümbritsetud ripslihasest.

4. Vabastage skalpelli käepideme abil väga ettevaatlikult silmalääts koos tema läbipaistva kihnuga ja vaadelge silmaläätse kuju.

5. Pistke silmalääts prepareerimisnõela otsa (joon. 6) ja vaadelge selle läbi trükikirja. Projitseerige läbi silmaläätse paberilehele akna (päeval) või elektripirni (õhtul) kujutis. Paberit silmaläätsest eemaldades või silmaläätsele lähendades saate te akna või elektripirni vähendatud ja ümberpööratud kujutise.

6. Vaadelge vikerkesta silma seespoolselt küljelt ja leidke selles silmaava.

7. Eemaldage klaaskeha silmamuna tagumisest poolest ja vaadelge viimase sisepinna värvust.

8. Leidke koht, kus silmast väljub nägemisnärv.

9. Eraldage skalpelli käepideme abil silma põhjalt õhuke kile — võrkkest. See tuleb nägemisnärvi väljumise kohalt lahti lõigata ja seejärel alustassile valatud vees laiali tõmmata.

10. Samal viisil eraldage võrkkesta taga asetsev soonkest. Siis näete te kõvakesta sisepinda.

Tehke järeldus silma ehituse seose kohta tema talitlusega.

SISUKORD

Kuidas õpikut kasutada 2

Sissejuhatus 3

I. Üldine tutvumine inimese organismiga 7

1. Elundid ja elundkonnad 7
2. Rakk ja selle paljunemine 12
3. Raku keemiline koostis ja eluomadused 16
4. Koe mõiste. Epiteel- ja sidekoed 20
5. Lihaskoed ja närvikude 22
6. Refleks ja refleksikaar. Pidurdus 25

II. Tugi- ja liikumiselundite süsteem 29

7. Tugi- ja liikumiselundite süsteemi tähtsus. Skeleti ehitus . . 29
8. Luude ehitus ja kasv 37
9. Esmaabi sidemevenituste, liigesenihestuste ja luumurdude puhul 41
10. Lihased ja nende talitlus 43
11. Lihaste töö 50
12. Kehaliste harjutuste tähtsus skeleti ja lihaste õige arengu seisukohalt 53

III. Veri 58

13. Organismi sisekeskkond 58
14. Vereplasma 60
15. Erütrotsüüdid ja leukotsüüdid 64
16. Immuunsus 68

IV. Vereringe 74

17. Vere ja lümfi liikumine organismis 74
18. Süda 79
19. Südame töö 82
20. Vere liikumine veresoontes 85
21. Esmaabi verejooksude puhul 91
22. Vereringe-elundite tervishoid 94

V. Hingamine 99

23. Hingamiselundid 99
24. Gaasivahetus kopsudes ja kudedes 104
25. Hingamisliigutused 109
26. Hingamisliigutuste reguleerimine närvisüsteemi poolt ja humoraalselt 113
27. Õhu kaudu edasikanduvad haigused. Kunstlik hingamine . . 116

VI. Seedimine 122

28. Toitained ja toiduained 122
29. Seedeelundite ehitus 125
30. Seedimine suuõõnes. Neelamine 128
31. Seedimine maos 131
32. Toitainete muundumine sooltorus 135
33. Toitumise tervishoid ja seedeelundite haiguste vältimine . . . 138

VII. Ainevahetus 142

34. Vee ja soolade ainevahetus. Valkude moodustumine rakkudes . 142
35. Rasvad ja süsivesikud. Orgaaniliste ainete lagunemine ja hapendumine 145
36. Assimilatsioon ja dissimilatsioon — ühtse ainevahetusprotsessi kaks külge 147
37. Toitlusnormid 150
38. Vitamiinid 153

VIII. Eritus 159

39. Erituselundid 159
40. Uriini tekkimine 160

IX. Nahk 163

41. Naha tähtsus ja ehitus 163
42. Naha osa organismi temperatuuriregulatsioonis 166
43. Organismi karastamine 169
44. Tervishoiunõuded riietuse suhtes 172

X. Närvisüsteem 174

45. Närvisüsteemi areng ja tähtsus 174
46. Seljaaju ehitus ja talitlus 177
47. Peaaju tüvi ja väikeaju 181
48. Vegetatiivne närvisüsteem 185
49. Suuraju poolkerad 188

XI. Meeleelundid 193

50. Meeleelundite tähtsus 193
51. Nägemiselund 194

52. Nägemiselundi talitlus ja tervishoid 196
53. Kuulmiselund, tema talitlus ja tervishoid 203
54. Tasakaalu-, lihaste ja naha tundlikkus-, haistmis- ja maitsmiselundid 207

XII. Kõrgem närvitalitlus 213

55. Tingitud reflekside kujunemine 213
56. Tingitud reflekside pidurdumine 218
57. Inimese kõrgem närvitalitlus 221
58. Närvisüsteemi tervishoid 225
59. Uni ja selle tähtsus 229

XIII. Sisesekretsiooninäärmed 232

60. Hormoonid. Kõhunäärme sisesekretoorne talitlus. Neerupealised 232
61. Kilpnääre ja ajuripats ehk hüpofüüs 235

XIV. Inimese organismi arenemine 240

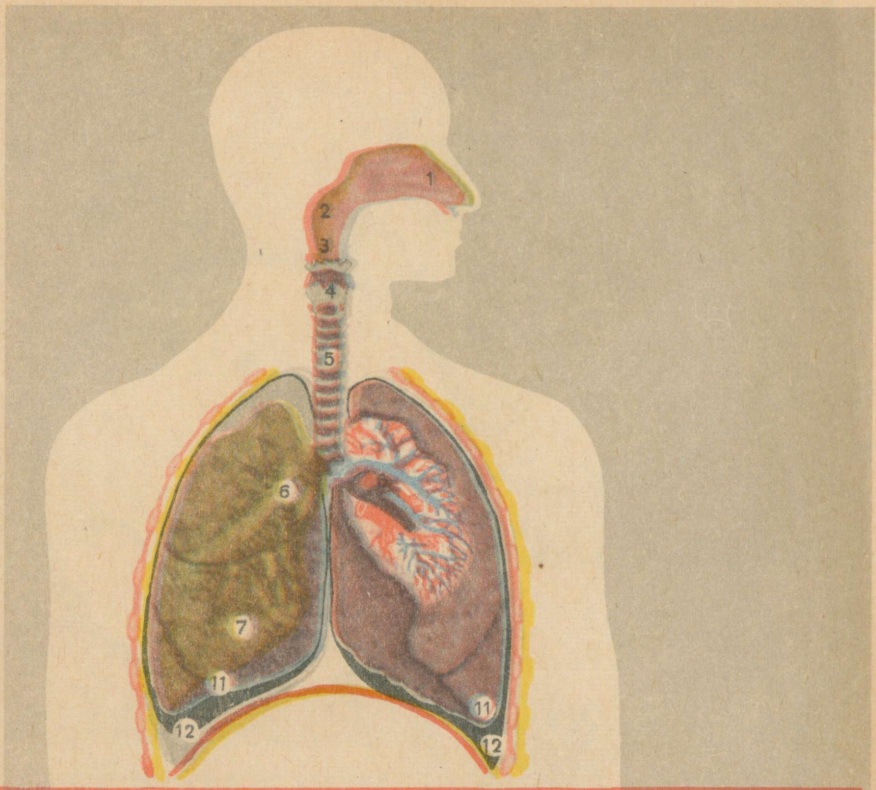
62. Sigimine elusas looduses 240
63. Sugunäärmed ja sugurakud. Viljastumine 242
64. Inimese loote arenemine 245
65. Inimese sünnijärgne arenemine 248

Lõppsõna 253

Laboratoorne praktikum 255

Анна Мойсеевна Цузмер, Оксана Леонтьевна Петришина. АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И ГИГИЕНА ЧЕЛОВЕКА. На эстонском языке. Перевел с русского А. Ярвекюльг. Художественное оформление Ю. Аррака. Издательство «Валгус». Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

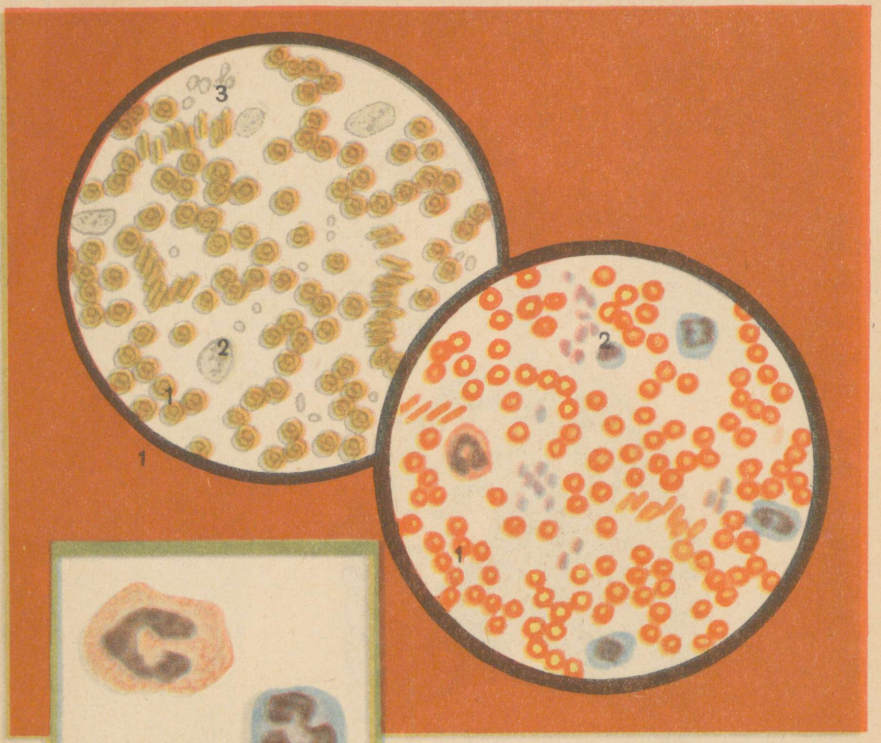
Toimetaja J. Metsar. Kunstiline toimetaja H. Keigo. Tehniline toimetaja L. Krikmann. Korrektorid M. Pall ja H. Kull. Laduda antud 16. XII 1969. Trükkida antud 4. III 1970. Kohila Paberivabriku trükipaber nr. 2, 60 × 90/16. Trükipoognaid 16,75 + 1 (lisad). Arvestuspoognaid 18,27. Trükiarv 11 000. Tellimuse nr. 7727. Hans Heidemanni nim. Trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. II.
Hind 46 kop.

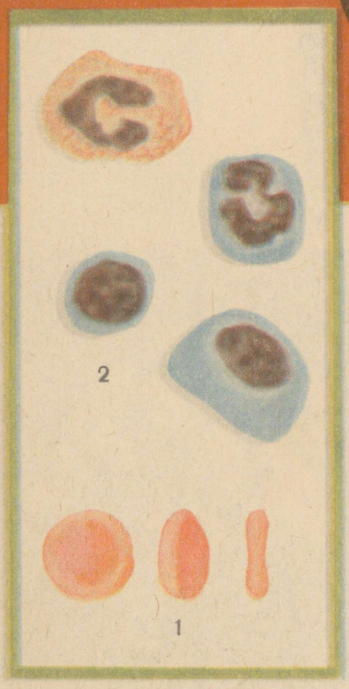


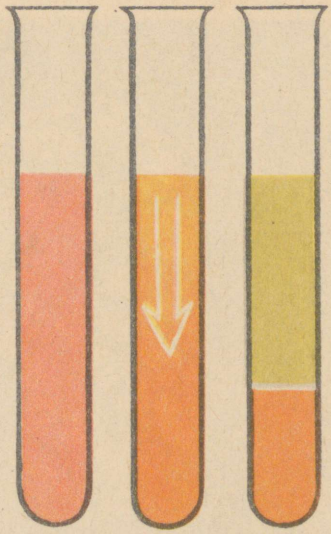


2

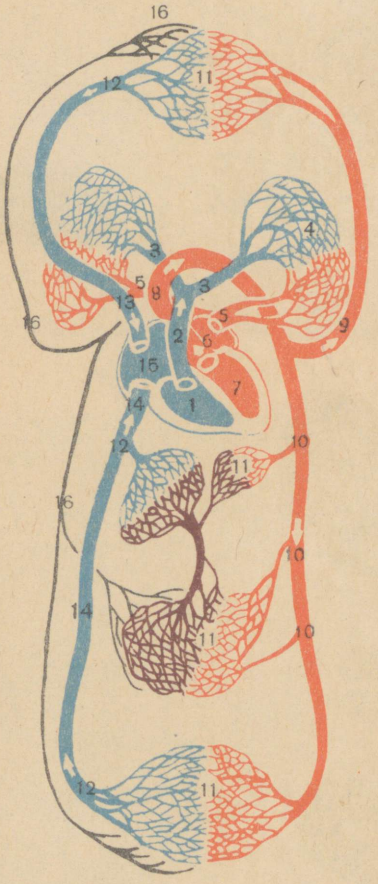
76703



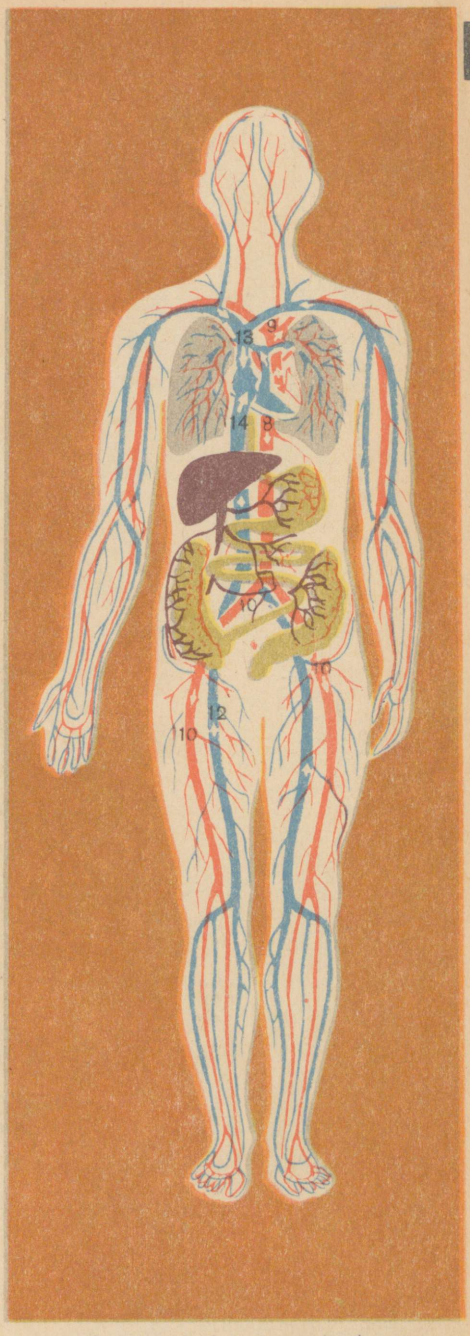




Settimise staadiumid

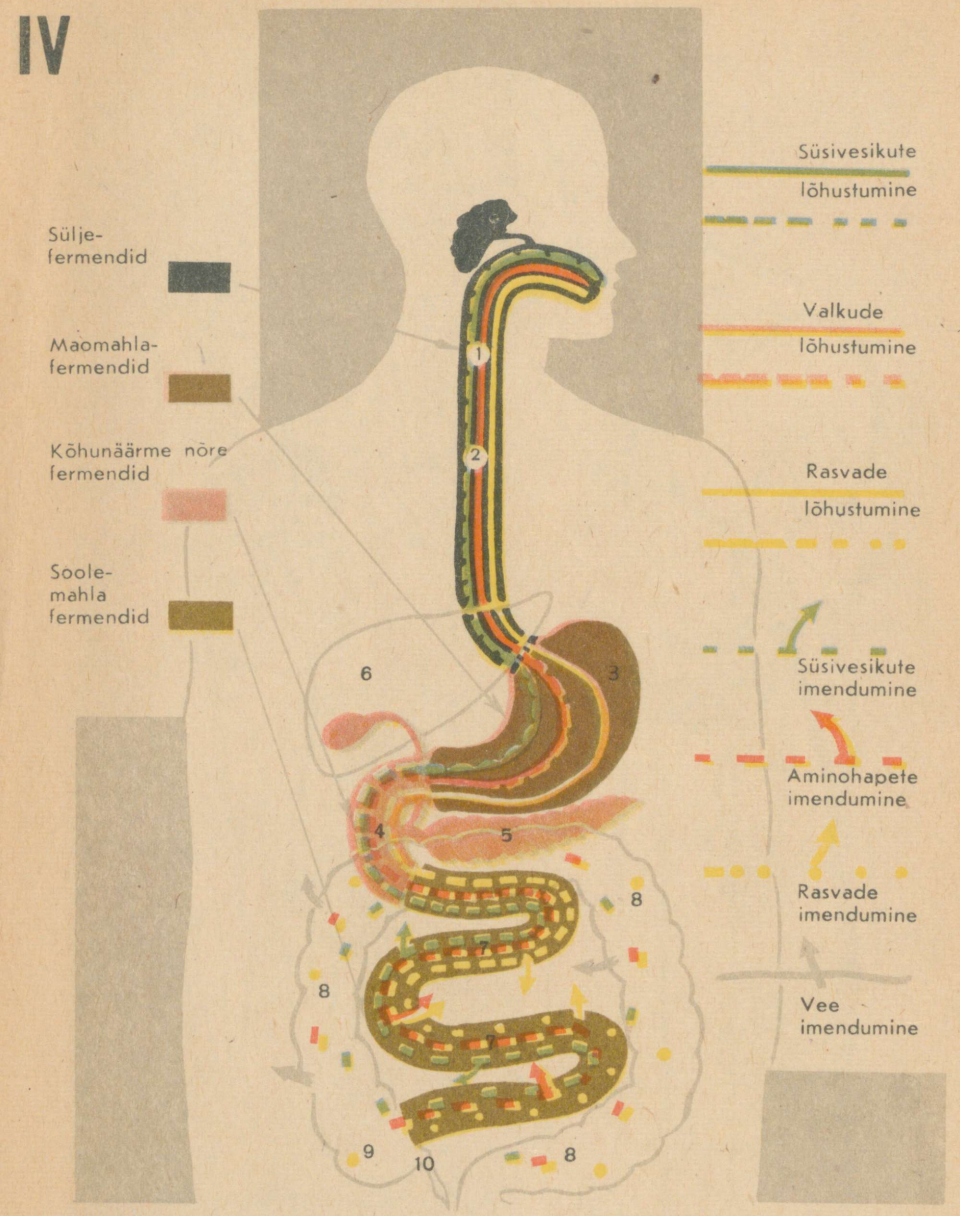


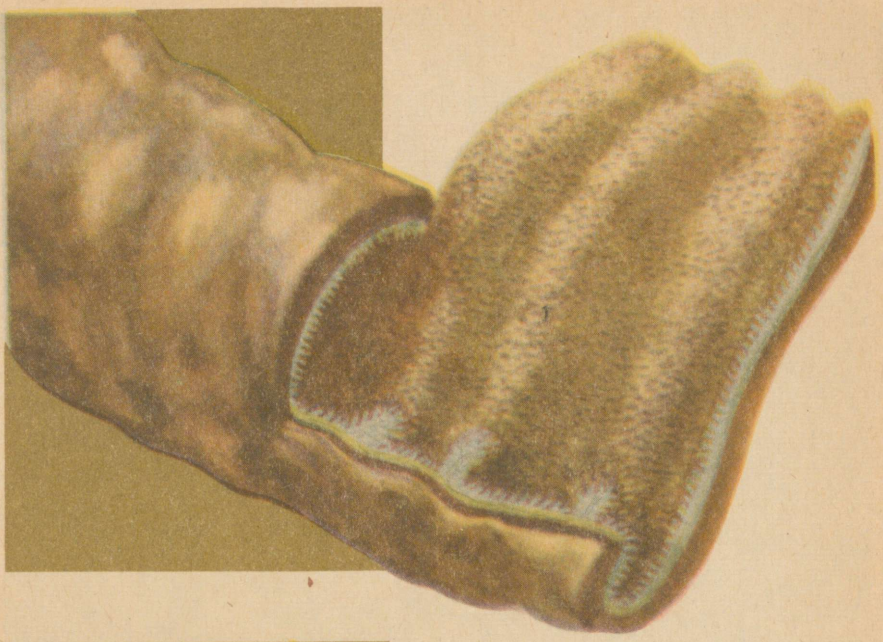
Vereringe ja lümfiringe skeem

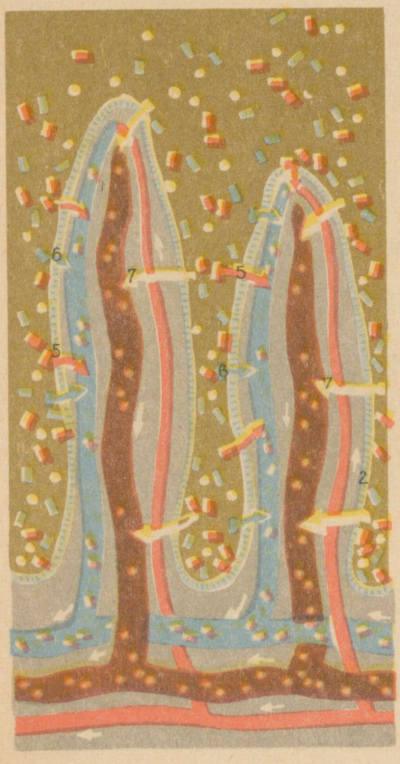


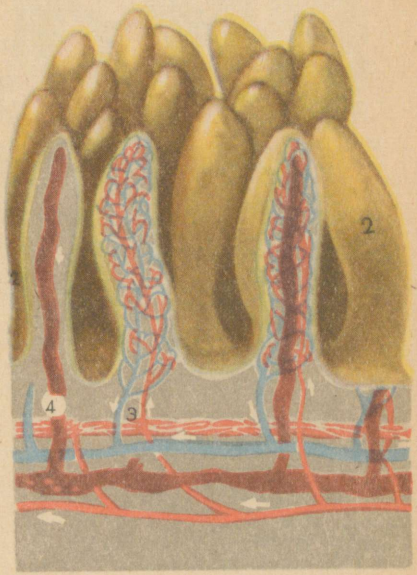
Suure vereringe peamised veresooned

IV

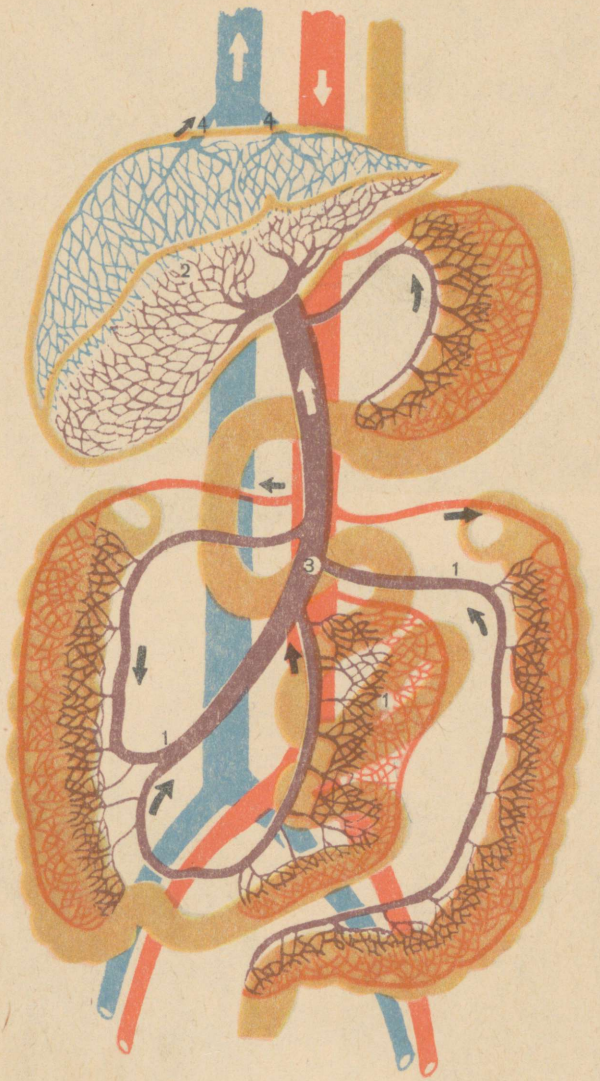

Süljefermendid
Maomahlafermendid
Kõhunäärme nõre fermendid
Soolemahla fermendid
Süsivesikute lõhustumine
Valkude lõhustumine
Rasvade lõhustumine
Süsivesikute imendumine
Aminohapete imendumine
Rasvade imendumine
Vee imendumine
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

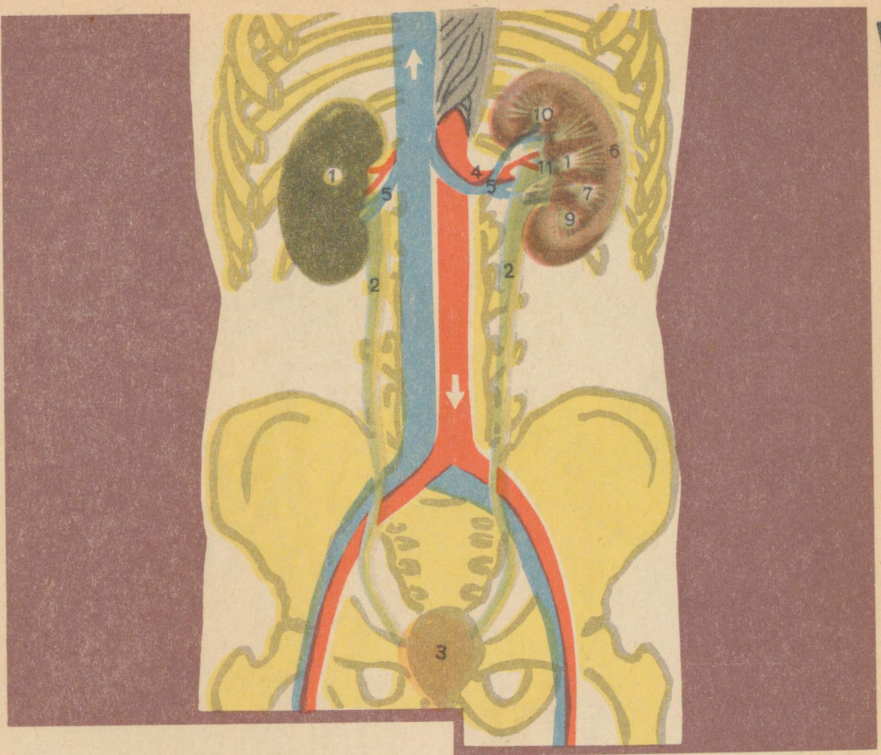

1


6
7
5
5
6
7
2


2
2
4
3

VI

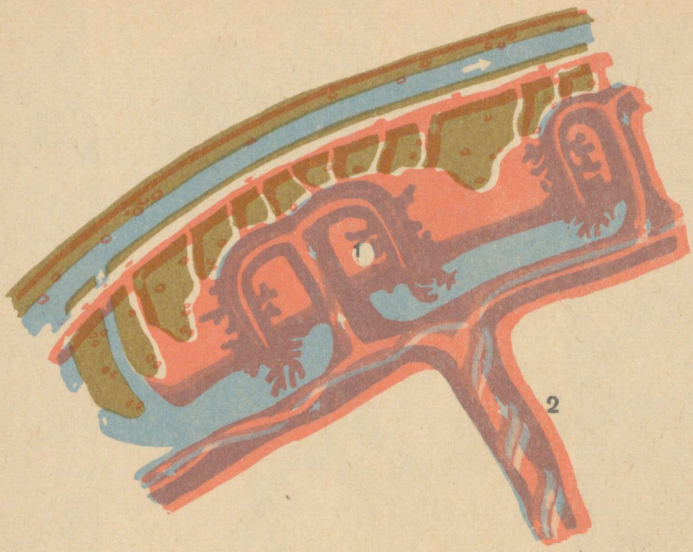


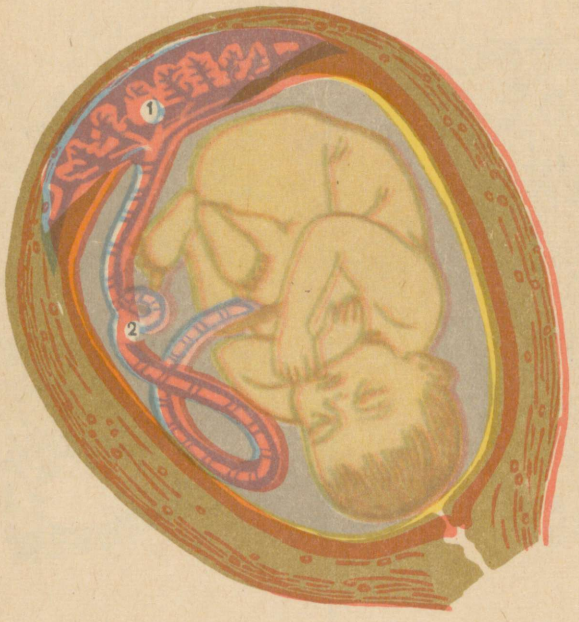

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

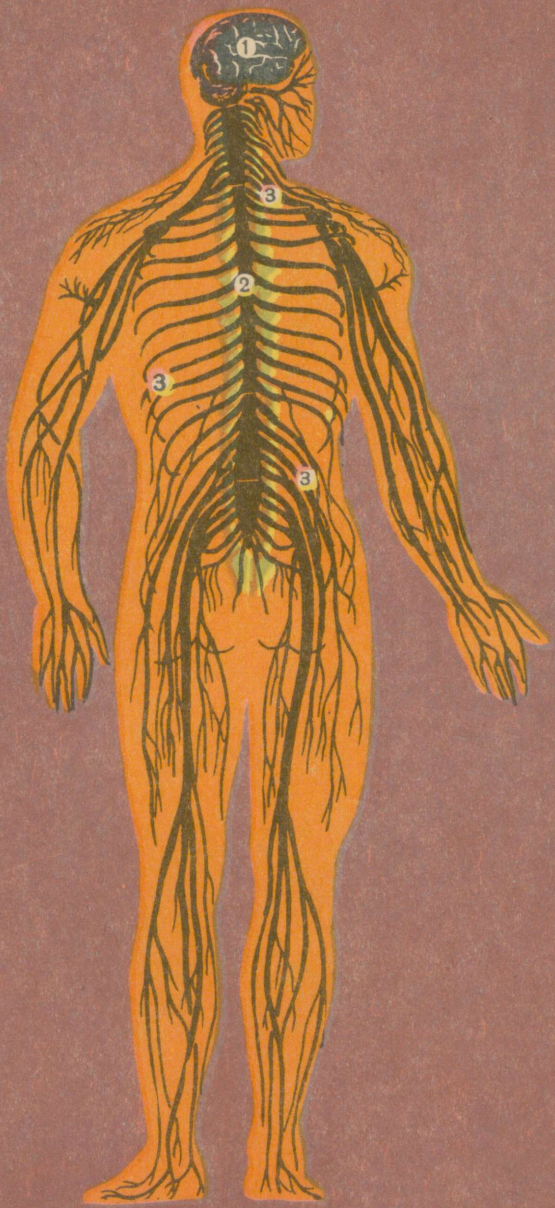

8
12
3
9
10


16
15
8
14
2
13
17

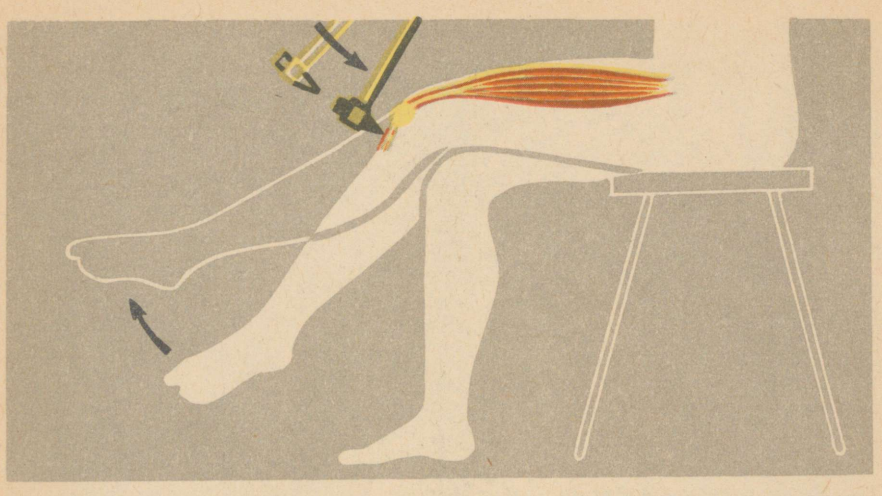
VIII



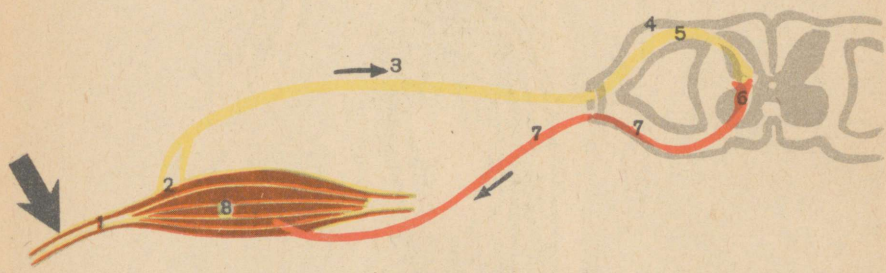



1
3
2
3
3

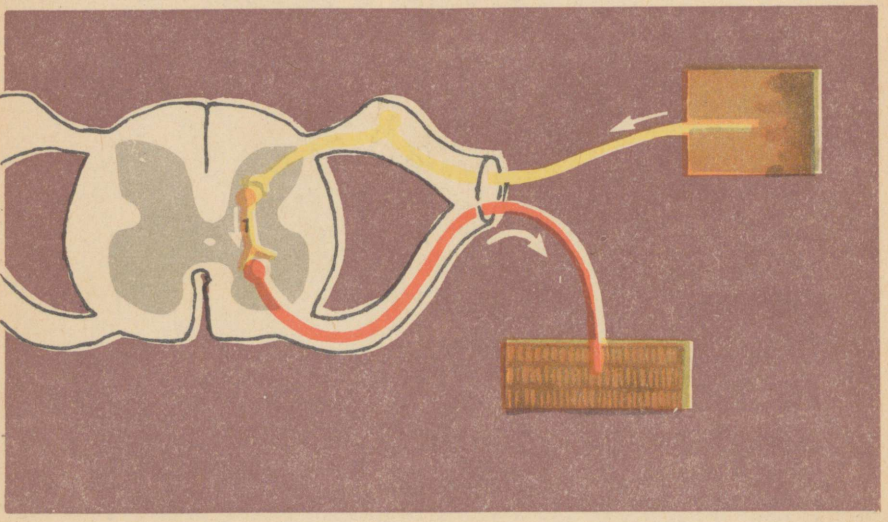
X



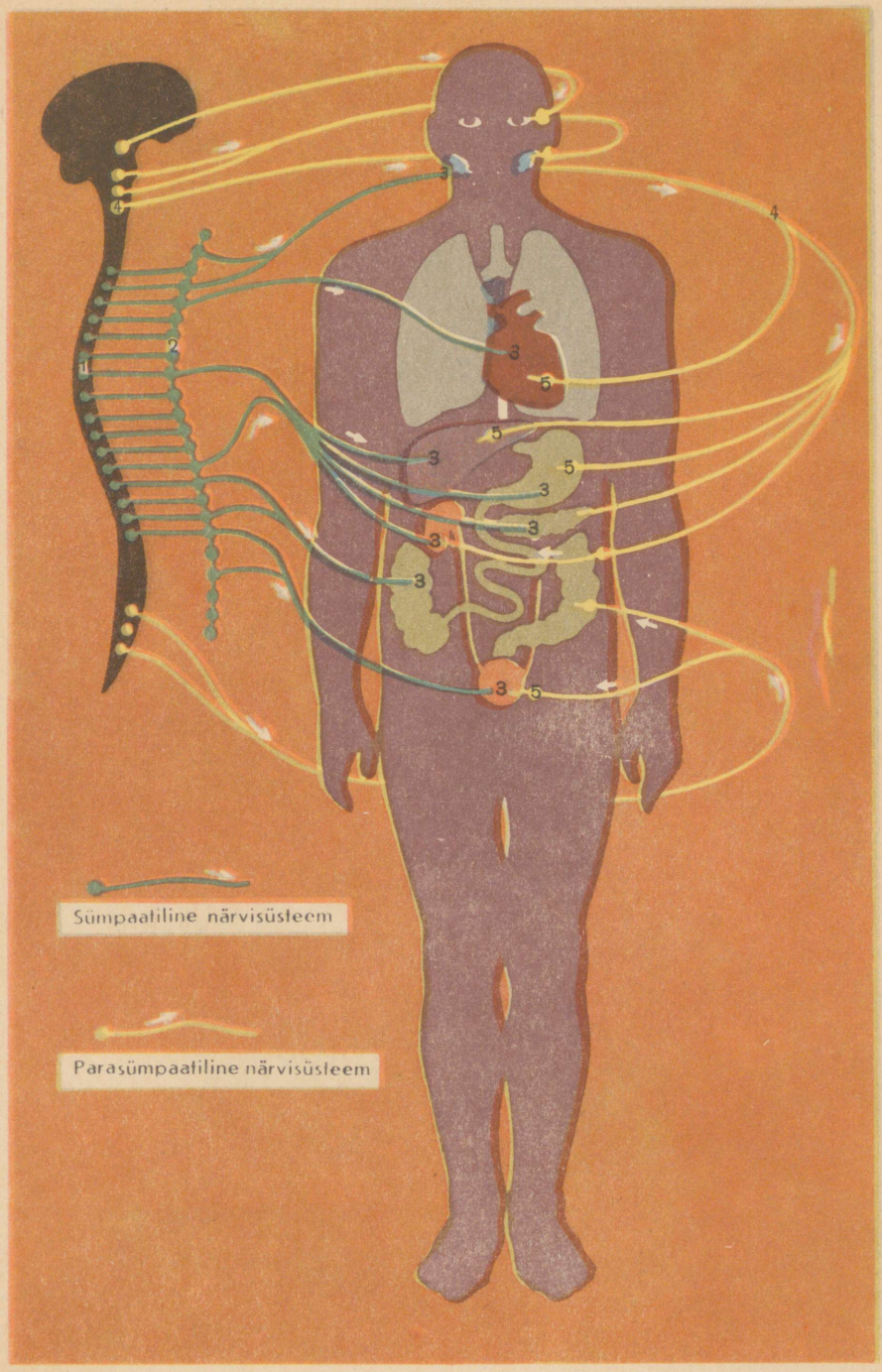
I



II

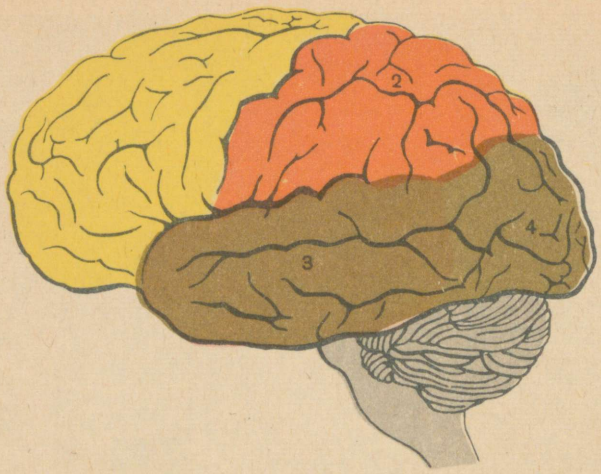


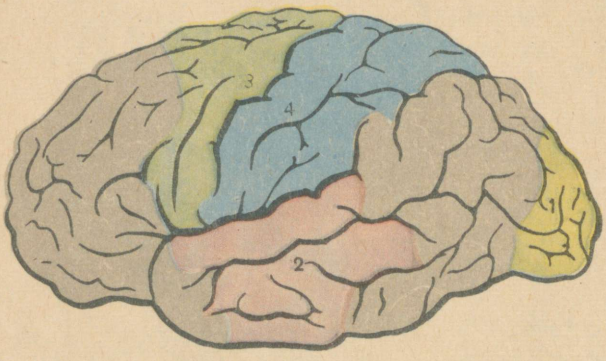
III


Sümpaatiline närvisüsteem
Parasümpaatiline närvisüsteem

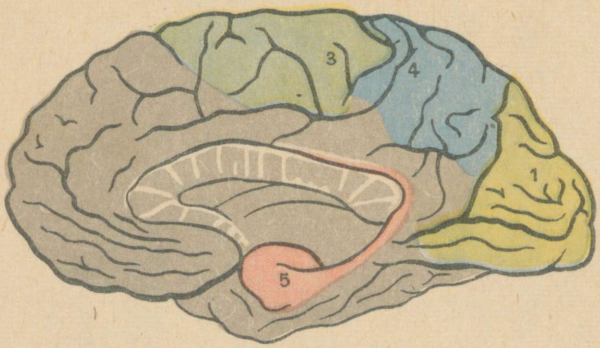
XII

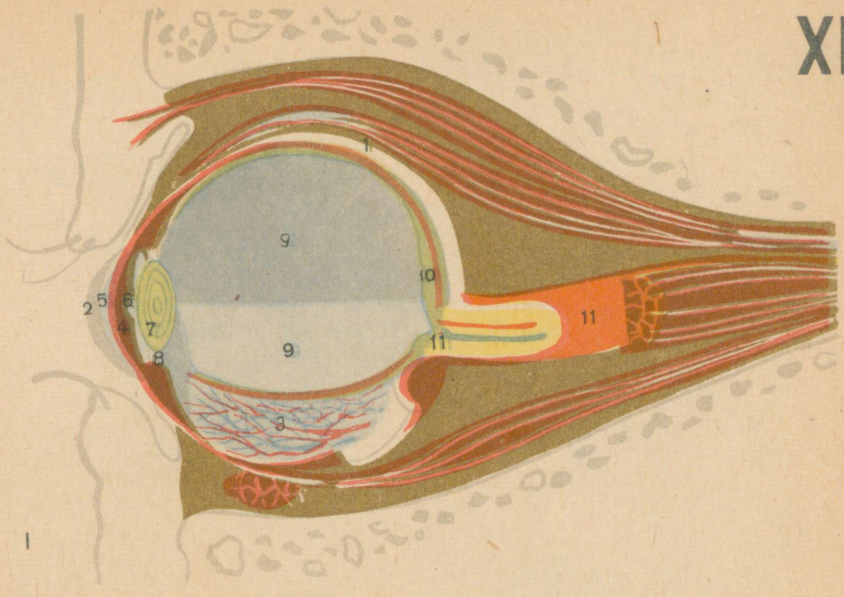
I



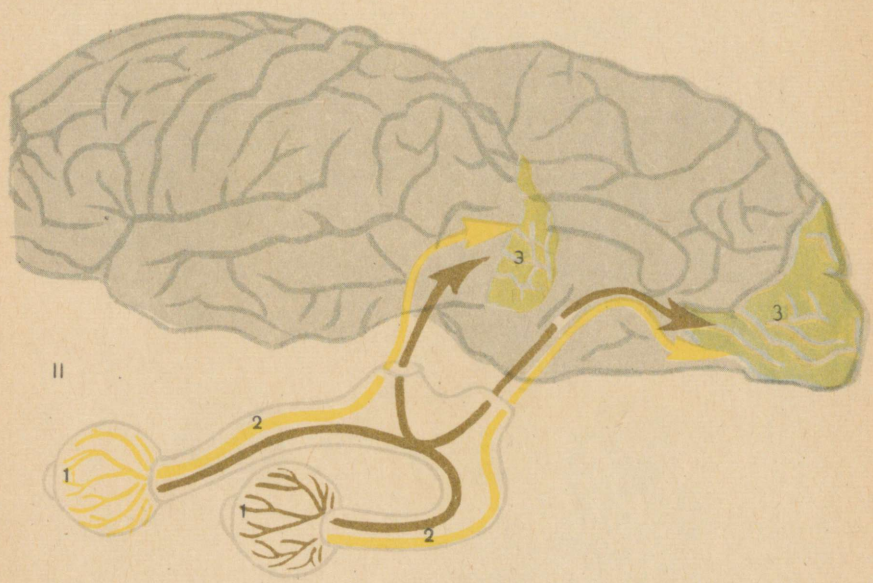


II



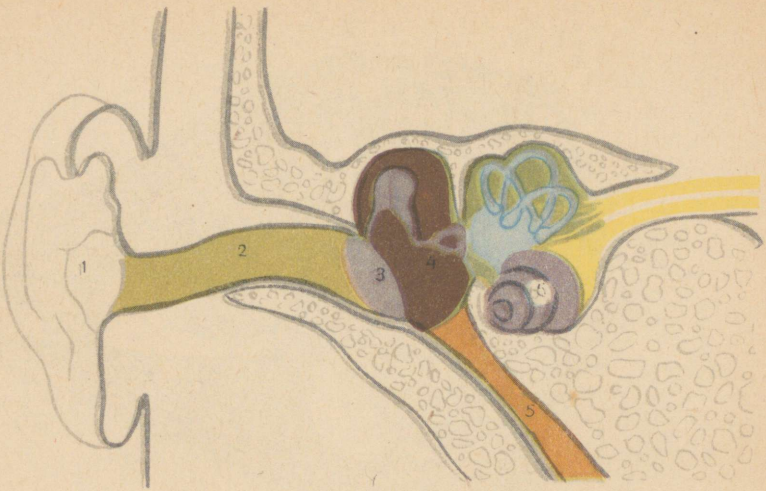


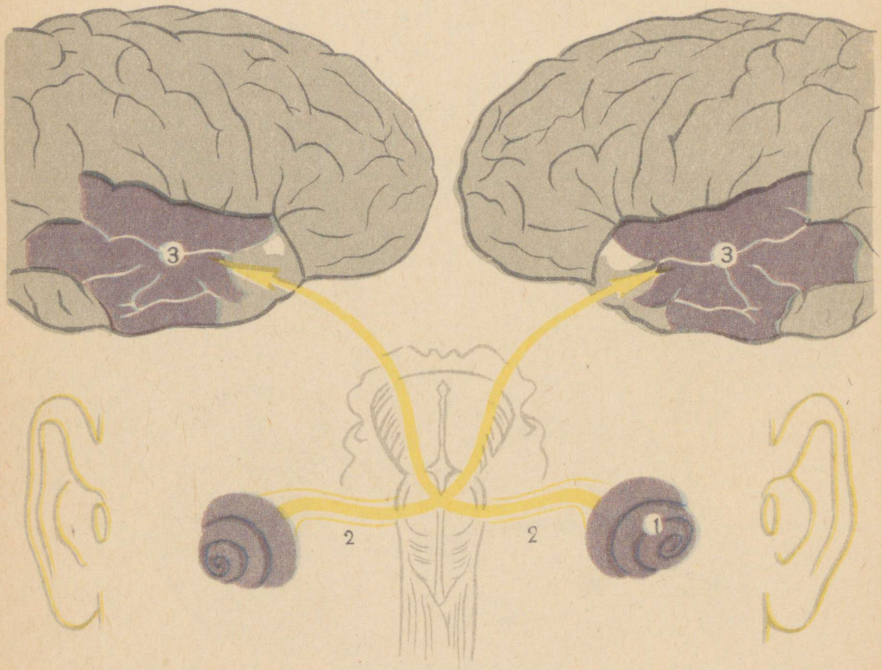
I

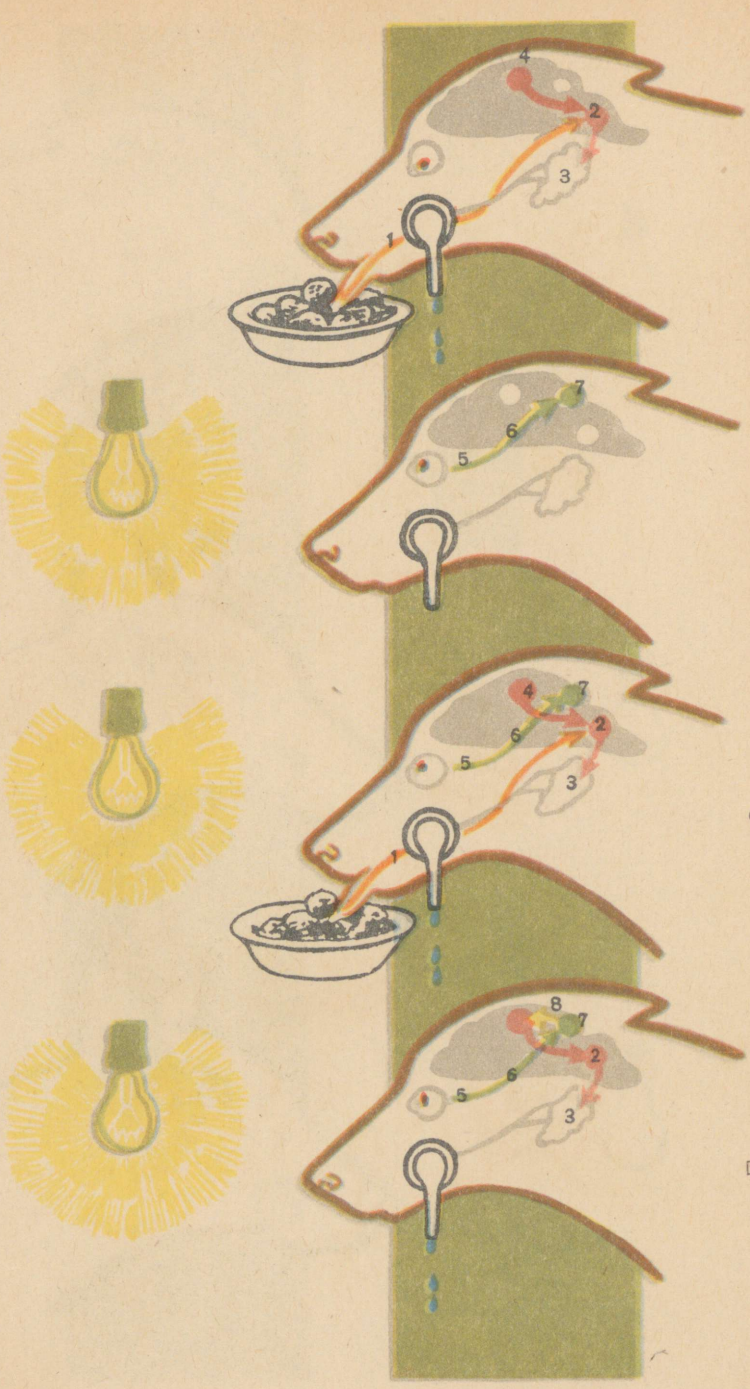


II

XIV






A
B
C
D
1
2
3
4
5
6
7
8

XVI



46 kop.

A-30552
76703

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00496564 8