

FÜSIOLOOGIA

AUTORISEERITUD KONSPEKT

KOOSTANUD DR. MED. M. TIITSO
1937. AASTA LOENGUTE JÄRGI
STUD. PHARM. J. TAMMEORG

REDIGEERINÜD
PROF. DR. MED. M. TIITSO

TARTU, 1938
AKADEEMILISE KOOPERATIIVI KIRJASTUS

07

23 sn

Põhif

F Ü S I O L O O G I A

AUTORISEERITUD KONSPEKT

Koostanud dr.med.M.TIITSO
1937. a. loengute järgi
stud. pharm. J. TAMMEORG.

Redigeerinud prof.dr.med. M. TIITSO.

Riigiraamatukogu.
№. S. 3207

~~1937~~ ✓

13. 3. 39.

Kr. 2. -

A. Kuiserman

Tartu, 1938

AKADEEMILISE KOOPERATIIVI KIRJASTUS

Kat. as
17. XII 56.

2320

S I S S E J U H A T U S .

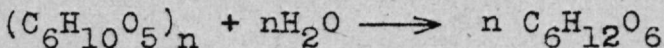
Füsioloogia uurib elusolendi eluavaldusi. Elus=olendit on sageli katsutud defineerida teadvuse abil. Sellist definitsiooni ei saa pidada täpseks, sest pole võimalik teadvust ennast defineerida. Üldiselt üteldakse, et elus=organisme iseloomustab terve rida tunnuseid. Tähtsamad nendest oleksid 1) struktuur, mida käsitleb anatoomia, 2) aine= ja energiavahetus ja 3) liikumine. Viimaseid käsitleb füsioloogia. Üldse on selliseid tunnuseid olemas 7.

Energiat ammutatakse toitainetest. Vastuvõetavad toitained - süsivesikud, valgud, rasvad - oksüdeeruvad meie kehas süsihapugaasiks ja veeks, mille juures vabaneb energia. Viimast tarvitatakse liikumiseks ja kehasoojuse alalhoiuks. Sellist toitainete oksüdeerumist võime võrrelda puuhalu põlemisega, mille juures vabaneb ka energia soojuse kaudu. Organismis leiduvad ained on ammutatud ümbruskonnast. Organismis ei teki ainet juurde ega kao ära. Sama lugu on ka energiaga. Energiatki ei teki kehas juurde ega kao ära, vaid ta muutub ühest olekust teise.

S ü s i h ü d r a t i d .

Süsihüdratid on toitained, milliste hulka kuuluvad tärklised ja suhkrud. Looduses leiduvad süsihüdratid polüsahhariididena, milledest tähtsaim on tärklis. Tärklis laguneb hüdroolüüsi tagajärjel lina- ja kobarsuhkruks. Hüdroolüüsi all mõeldakse

termodünaamiliselt neutraalset protsessi, mille vältel ühend ühinedes veega muutub lihtsamaiks ühendiks. Nii ka tähtlase korral:



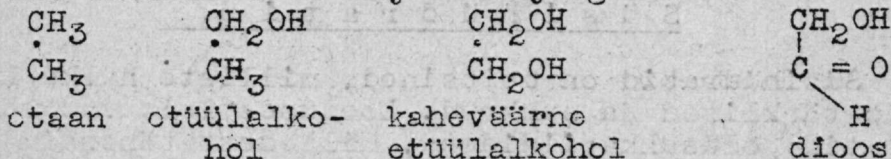
Hüdrolüüs on termodünaamiliselt neutraalne reaktsioon. Ta ei vaja ega vabasta soojust. Vastandreaktsioonid oleksid ekso- ja endotermilised reaktsioonid. Eksotermilise reaktsiooni korral laguneb energiarikas aine energiavaesteks aineteks. Näiteks puu (mis on energiarikas) põlemine süsihapugaasiks ja veeks (viimased ained on energiavaesemad võrreldes puuga). Endotermilise reaktsiooni korral ühinevad energiavaesed ained energiarikasteks aineteks, ammutes energiat ümbrusest. Näiteks toimub päikesekiirte mõjul süsivesikute süntees CO₂ ja H₂O-st.

Kõiki süsühydrateid iseloomustab asjaolu, et nad omavad kõik võrdselt keemilist energiat. Nii vabaneb 1 gr tähtlase põlemisel 4,1 Cal soojust, 1 gr suhkru põlemisel 3,9 Cal.

Erinevus, nagu näha, väga väike. Hüdrolüüsi tagajärjel rikastuvad ained vesiniku ja hapniku suhtes veele vastavas proportsioonis.

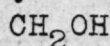
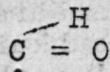
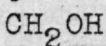
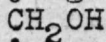
SÜSIHÜDRATIDE JAOTUS. Süsühydrateid liigitatakse 1) monoosideks ehk monosahhariidideks - suhkru, milliseid hüdrolüüsi tagajärjel enam lihtsustada ei saa, 2) disahhariidideks - koosnevad 2 monosahhariidi molekulist, 3) trisahhariidideks - koosnevad 3 monosahhariidi molekulist ja 4) polüsahhariidideks - koosnevad paljudest monosahhariidi molekulidest.

SÜSIHÜDRATIDE SÜNTEES. Kõige lihtsamat suhkrut võime enesele ette kujutada järgmiselt:



Tekib seega alkoholist edasioksüdeerimisel. Diaosi võime nimetada ka aldoosiks, sest ta sisal-

dab aldehüüdrühma. Brutovaalem $C_2H_4O_2$. Trioosi tek-
kimist võime kujutada järgmiselt:



propaan

glütsüros

aldotriosis

Sisaldab suhkur keetonrühma $C = O$, siis on to-
gemist ketoosiga, näit. keetotriosisiga.

Sellegi brutovaalem on $C_3H_6O_3$ nagu aldo-

trioosilgi. Füsioloogia seisukohalt on

olulised suhkrud 6 süsiniku molekuliga

ehk heksoosid $C_6H_{12}O_6$. Heksoosid jagu-

nevad: 1) aldoheksoosideks - heksoosid,

mis sisaldavad aldehüüdrühma ja

2) keetoheksoosideks ehk ketoosideks - heksoosid,

mis sisaldavad keetorühma. Aldehüüdrühm astseb aho-

la lõpus, keetorühm ahela keskel. Suhkrutele võime

vaadelda kui oksüdeerunud alkoholidel. Karakterse-

mad rühmad suhkrute korral ongi aldehüüd- ja keeto-

rühmad. Suhkur iseenesest on taandava toimega (just

aldehüüd- ja keetorühma tõttu). Ta kisub ära teis-

telt ühenditelt hapnikku. Viimasel tõsiasi ajal põhi-

nevadki suhkru kindlaksmääramise meetodid

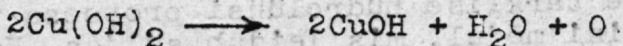
TROMMERI TEST. Koetes vasksulfatid loelises
keskkonnas toimub reaktsioon:



$Cu(OH)_2$ on sinakas ja muutub kuumutamise tagajärjel
mustaks vaskoksüüdiks järgmise reaktsiooni tagajär-
jel:



Kui on aga lahuses olemas veel suhkrut alde-
hüüd- või keetorühmaga, siis kulgeb reaktsioon järg-
miselt:



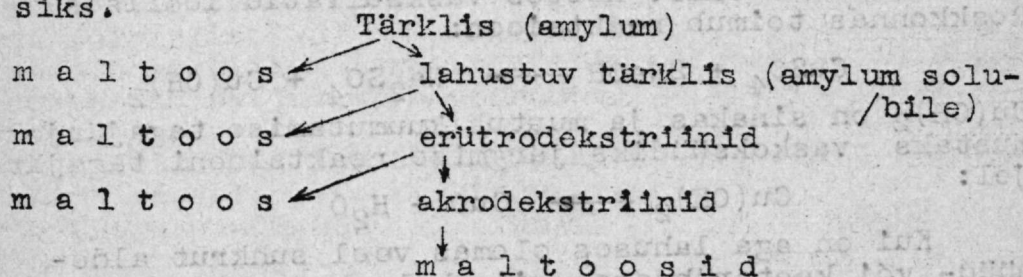
Tokib vasesoksüüd ning vaseshüdroksüüd, mis on
värvilt punased ning kollased. Olgu tähendatud, et

taandavalt mõjuvad kõik ühendid, mis sisaldavad aldehüüd- või keetorühma.

Trommeri reaktsiooni tarvitatakse sageli suhkru kindlaksmääramisel uriinis. Suhkruhaigetele lahkeb kehast suhkur uriini kaudu. Annab uriin positiivse Trommeri reaktsiooni - on sageli inimene suhkruhaige.

TÄRKLISE TÕESTAMINE. Tärklise tõestamiseks kõige parem vahend on KJ + J lahus. J mõjul muutub tärklis intensiivselt siniseks. See sinine värvus pole püsiv. Ta kaob kuumutades. Jahtudes tekib ta uuesti. Tärklis muutub siniseks ainult happelises või neutraalses keskkonnas. Tärklisel puuduvad taandavad omadused, kuna aldehüüd- ja keetorühmad on seotud.

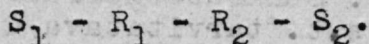
TÄRKLISE HÜDROLÜÜS. Tärklise hüdrolyüsimine ei toimu korruga, vaid järgeliselt. Tärklis muundub maltoosi ehk linnasesuhkru molekuli eraldamise tagajärjel lahustuvaks tärkliseks. Ka lahustuv tärklis amyllum solubile annab joodiga sinise värvusreaktsiooni. Sellest maltoosi eraldamisel tekivad dekstriinid (taimeliimid). Osa neist annavad joodiga punase värvusreaktsiooni - erütrodekstriinid. Erütrodekstriinidest saame maltoosi eraldamisega akrodekstriini, mis ei anna joodiga mingisugust värvusreaktsiooni. Akrodekstriinid hüdrolyüsuvad edasi maltoosiks.



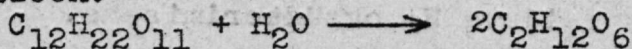
Selline tärklise hüdrolyüsi protsess toimub suus ptüaliini mõjul, mis leidub süljes. Ka keemiliselt võime tärklis hüdrolyüsida, keetes viimast 10% soolhappega 15 min. vältel. Ptüaliin toimib aga

palju jõudsamini, kiiremini.

ROOSUHKUR e. sahharoos. Ei oma taandavaid omadusi, sest aktiivsed rühmad on siin vastastikku seotud. Tähistades aldehüüd- või keetorühmi R_1 R_2 -ga, haril. ülejäanud suhkru radikaale S_1 S_2 -ga võime kirjutada sahharoosi valemi järgmiselt:



Roosuhkur $C_{12}H_{22}O_{11}$, ühineb hüdroolüüsil ühe vee molekuliga glükoosiks ning fruktoosiks. Reaktsioon:



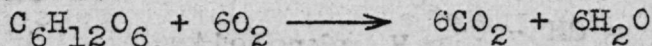
Hüdroolüüsi võime jällegi läbi viia, keetes tugeva happelise lahusega.

MAKSATÄRKLIS EHK GLÜKOGEEN. Saadakse vastavate elundite keetmisel konts. KOH, mis hävitab kõik teised org. ained peale glükogeeni. Glükogeen moodustab süsihüdratite tagavarasid loomses organismis. Glükogeen hüdroolüüsib glükoosiks. Ta on valge pulber, sarnaneb tärglisega, kuid joodiga annab punase värvusreaktsiooni.

PIIMSUHKUR. Piimas. Lõhutakse hüdroolüüsil galaktoosiks (eriline monosahhariid) ja glükoosiks.

MONOSAHHARIIDID. Tähtsamad: glükoos, sisaldab aldehüüdrühma, pöörab polarisatsioonipinna paremale, fruktoos e. d-levuloos pöörab polarisatsioonipinna vasakule, sisaldab keetorühma. Monosahhariididena imenduvad süsihüdratid. Monosahhariidid on süsihüdratide seede lõpp produktid.

SÜSIHÜDRATITE OKSÜDEERUMINE. Oksüdeeruvad rakkudes, kusjuures vabaneb energiat. Suhkrud oksüdeeruvad järgmiselt:



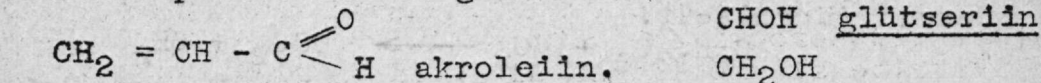
Tekkinud süsihape kõrvaldatakse kopsude kaudu. Vesi aga uriini, higi ja ka kopsude kaudu - vee-

auruna. Et vett ka kopsude kaudu kõrvaldatakse, tõendab asjaolu, et väljahingatav õhk sisaldab rohkesti veeauru. CO₂ ja H₂O on ainevahetuse lõpp-produktid. hingamisel tarvitatakse O₂ ja vabanevat CO₂ hulga vahetada iseloomustab hingamis- ehk respiratoorne koefitsient. Suhkrute korral on respiratoorne koefitsient 1, s.t. tarvitatava O₂ ruumala on võrdne vabaneva CO₂ ruumalaga. See tähendab - tarvitav hapnik kulub kõik C oksüdeerimiseks. Süsihüdratid ise sisaldavad niipalju O₂, kuipalju kulub nendes leiduva H₂ oksüdeerimiseks.

L I P O I I D I D .

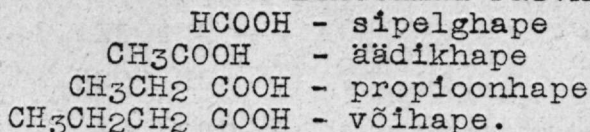
Lipoiidid ehk rasvataolised ained on ained, mis ei lahustu vees, happes, aluses, soolades, vaid orgaanilistes lahustajates, näiteks alkoholides, eetrites, bensiinides jne. Oluline on asjaolu, et valgud ja süsihüdratid viimastes harilikult ei lahustu. Lipoiidid jätavad paberile rasvase pleki. Rasvad (kitsamas mõttes) on kindla keemilise struktuuriga ained, mis toatemperatuuril on tahked. Õlid on võrdse keemilise ehitusega ained, kuid toatemperatuuril on nad vedelad. Lipoiidide hulka kuulub ka liik aromaatsid alkohole, nn. steroolid (eesti keeles: tahked alkoholid). Samuti ka fosfolipoiidid, näit. letsitiin. Fosfolipoiidid ja steroolid kuuluvad raku osiste hulka.

RASVADE KEEMIAST. Rasvad koosnevad glütseriinist ja rasvhappeist. Glütseriin on 3-väärne alkohol. Kuumutamisel tekib temast haisev akroleiin, mille järele lõhnavad kõik

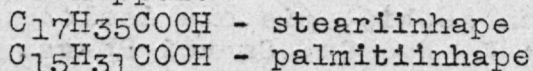


Akroleiini tekkimine kuumutamisel on heaks tõendiseks rasva leidumisest.

RASVHAPPED on teiseks tähtsaks osiseks, millest koosnevad rasvad. Lihtsamad rasvhapped on:

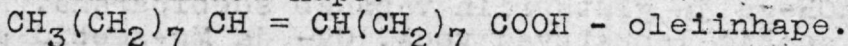


Võihape on ebaesteetilise lõhnaga. Vabaneb või roiskumisel. Harilikudes rasvades aga esinevad kõrgemad rasvhapped:

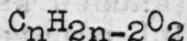


Niihästi need kõrgemad rasvhapped, kui ka eelmised lihtsamad rasvhapped kuuluvad küllastatud rasvhapete hulka. Kõik süsinikkude valentsid on küllastatud. Neid võime tähistada üldise valemiga $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$. Süsiniku aatomid on siin omavahel seotud ühe sidemega. Harilikudes rasvades esineb ka küllastamatuid rasvhappeid. Küllastamatute rasvhapete korral on kas kaks või enam süniku aatomit seotud 2 sidemega.

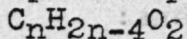
Harilikudes toitudes tarvitatavates rasvades leidub küllastamatu hape:



Üldisel kujul ühe kaksiksidemega küllastamata rasvhappe valem on:

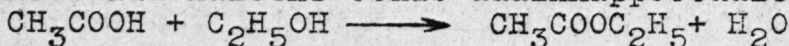


Sisaldab rasvhape 2 topelsidet, siis:

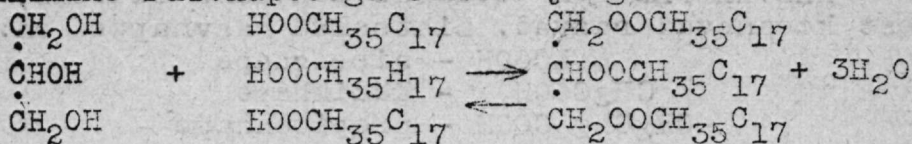


Näiteks $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$. Üldiselt on kehtiv nende topelsidemete kohta seadus, et mida rohkem on topelsidemeid, seda maalam on rasvhape ja vastava rasva sulamistemperatuur.

RASVADE HÜDROLÜÜSIST. Rasvad oma ülesehituselt on glütserooli ehk glütseriini ja rasvhappe estrid. Estrite all mõeldakse alkoholi ja happe ühinemisprodukte. Nii näiteks tekib äädikhappeetüülest:

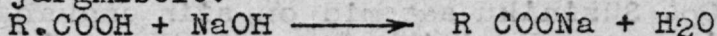


Glütserool on kolmealuseline alkohol ja estri tekkimine rasvhapetega sünnib järgmiselt:



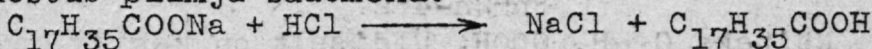
Neutraalne rasv annab hüdroolüüsil 3 molekuli rasvhapet ja ühe molekuli glütserooli.

SEEBID JA NENDE TÄHTSUS. Rasvh. tähtsamad derivaadid on seebid, mis oma iseloomult on rasvhapete soolad: K, Na, Cu. Ca või Pb-ga. Kõige lihtsaim seep peaks siis olema naatrium-atsetaat CH_3COONa . Harilikult aga ei nimetata selliste lihtsate rasvhapete sooli seepideks. Seepideks nimetatakse kõrgemate rasvhapete sooli metallidega. Seebid teki-
vad siis järgmiselt:



kusjuures R all mõistetakse kõrgema rasvhappe radikaali.

Seebi valmistamisel lisatakse rasvale NaOH ja keedetakse. Seejuures laguneb rasv enne rasvhappeks ja glütseriiniks, kusjuures siis rasvhape ühineb NaOH-ga ja glütseriin vabaneb seebipärana. Na- ja K-seebid lahustuvad vees, Ca- ja Mg-seebid aga ei lahustu; sel põhjusel ei ole hea pesta kõva veega. Lahustuvad seebid ei lahustu NaCl kontsentritud lahuses. Na-seebist tõrjub mineraalhappe rasvhappe välja ja ühineb ise Na-soolaks. Vabanenud rasvhape sadestub piimja sademena:



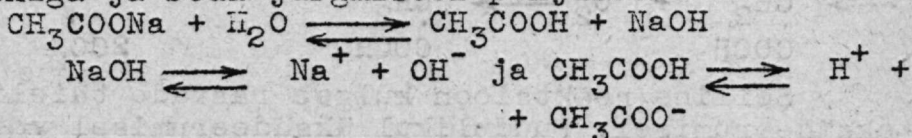
Kui lisame seebilahusele juurde lahustuvat Ca- või Mg-soola, siis sadestub lahustumatu Ca- või Mg-seep. Nii toimub see ka lubjarikka veega pestes.

Seepide tähtsus seisneb selles, et nad langevad pindpinevust rasva, rasvh. ja vee vahel hõlbustades seega rasva ja rasvh. emulgeerumist. Kui loksutame vett oleiinhappega, siis saame emulsiooni, mis kiiresti selgineb. Kui lisame aga natukene NaOH, siis tekib selle tagajärjel vähe seepi ja

emulsioon muutub püsivaks. Hariliku rasva kui ka rasvhappe tilkade pindpinevus vees on suur. Selle-
 tõttu ühinevad tilgad üksteisega kiiresti. Lahus-
 tuva seebi korral tekib ümber rasvtilga seebikord,
 mis muudab rasvtilga pindpinevuse vähemaks. Sel-
 letõttu ei ühine rasvtilgad omavahel nii kiiresti.

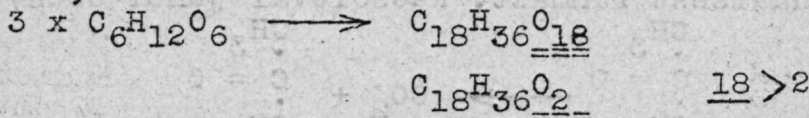
Ka hariliku pesemise juures on seebil sama
 tähtsus. Rasv emulgeerub hästi seebises vees ja
 uhetakse nahalt emulsioonina minema (maha). Selles
 seisnebki seebi puhastav toime.

SEEPIDE REAKTSIOON. Seepide reaktsioon on ala-
 ti aluseline, kuigi nad tekkelt peaksid olema neut-
 raalsed. Seebid on aluselised vees toimuva hüdro-
 lüüsi tagajärjel. Kuulsime, et seebid sarnanevad
 Na-atsetaadiga. Ka Na-atsetaat on aluselise reakt-
 siooniga ja seda järgmistel põhjustel:



Äädikhape dissotsieerub palju vähem kui NaOH.
 Seetõttu tekib rohkem OH^- kui H^+ . Sel põhjusel on-
 gi CH_3COONa reaktsioon aluseline. Täpselt sama on
 maksev ka kõrgemate rasvade metallide soolade ehk
 seepide puhul.

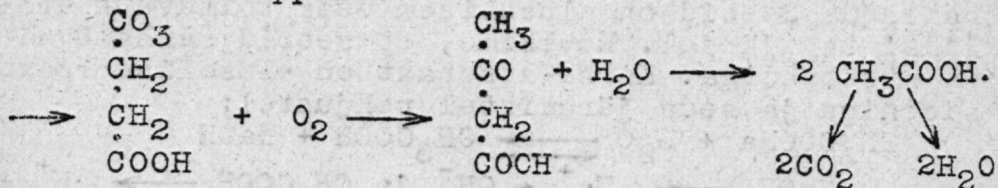
RASVADE OKSÜDATSIOON KEHAS. Rasvad omavad suurt
 energeetilist väärtust. 1 g rasva annab põletami-
 sel 9,3 Cal soojust. Seega ületab rasv energeetili-
 selt valke ja süsihüdraate. Rasvade ainevahetus
 lõppproduktideks on samuti CO_2 ja H_2O . Süsihüdratid
 ja rasvad hapenduvad meie kehas täielikult. Rasv-
 happed võrreldes süsihüdratidega on palju hapniku-
 vaesemad, näiteks:



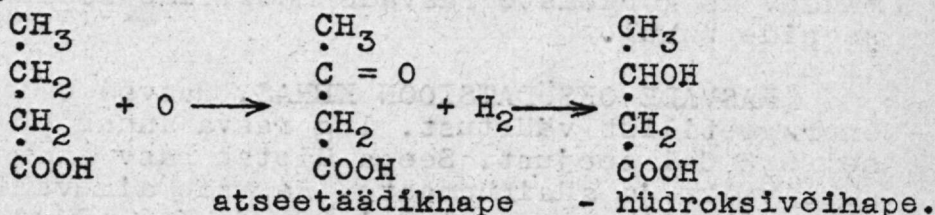
Rasvhapete korral vajame hapnikku ka vesiniku
 oksüdeerimiseks. Seetõttu vabaneb CO_2 vähem kui O_2

juurde tuleb. Seega on rasvade korral respiratoorne koefitsient vähem kui 1 ja nimelt 0,7.

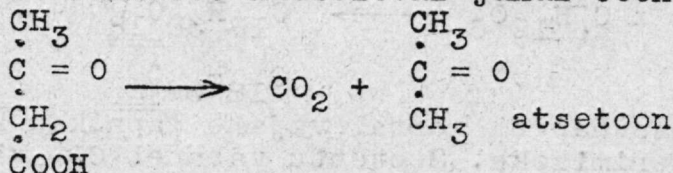
Olgu tähendatud, et kõik toitainetes leiduvad rasvhapped sisaldavad paarisarvu C=aatomeid. Rasvade põlemine ei toimu silmapilkselt, vaid järkjärgult. Rasvade põlemise juures eraldub 2 C=aatomit, mis muutuvad O₂ toimel äädikhappeks, mis omakorda oksideerub edasi CO₂ ja H₂O. Sedaviisi vähenob C=aatomite arv järjest 2 võrra, kuni tekib vöihape. See omakorda muutub O₂ toimel - oksivöihappeks. Viimase molekul hüdrolüüsimisel moon- dub 2 äädikhappeks.



Selline reaktsioon kulgeb rasvade täielikul oksüdeerumisel. Puudulikul üksüdeerumisel võivad olla ainevahetuse lõppproduktidena ained, mis sisaldavad 4 C=aatomit. Need on β - oksivöihape e. atsetäädikhape ja β - hüdroksivöihape ja atsetoon:



(β - hüdroksivöihape seepärast, et hüdroksüülrühm on ühinenud β - süsiniku aatomiga. C=aatomeid hakatase kreeka keelsete tähtedega tähistama funktsionaalsest rühmast. Käesoleval juhul COOH).

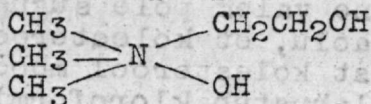


Keetained tekivad puuduliku või abnormse süsi-

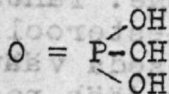
hüdratide ainevahetuse korral.

Suhkruhaiguse vältel, ühekülgse puhtrasva toitluse puhul ja isegi nälgimisel võib areneda ketoos. On öeldud: rasvh. põlevad ainult süsihüdratide tules, viimase puudumisel rasvad suitsevad. Rasvh. "suits" ongi mainitud keetoained.

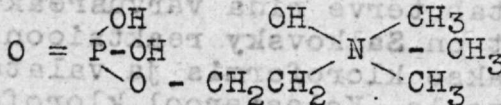
FOSFOLIPOIIDID kuuluvad ka lipoidide hulka. Levinum nendest on letsitiin. Letsitiin on vahasarnane aine, seismisel läheb mustaks. Must värvus sõltub letsitiini autooksidatsioonist. Õhus seis-tes oksüdeerub ta. Letsitiin on üks ainetest, millest koosnevad rakkude membraanid. Letsitiin annab hüdroolüüsil rasvhappe, glütserooli, fosforhappe ja holiini. Holiin on NH_4OH derivaat. 3 vesinikku on asendatud metüülrühmaga ja üks vesinik hüdroksi- etüülrühmaga - $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$.



Holiini võime nimetada ka trimetüül-hüdroksi- etüülammoonium-hüdroksüüdiks.

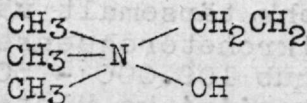
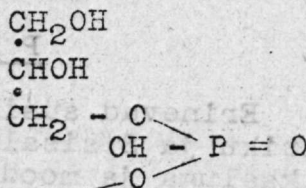


fosforhape



fosforhapuhol-iin

Fosforhape moodustab glütserooliga estri. Vabaksjäänud glütserooli OH rühmad ühinevad 2 rasv- happega. Saamegi letsitiini:



glütserinfosforhappe- holiin.

fuugimise teel. Katseklaas valgulahusega pannakse kiiresti tiirlema. Kontsentratsioon põhjas muutub tihedamaks, kuna pinnal jääb hõredamaks. Aeglasema tiirlemise juures on difusioonitugevused tasakaalus tsentrifugaaltugevusega ja süsteemi tihedus on ühesugune. Mida väiksem on valgu molekul, seda suuremad on tema difusioonitugevused ja seda kiiremat tiirlemist on tarvis, et valkude kontsentratsioon katseklaasi põhjas muutuks tihedamaks.

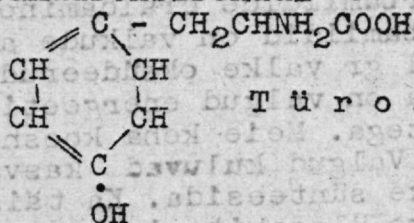
AMIINOHAPPED. Valgud hüdrolüüsumisel annavad amiinhappeid. Amiinhapped on karboonhapped, mis sisaldavad amiinorühma NH_2 . Kõige lihtsam amiinhape on amiinoäädikhape ehk glükokoll.

$\text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH}$ - amiinoäädikhape

$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ - β - amiinopropioonhape

$\text{CH}_3\text{CHNH}_2\text{COOH}$ - α - amiinopropioonhape e. alaniin.

Valkude hüdrolüüsi produktides esinevad ainult α - amiinhapped, mitte β - amiinhapped. On olemas ka terve rida aromaatsid amiinhappeid. Kui tsükliline rida sisaldab ainult C - aatomeid, siis on tegemist homotsükliliste ühenditega. Vastandühendid on heterotsüklilised üendid. Sel korral sisaldab tsüklil peale C ka S, N, O või mõnda teist elementi. Tähtsaim aromaatsid amiinhape on türosiin ehk parahüdoksifenüül α - amiinopropioonhape.

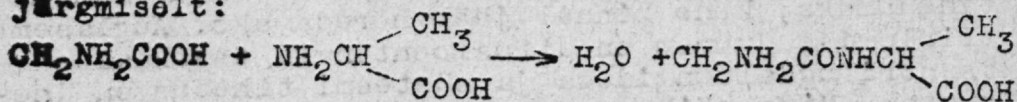


T ü r o s i i n .

Suurem osa aromaatsidest amiinhapetest koosnevad mingisugusest tsüklist, mis on liidetud α - amiinopropioonhappega.

VALKUDE KOOSTIS. Amiinhape reageerib happeliselt ja ka aluselisel. Ta on amfoteerne e. amfolüüt. Aluselised omadused annab talle rühm NH_2 . Valkudes,

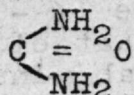
nagu teada, on ühendatud amiinohapped omavahel järgmiselt:



Üldisel kujul: $\text{R NH}_2\text{CO} - \text{NHR}$.

2 amiinohappe liitmisel saadud aine kannab dipeptiidi nime. Dipeptiid sisaldab peptiidrühma - CONH- Niisamuti on ka mõeldavad tripeptiidid ja polüpeptiidid. Valkudes esinevadki amiinohapped omavahel sellises seoses.

VALKUDE SEEDIMINE JA OKSÜDEERUMINE. Valgud sat- tudes soodetrakti alluvad ensüümide toimele. Peen- sooltes pole ka enam valke, vaid on juba amiinohap- ped. Amiinohapped on valkudega energeetiliselt võrd- väärsed. Oksüdatsioonil valkudes leiduv C ja H oksü- deeritakse H_2O ning CO_2 . N eraldub orgaaniliste ühenditena. Ta ei oksüdeeru täielikult. Tähtsaim nendest on karbamiin:



Karbamiid sisaldab võrdlemisi vähe energiat. Teda on võimalik oksüdeerida lõpuni, kuid selle juures ei vabane kuigi palju energiat. See peab ka nii ole- ma. Kui vabaneks karbamiidi oksüdeerimisel palju energiat, siis oleks karbamiidide eraldamine kusega energia raiskamine. Karbamiidid on valkude ainevahetuse lõppproduktideks. 1 gr valke oksüdeerudes annab 4,1 Cal soojust. Sellega on valgud energeetiliselt võrdväärsed süsihüdratitega. Meie keha koosneb suu- res enamuses valkudest. Valgud kuluvad kasvamiseks. Organism ei saa ise valke sünteesida. Ka täiskasva- nud inimene kulutab valke ülesehitamiseks, sest osa rakke kulub.

E N S Ü Ü M I D.

Kui hüdrolyüsida toitaineid väljaspool organis- mi, siis vajame kõrget t^o ja tugevasti mõjuvaid ke- mikaale. Ensüümid saavad selle protsessiga hakkama

juba 37°C juures. Meie kehas toimuvad hüdrolüüsivõivad on fermentatiivsed ehk ensümaatilised reaktsioonid. Neid põhjustavad fermentid ehk ensüümid. Nende toime sarnaneb katalüsaatoritega. Nad kiirendavad reaktsioone, ilma et viimastest osa võtaksid. Ensüüme ei leitud mitte üksnes seedetraktis, vaid ka igas rakus. Kõik keemilised protsessid organismis on ensümaatilised. Ensüümid on eriliiki valgud. Iga ferment mõjub ainult kindlas keskkonnas. Keskkonna tingimuste muutumine põhjustab fermenti võime vähendamist. Igal ensüümil on oma optimum keskkonna reaktsioonija temperatuuri suhtes. Aine, millele ensüüm oma mõju avaldab, nimetatakse substraadiks.

Ensüümide optimum t° suhtes on 37° - 40°, 20° - 30° juures on ensüümi toime vaevalt märgatav. Soendades tagasi 37 - 40° juurde, hakkab ensüüm jälle oma mõju avaldama. Ensüümid kuuluvad termolabiilsete ühendite hulka. Termolabiilsed ühendid lagunevad t° tõustes kiiresti. See asjaolu järeldub sellest, et ensüümid on valgud. Valgud soendamisel üle 35°C koaguleeruvad ehk kalgastuvad. Ühendid, mis ei lagune t° toimel on termostabiilsed ühendid.

Iga ferment avaldab oma mõju ainult teatud keskkonna puhul. Mõned mõjuvad tugevas happelises keskkonnas, teised nõrgas happelises, kolmandad nõrgas aluselises jne. keskkonnas.

Maos leidub meil ferment pepsiin, mis hüdrolüüsib valke tugevas happelises keskkonnas. Magu nõristab soolhapet kontsentratsiooniga 0,1 normaalne. Pepsini optimumi pH kõigub 1,5 - 1,8 vahel. Neutraalses keskkonnas hävib pepsiin. Mõned ensüümid vajavad teatud ioone oma mõju avaldamiseks. Näit. püüaliin, mis vajab Cl⁻. Ensüümid valmistatakse mõjutute ainetena. Alles hiljem, kokku puutudes teiste ainetega, muutuvad nad aktiivseteks. Nii eraldub mao seinast eelferment pepsigeen, mis vajab aktiveerijana soolhapet. Suurem osa fermente vajavad aktiveerijat. Aktiveerijat ainet, praegusel juhul soolhapet nimetatakse aktivaatoriks.

ERGUKAVA.

FÜSIOLOOGIA JAOTUS. Füsioloogiat jaotatakse animaalseks füsioloogiaks, mille alla kuuluvad funktsioonid ja talitused, mis omased loomadele (siia alla kuulub ergufüsioloogia, vöötlihaskfüsioloogia, meeleriiastade füsioloogia jne.) ja vegetatiivseks füsioloogiaks, mille alla kuuluvad funktsioonid ja talit., mis omased niihästi loomadele kui ka taimedele (siia kuuluvad: seedetrakti füsioloogia, vereringe-füsioloogia, näärme-füsioloogia. Tähtsaim on vegetatiivne füsioloogia.

ELUNDITE LIIGITUS. Osa meie elunditest allub täielikult taatele. Nad on sellised elundid, mis on varustatud vöötlihastega. Meie võime oma tahtmise järgi tömmata vöödilisi lihaseid kokku ja lasta lõdvaks. Vöödilised lihased on otseses ühenduses meie keskergukavaga.

Teine osa organitest, näit. toiteorganid: süda ei allu meie taatele. Samuti ei allu meie taatele seedetrakti funktsioonid. Need on vegetatiivsed organid. Nad pole ühendatud otseselt keskergukavaga. Nendel on oma ergukava. Nad töötavad keskergukavast sõltumatult. Nii tömbub peensool toitelahuses veel tundide kaupa pärast opereerimist kokku. Samuti töötab ka konna süda kaua aega pärast kehast eraldamist. Sellised elundid on autonoomsed elundid. Kõik vegetatiivsed organid on autonoomsed organid. Nad töötavad pidevalt, lakkamatult kogu eluea vältel. Nad koosnevad silelihastest ja näärmeist.

ERGUKAVAST ÜLDSE. Ergukava ülesandeks on elundite töötamise reguleerimine. Ta muudab elundite tegevuse korrapäraseks. Ergukava töötamine vajab mingisugust ärritust.

ÄRRITUSED. Valguskiired langedes meie silma, põhjustavad erilistes valgustundlikkudes rakkudes muudatusi, milliseid meie tajume valgusmuljena. Sagedeli võib olla ärrituseks ka lihase kokkutõmme. Är-

ritused võivad olla ka mehaanilised, mis põhjustavad mitmesuguseid vastuseid organismis. Ka põlvelõkoputamine allpool kederluud on üks mehaanilistest ärritustest, mille tagajärjel jalg sirgeks tõmbub (lihased tõmbuvad pingule). Igal juhul on ärritus puhtfüüsikaline tegur. Ärritused võivad olla termilised, mehaanilised, akustilised või optilised. Termiliste ärrituste vastuvõtjaks on nahas erilised soojustundlikud rakud. Neid ärritab soojus. Et ärritused olid puhtfüüsikalised tegurid, siis mõeldakse neid ka füüsikas tuntud mõõtude abil.

RETSEPTORID. Ärrituste vastuvõtmiseks on erilised rakud, mis on tundlikud ainult teatud liiki ärrituste vastu. Nii on silmas rakud, mis võtavad hästi vastu valgusärritusi, nahas rakud, mis termilisi mehaanilisi ärritusi vastu võtavad jne. Lihastes on rakud, mis võtavad vastu ärritusi, mida tekitavad lihased venitamisel. Neid vastuvõtjaid, registreerijaid rakke nimetatakse retseptoriteks. Histoloogiliselt moodustavad retseptorid osa meelepiteelist.

ERUTUS. Need rakud satuvad ärrituste tagajärjel erilisse seisukorda, millist nimetatakse erutuseks. Erutus on vastus ärritusele. Erutatud lihas tõmbab kokku. Erutus on puhtfüsioloogiline nähtus. Seda ei saa mõõta füüsikaliste mõõtühikute varel. Erutatud rakk erineb erutamata teatud potentsiaali võrra. Erutatud rakud on üldiselt negatiivsemalt laetud kui erutamata. Ühendades erutatud raku erutamata rakuga, näitab ülitundlik galvanomeeter kindlasuunalist voolu. Voolu suund on alati rahulikkudest rakkudest erutatud rakkudesse. Seda voolu nimetatakse aktsioon- ehk tegevusvooluks. Aktsioonvool on heaks tõendiseks erutuse olemasolust.

ADEKVAATSETEST JA INADEKVAATSETEST ÄRRITUSTEST. Ärrituste vastuvõtja on ehitatud nii, et ta võtab ainult vastu teatud liiki ärritusi, kuid ei

see välti ka, et ta teisi ärritusi sugugi vastu ei võta. Silma normaalsemaks ärritajaks on valgus. Kuid silma võime ärritada tugevate ärritustega ka mehaaniliselt ja elektriliselt. Ka siis saame valguste mulje. Ärritusi, millised vastavad retseptori ehitusele, nimetatakse vastava retseptori adekvaatseks ärrituseks. Nii on silma adekvaatseks ärrituseks valgus. Ärritusi, mis ei vasta retseptori ehitusele, vaid mõjustavad viimast suure intensiivsuse tõttu, nimetatakse inadekvaatseks ärrituseks. Nad pole loomupärased, näit. mehaaniline ärritus silmale. Vastavalt adekvaatsetele ärritustele liigitatakse retseptoreid: foto-, mehano-, termo- jne. retseptoriteks.

REFLEKS. Refleks on ergukava funktsiooni lihtsamaks avalduseks. Refleks on automaatne otstarbekas sunderguline vastus ärritusele. Refleksid ei allu meie tahtele. Näiteks kui läheme pimedast ruumist ereda valguse kätte, siis tõmbuvad pupillid tahtmatult koomale. Tegevus on otatarbekohane. Ereda valguse käes langeks valgust asjata palju silma, ning ärritaks liiga tugevasti vastavaid retseptoreid, valguse tagajärjel tekib silmapõhjas erutus, mis kandub edasi keskergukavasse. Sealt lülitatakse erutus ümber käsuna pupillidele kokkutõmbumiseks.

Olles söömata pikemat aega, hakkavad toidu näistmisel süljenäärmed energiliselt sülge produtserima. Toidu lõhn ärritab retseptoreid ninas. Retseptorid erutuvad. Erutus kantakse edasi keskergukavasse, kust ta ümber lülitakse süljenäärmetele käsuna sülge hakata produtserima. Refleksi juhib seljaaju. Konn, kel peaaugud välja prepeareeritud, vastab ärritusele ainult reflektorselt. Pigistades jalgatada kõverdub jalg. Määrides äädikhappega nahka, hakkab konn seda reflektorselt ära pühkima. See on heaks näiteks - vastus refleksi korral on otstarbekohane.

REFLEKSIKAAR. Iga refleks läbib kindla, temale määratud tee, mida nimetatakse refleksikaareks. Iga-

le refleksile vastab oma refleksikaar. Refleksikaar koosneb keskergukava osast ja 2 perifeersest ergust. Üks erk juhib meeleraku erutuse keskergukavasse, s.o. tsentripetaalne ehk aferentne erk. Erk, mille kaudu liigub erutus keskergukavast väljapoole lihastesse, näärmetesse, kannab tsentrifugaalse ehk eferentse ergu nime. Refleksi korral läbib erutus tsentripetaalset erku ja läheb keskergukavasse. Sealt lülitatakse ta tagasi tsentrifugaalsesse erku. Kui läbi löigata refleksikaar, siis enam ei teki reflekse. Samuti kaob reflekside tekitamise võime, kui surmame seljaaju.

ERGUD. Erk on erguraku haru. Ergurakke nimetatakse ka ganglionrakkudeks. Ganglionrakk omab 2 liiki harusid. Üks on neuriiit, mida tunneme harilikult ergu nime all. Neid on ühel ganglionrakul üks. Teised on pöösasharud ehk dendriidid ja neid on harilikult mitu. Ganglionrakk ühes neuriiidi ja dendriididega moodustavad neuroni, mis on närvikava algühikuks.

NEURONITE LIIGITUS. Neuron, mis ühendab tundurakke keskergukavaga, on sensoorne neuron. Sensoorse neuroni neuriiit moodustab tsentripetaalse ergu. Neuronid, mis asetsevad keskergukavas, on lülineuronid. Neuron, mis ühendab keskergukava lihasega, on motoorne neuron. Motoorse neuroni neuriiit moodustab tsentrifugaalse ergu. Nii siis võime refleksikaart vaadelda koosnevana: 1) retseptorist, 2) sensoorsest neuronist, 3) lülineuronist, 4) motoorsest neuronist ja 5) efektorist. Efektor on reageeriv elund, kas lihas, mis tõmbub kokku, või nääre, milline hakkab produtseerima vastavat nõret.

ERUTUSTE LIIKUMINE. Erutus, mis satub keskergukavasse, lülitatakse ümber teatud kindlate lülineuronite kaudu. Erutus liikumisel liigub ühest neuronist teise kõige väiksemat takistust mööda. Keskerukavas on kõik neuronid omavahel ühenduses. Et see tõesti nii on, seda võime tõestada sel teel, et süs-

time kannale strüchniini. Strüchniin kõrvaldab takistused ja erutused lülitatakse igale poole ümber, sellepärast tõmbub loom ärritamisel üldistesse reflektorsetesse krampidesse. Igasugusele ärritusele vastab loom üldise krambiga. Kui asetame sellise konna kitsasse klaasnõusse, siis ärritab klaasi külge puutumine teda nii, et konna keha tõmbub kramplikult sirgeks. Kui nüüd lihased uuesti lõtvuvad, puutub konn jällegi vastu klaasnõu seina põlvedega ja vastab sellele keha sirgeks-tõmbumisega. Nii hüpleb konn hübitsnukuna, kuni ergukava väsib. Kui kastame konna kokaiini sisse, siis hävivad tundelised erkude lõpud ühes retseptoritega. Strüvniini mõjul krampe enam ei teki. Ka siis ei teki krampe strüchniini tagajärjel, kui lõikame läbi keskergukava või motoorse ergu. Normaalsetel tingimustel püüab erutus liikuda teed mööda, kus on kõige väiksem takistus.

ERGUKAVA JAOTUS. Tserebrospinaalne ehk animaalne ergukava varustab erkudega (innerveerib) loomalikke elundeid.

Autonoomne ehk vegetatiivne erk innerveerib autonoomseid elundeid.

AUTONOOMNE ERGUKAVA. Seedeelundid innerveeritakse autonoomse ergukava poolt. Tserebrospinaalse erkkonna puhul on keskergukava otseselt ühendatud lihasega, efektoriga. Ganglionrakk on keskergukava (seljaaju) sees. Autonoomse erkkonna puhul on keskergukava ja efektori vahel ganglionid. Need on vegetatiivsed ganglionid.

Kahe neuroni ühenduskohta nimetatakse sünapsiseks. See on see koht, kus katkeb üks neuron ja algab teine. Sünapsise olemasolu tehakse kindlaks nikotiini abil. Nikotiini mõjul hävib ganglion ja sellega katkeb ühendus. Kui aga neuron läbib ganglionrakku, siis ühendus ei kao. Nikotiin neuriidisse mõju ei avalda. On sünapsis olemas, katkeb refleksikaar.

Preganglionnaarne erk asetseb keskergukava ja vegetatiivse ganglioni vahel. Postganglionnaarne erk asub vegetatiivse ganglioni ja efektori vahel. Süda-

me veget. ganglionrakk asetseb südamekoe sees. See-
tõttu on postganglionaarne erk lühike, kuna pregang-
lionaarne osa on väga pikk.

ELUNDITE INNERVEERIMISEST. Iga elund on inner-
veeritud 2-kordselt. Üks erk erutab, suurendab elun-
di funktsioone. Teine erk aga mõjub pärssivalt, pi-
durdavalt. Sellepärast jaotatakse vegetatiivne er-
gukava kaheks: sümpaatiliseks ja parasümpaatiliseks
erkkonnaks. Nende funktsioonide suund on vastupidi-
ne. Selliseid elundeid nimetatakse antagonistlikku-
deks elunditeks. Võrdsete ülesannetega elundeid
aga nimetatakse agonistlikkudeks elunditeks. Mõle-
mad ergukava osad erinevad ka anatoomiliselt. Süm-
paatilised ergud väljuvad seljaaju keskosast. Para-
sümpaatilised kas kõrgemalt, teistest ajudest või
seljaaju sakraalsest osast.

Anatoomiliselt jaotatakse parasümpaatilist er-
gukava: 1) kraniaalseks autonoomseks erkkonnaks,
sümpaatiliseks ergud, mis väljuvad piklikust ajast,
2) sakraalseks autonoomseks erkkonnaks. Ergud väl-
juvad seljaaju sakraalsest osast. Nendel on olemas
ka funktsionaalseid erinevusi.

**SÜMPAATILISTE JA PARASÜMPAATILISTE ERKUDE TEGE-
VUS.** Sümpaatiline erk ei mõju mitte alati ergutavalt.
Ühte organit võib erutada, kuid teise tegevust pärss-
sida. Kui ärritame nervus vagus't, siis aeglustub
südame tegevus. Nervus accelerans'i ärritamine ki-
rendab südame tegevust. Sama, võrdne erk innervee-
rib kõhukoopa elundeid. Siin on aga asjaolu hoopis
vastupidi. Nervus vagus'e mõjul hakkavad seedetrak-
ti lihased kiiremini kokku tõmbuma, kuna nervus ac-
celerans mõjustab viimaseid pärssivalt, takistavalt.
Nervus vagus'e tagajärjel tõmbuvad bronhide lihased
kokku, takistatakse gaasidevahetust. Vastav sümpaa-
tiline erk suurendab bronhide läbimõõtu, soodustab
gaasidevahetust. On ka teada, et sümpaatiliste erku-
de mõjul ahenevad veresooned eriti kõhukoopa osas.
Vere ringe on takistatud vererõhk suur. Kord mõju-
vad, nagu näha, sümpaatilised ergud elundite tege-

vusse ergutavalt, kord pärssivalt. Selles suhtes paistab olevat siin täielik virvarr. Lähemal vaatlusel selgub siiski, et siin valitseb teatud korrapärasus. Sümpaatiliste erkude mõjul suureneb silmaava, bronhid laienevad - gaasidevahetus on hea. Minuti jooksul väljahingatud õhu ruumala (minuti volumen) suureneb. Veresooned, eriti kõhukoopa elundite juures, tõmbuvad kokku. Veri valgub keskergukavasse ja lihastesse. Need muutused siseelundite juures võimaldavad luua loomal paremat kontakti välisilmaga. Loom paneb ennast looduses maksma.

Selline nähtus paistab eriti hästi silma afektide puhul. Siis allub elusolend täielikult sümpaatikusele. Näiteks kui koerale näidata kassi või inimest vihastada. Sel ajal pole organismile sugugi oluline seedimine. Oluline on ainult hea kontakt välisilmaga. Parasümpaatikus põhjustab silmaava vähenemist, bronhide vähenemist, südame aeglast töötamist ning veresoonte laialilaskumist kõhukoopa elundites. Organism on parasümpaatikuse mõjude all puhkeolekus. Üldiselt võime ütelda, et parasümpaatikus taotleb siseelundites selliseid muudatusi, millest püüavad üles ehitada sümpaatikuse mõjude tagajärjel tekkinud kaotusi. Parasümpaatikuse mõju all olles toimub toltainete üleminek seedetraktist kehha. Parasümpaatikus põhjustab unist olekut, kuna sümpaatikus ärksat.

ERGU TOONUS. Nervus vagus mõjub südamele pärssivalt kogu aja, pidevalt. Sellist nähtust, kus teatud organ on teatud ergu mõju all pidevalt, nimetatakse vastava ergu toonuseks. Käesoleval juhul oleks meil tegemist vagus'e toonusega ehk vagatooniga. Loomade juures tõestatakse toonuse olemasolu vastavate erkude läbilõikamise teel. Sel teel on tõestatud, et vagatoonia on koeral suurem kui kodujänesel. Ka inimeste juures on võimalik tõestada vagatoonia olemasolu. Seda tehakse erilise mürgi - atropiini abil. Atropiini saadakse: Atropa belladonnast. Atropiini mõjul ei reageeri süda nervus vagus'e ärritamisele. Normaalse looma korral peaks

peaks nervus vagus'e ärritamise tagajärjel südame tegevus aeglustuma või koguni seisma jääma. Atropiini tarvitati vanasti iluravimina. Tilgutades atropiini silma, muutus silmaava ümmargusemaks ja suuremaks. Südant võime kujutada ette massina, millele on kinnitatud 2 vedru, kus üks nendest vedrustest oleks nervus vagus ja teine nervus accelerans. Kui lülitame välja nervus vagus'e läbilõikamise või atropiiniga mõjustamise teel, siis süda liigub n. accelerans'i pinget tõttu accelerans'i poole, s.o. löökide kiirus suureneb. Kuid südant võime sundida ka kiiremale tegevusele, ärritades nervus accelerans'i (analoogia vedrude korral: suurendame accelerans=vedru pinget või mõne muu abinõuga paneme teda tugevamini kontraheeruma). Samuti südame tegevuse aeglustamiseks võime välja lülitada n. accelerans'i ja ärritada n. vagus't. See analoogia on maksev kõikide olundite ja ka nende erkude kohta.

S E E D I M I N E .

SEEDIMISE OTSTARVE. Seedimise ülesanne on valmistada toitaineid ette imendumiseks ehk resorptsiooniks. Resorptsiooni all mõistetakse toitade üleminekut seedetraktist organismi ehk vere ringeelundkonda. On kahtlemata selge, et ained, mis asetsevad seedetraktis, pole veel organismis. Neid võime pidada väljaspool organismi asuvateks. Kui ained on läbi läinud seedetrakti seinast, alles siis asuvad nad organismis. Sel põhjusel on seedimise protsess organismi sisepinnal. Resorptsiooni üheks eelduseks on aine difusioonivõime. Ained peavad muutuma kristalloidideks, sest nagu teada, ei oma kolloidid suurt difusioonivõimet. Teine ja olulisem eeldus on et aine oleks lahustuv.

SEEDIMISEST. Ained muudetakse difundeerivateks ja vees lahustuvateks hüdrolüüsi abil. Seedetraktis asetsevad vastavad hüdrolüütilised ensüümid, mis võimaldavad hüdrolüüsi. Seedetraktis leiduvad igale

ainele vastavad ensüümid. Nii on ensüüme polüsahhariididele, neutraalrasvadele ja valkudele.

PTÜALIIN on esimeseks fermendiks ehk ensüümiks, millega toit kokku puutub. Ptüaliin sisaldub süljes ja tema ülesandeks on muuta polüsahhariide maltosiks. Ptüaliin mõjub ainult neutraalses keskkonnas.

PEPSIIN. Toit sattudes makku puutub kokku pepsiiniga. Pepsiin on ensüüm valkudele ja mõjub ainult tugevas happelises keskkonnas. Selleks otstarbeks sisaldab maosekreet ehk nõre soolhapet. Pepsiooni toimel lagunevad valgud albumosideks ja peptoosideks. Kui võtame karminiga punaseks värvitud fibriini ja asetame ta pepsiin + HCl lahusesse, siis näeme, et fibriin mõne aja pärast täielikult lahustub. Katseklaasi sisu muutub vabaneva karmini tõttu ühtlaselt punaseks. Asetame katseklaasi kas ainult HCl või pepsiini, siis fibriin ei lahustu. Katse vältel tuleb hoida t° 38°C kõrgusel.

TRÜPSIIN. Pankreas eraldab trüpsiini, mis mõjub ka valkudesse, kuid ainult nõrgas aluselises keskkonnas. Kui võtame pankrease ekstrakti lahuse ühte katseklaasi, teise ekstrakti HCl, kolmandasse ekstrakti ja NaOH ja neljandasse ekstrakti bikarbonatiga ja lisame nendele valke, hoides 38° juures, siis hüdrolüüsuvad valgud ainult viimases katseklaasis, kus keskkond oli nõrgalt aluseline. Katse juures on oluline ka temperatuur. Selle kindlakstelemiseks võtame katseklaasid, milledes trüpsiin, bikarbonat, valgud, ja asetame ühe lumme, teise toatemperatuuri, 3-nda 38° keskkonda ja 4. keedame. Hüdrolüüsuvad valgud ainult 38°C juures. Asetades 2 esimest katseklaasi 38°C juurde, hüdrolüüsuvad ka valgud, sellest näeme, et temperatuuri langemine ei hävita ensüüme. Neljas katseklaas, mille sisu keetsime, ei anna 38° juures mingisuguseid tulemusi. Ensüümid lagunesid keetmisel. Ensüümid on termolabiilsed.

SEEDETRAKTI EHITUS. Seedetrakti ürgkujuks oli

ühelajune toru, millesse suubusid mitmesugused näärmete viimajuhad. Aegamööda laienesid mõned kohad seedetraktis, tekkisid vähemad ja suuremad ruumid, millised on omavahel eraldatud kontraktiivsete ringlihaste poolt moodustatava sfinkteri kaudu. Kui seedeprotsess ühes laienenud seedetrakti osas on lõppenud, avaneb sfinkter ja toit pääseb järgmisesse seedetrakti ossa. Terve seedetrakt on varustatud silelihastega, milliste ülesandeks on kokkutõmbumise teel segada seedetraktis leiduvaid toitaineid ensüümidega ja toitu edasi ajada. Et toit hästi libedasti ja kergesti edasi liiguks, eraldab sülg erilist ainet - nutsiini, mis toidu teeb hästi libedaks. Mutsiin soodustab neelamist. Laienenud seedetrakti osa magu on toidu reservuaariks, kuid temas toimub ka ühtlasi seedimine.

SEEDENÄÄRMETE FISTUL. Et uurida mahlade eritamist seedimisel, varustatakse vastavad seedeorganid fistulitega. Selleks juhitakse vastava näärme viimajuha keha pinnale. Eralduv nõre kogutakse nõudesse. Mao nõrede eritamise uurimise jaoks prepareeritakse osa mao seinast nn. väikeseks maoks ja ühendatakse keha pinnaga.

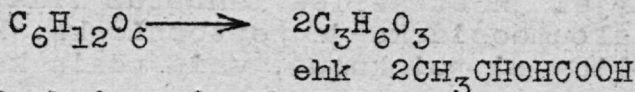
MAOMAHLADE ERITUS. Maonõre erituse tekkimise tingimused tehti kindlaks juba 1825.a. juhusliku õnneliku õnnetuse tõttu. Nimelt sai keegi kütt haavlilaengu makku. Haavad paranesid, kuid magu jäi ühendusse nahaga. Tekkis fistul. Üks Ameerika sõjaväe-arst kasutas seda isikut oma uurimisteks 8 aastat ja selgitas maomahlade eritusküsimuse. Kui isik midagi ei söönud, siis ei produtseerinud ka magu nõret. Mao limakest oli kaetud neutraalse kihiga, oli kahvatu-roosa. Söögiisu tekkimisel või liimaakesta ärritamisel laienesid veresooned maos ja limaskest kattus tihedalt mahla tilkadega. Uurimisel leiti, et eraldatud mahl on happeline soolhappe tagajärjel ja et selles lahustub liha. Valgud lagunevad albumosideks ja peptonideks. Maosekreedi mõjul liha ei roiskunud, vaid püsis kaua aega värss-

kena alles. Maosekreedil on suur antiseptiline tähtsus. Antiseptilisuse ehk bakteriootsiidsuse põhjustab aga soolhape, mis hävitab suurema osa makku sattunud baktereid. Sellepärast on maokatarri või mõne muu seederikke põhjusel, kui magu ei tooda soolhapet, isik haiguste shhtes kergesti nakatuv. Korraliku maosekreedi nõristuse korral võime süüa vahest baktereid, ilma et nad midagi kurja suudaksid teha. Pettenkofer sõi hulga koolerabaktereid ära, et tõestada oma vastastele, et kunstlikult kasvatatud bakterid ei kama haigusi edasi. Soolhappe toimel hävisid bakterid ja Pettenkofer ei haigestunud loomulikult mitte.

Katsetades tolle isikuga leidis ameeriklane, et rohke alkoholitavitamise ja kaua magamata oleku tagajärjel ei tooda magu normaalset sekreeti, vaid kattub erilise limakihiaga.

Pepsiin lõhub valgud - proteiinid proteoosideks ja peptoonideks. Proteiline ja proteoos on võimalik sadestada $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ küllastamisel. Peptooni aga sadestada sellel teel ei saa. Põhjus seisneb selles, et peptooni molekul on tublisti väiksem. Kui on valguks albumiin, siis on hüdroolüüsi produktid albumoos ja peptoonid. Globuliini korral globuloos. Kõik need ained on mürgised ja nad ei resorbeeru verre. Kui süstida neid verre, siis tekitavad nad palavikku ja mitmesuguseid muid häireid. Nimetatud hüdroolüüsi produktid on vees lahustuvad. Vees lahustuvus on oluline selletõttu, et toidud maost duodeenumisse pääsevad ainult vedelas olekus.

TEISED MAOMAHLA OSISED. Maovähi tagajärjel kaotab magu soolhappe eritamise võime. Viimane asjaolu on heaks tundemärgiks maovähi olemasolust. Soolhappe puudumisel asendatakse see orgaaniliste hapetega, milledest tähtsam on piimhape. Orgaanilised happed tekivad süsihüdratidest käärimise teel. Näiteks:



Tekib -hüdroksipropioonhape.

Isikutel, kes tarvitavad palju piima, sisaldab maomahl rohkesti laapfermenti ehk renniini. Piimas leiduv valk kaseiin hüdrolüüsitakse laapfermenti toimel albumoosiks ja parakaseiiniks, mis iseenesest on vees lahustuv, kuid Ca-soolade leidumisel hüübub. Asetame katseklaasi laapfermenti piimaga - tekib piima hüübumine. Kui aga Ca sadestame $(\text{NH}_4\text{COO})_2$ abil, siis piim ei hüübu. Laseme fermentil piimasse mõjuda tükk aega Ca-vabas keskkonnas, hävitame keetmisel fermenti ja lisame siis CaCl_2 lahust, siis tekib hüübimine momentaanselt. Sellise hüübimise ülesandeks on takistada piima kiiret lahkumist maost. Nagu teame, pääsevad ka maost välja toitained vedelas olekus. Nii peaks piim otse ilma peatamata maost läbi minema ja ta jääks fermentidega kokku puutumata. Et seda mitte ei juhtuks, selleks muutubki piima kaseiin hüübivaks parakaseiiniks. Tahke aინena püsib piim kaua maos, kuni ta on täielikult allunud fermentide toimetele. Maonõre sisaldab ka erilist lipolüütilist fermenti - lipaasi, mis hüdrolüüsib emulgeeritud (piima, munarebu) neutraalrasvu.

Olgu tähendatud, et maos leiduv soolhape mõjub takistavalt ptüaliini tegevusele. Ptüaliin kokku puutudes HCl ei mõju enam. Et soolhape makku sattuva toiduga mitte silmapilkselt läbi ei imbu, kestab ptüaliini tegevus maos veel 30-40 minutit.

SÜLJE ERITAMISE TINGIMUSED. Sülje- kui ka maonäärmed eritavad produkte perioodiliselt toidu suhu ja makku sattumisega. Kuid sageli võivad süljenäärmed nõret produtsserima hakata ka mõnel muul põhjusel. Näiteks kui inimene on olnud pikemat aega söömata ja siis loeb söögikaarti või kuuleb taldrikute tirinat, hakkavad süljenäärmed produtseerima energiliselt sülge. Kahtlematult on meil tegemist sel juhul refleksiga. Sellised refleksid pole sünnipärasead, vaid nad on õpitud refleksid. Nad on õpitud varem olnud kogemuste põhjal. Selliseid reflekse nimetatakse assotsiatiivseteks ehk tingitud refleksideks. Nad tekivad üksiku indii-

viidi eluea kestel õpitud kogemuste alusel. Oleme harjunud saama söögikaarti lugemise järel toitu. Toit ja söögikaart on assotsiatiivselt seotud. Kui aga näidata mõnele neegrile meie toidukaarti, siis kahtlemata tema süljenäärmed ei hakka produtseerima säärasel põhjusel sülge.

Kui varustame koera süljefistulaga ja näitame talle punast ringi või lööme gongi, siis loomulikult ei teki mingisugust süljeeritust. Kui pidevalt mitu korda punase ringi näitamisega või gongilöömisega koerale anda toitu, siis võime ta süljenäärmeid panna tegevusse lihtsa punase ringi näitamisega või gongilöömisega. Tähendab, oleme õpetanud koerale assotsiatiivse refleksi. Katset illustreerib järgnev tabel:

Katse kordamiste arv	Süljetilkade arv 30 sek. vältel
1	-
9	18
15	30
31	65
51	65

Teiseks sülje erituse põhjuseks on, nagu mainitud, meelepärase toidu sattumine suhu. Sel korral on meil tegemist sünnipärase refleksiga. Loomulik refleks avaldub iga elus-olendi juures. Siinjuures on oluline asjaolu, et sellise loomuliku refleksi tingib ainult meelepärane toidu sattumine suhu. Kui näiteks toidame koerapoegi kogu aja piimaga ja anna me nendele liha, siis liha nad ei oska süüa. Nad mängivad lihätükkidega täpselt samuti nagu korgitükkidega. Alles liha asetamisel suhu, põhjustab viimane sekretsiooni.

MAO EHITUS JA TEGEVUS. Toitu, mis on allunud mao fermentide toimele, nimetatakse küümuseks (chymus). Küümus kandub edasi maost duodenumisse. Üleminek duodenumisse toimub aeglaselt. Korraga pääseb sinna ainult 2-3 milliliitrit. Toit surutakse duodenumisse maoseinte kokkutõmbumise tagajärjel.

Magu jaotatakse füsioloogiliselt kolme ossa.

Kõige kõrgemal asuv osa kannab funduse ehk maopõhja nime. Fundus on harilikult täidetud gaasidega. Ta asetseb söögitoru suubumise kohast makku kõrgemal. Järgmine osa on mao kere ehk mao korpus. Need mõlemad osad asetsevad paremal pool keskjoont. Nad on toidu reservuaarideks. Mao korpus on täidetud tahke sisuga. Vasemal pool keskjoont asetseb mao lõpposa püloorus (pylorus). Mao lihaskond on võimeline kahel viisil kokkutõmbuma - kontraheeruma. Esiteks tõmbub magu pidevalt kokku. Selline kokkutõmbumine kannab toonilise kontraheerumise nime ja avaldub peamiselt korpuses. Hoopis erinevalt kontraheerub aga püloorus. Püloorus tõmbub teatavas kohas kokku ja see kokkutõmme liigub edasi pülooruse lõpposa poole teatud kiirusega. Mao liigutuste ülesandeks on segada maos leiduvat toitu fermentidega.

KÜÜMUSTE LAHKUMINE MAOST. Pülooruse ja duodenumi vahel asetseb sphincter pylori, mis harilikel tingimustel on suletud. Teatavatel tingimustel sphincter pylori avaneb ja paar milliliitrit küümust pääseb duodenumi. Sphinkter suletakse reflektorselt. Tema sulgemist põhjustab happelise küümuste sattumine duodenumisse, täpsemalt happelise küümuste kokkupuutumine duodenumi seinaga. Refleks toimub nervus vagus'le kaudu. Ühendus pülooruse ja duodenumi vahel katkeb niikauaks, kuni hape on duodenum'i leelise poolt neutraliseeritud. Sellega on seletatavgi, miks kogu pülooruse sisu ei valgu korrage soolde. Et toidu valgumine soolde oleneb just toidu reaktsioonist, tõendab asjaolu, et nõrk soolhappelahus liigub duodenumisse 3-4 korda aeglasemalt kui H₂O või nõrk NaHCO₃.

DUODENUM. Duodenumisse satuvad pankrease nõre ja sapp (maksasekretsiooni produkt). Sapp iseeneest on ensüümidevaba, kuna pankrease nõre sisaldab eriti palju ensüüme. Pankrease sekretsiooni ehk eritust juhivad vastav sisenõre ehk hormoon. Soolhappe puutudes kokku duodenumi seinaga tekitab sekretiini, mis pääseb verre. Sekretiin kantakse verega laiali.

Ta satub kõigi organite juurde, kuid avaldab oma mõju ainult pankreasele. Sekretiini toimel hakkab pankreas nõristama. Üldiselt võime defineerida hormooni kui ainet, mis valmistatakse kindlas elundis, juhitakse verre ja kantakse verrega laiali, eesmärgiga, et kooskõlastada lahus asetsevate elundite tegevust.

Alguses arvati, et pankrease nõristus allub refleksidele, kuid pärast selgus, et kui kõrvaldati kõik pankrease juurde viivad ergud, pankreas funktsioneerib sellest hoolimata reeglipäraselt edasi. Samuti leiti ka, et kui verre süstida duodenumi seina soolhappelist ekstrakti, siis ka hakkab pankreas nõret produtseerima. Samuti leiti, et kui kõrvaldada pankreas ja viimane asetada piimanäärmesse, siis pankreas funktsioneerib toidu sattumisel duodenumisse. Sellega on tõestatud ilmselt, et pankreas produtseerib oma nõret - sisenõre ehk hormooni sekretiini mõjustusel.

Pankrease nõre sisaldab ensüümi trüpsiini. Trüpsiin mõjub ainult nõrgalt aluselises keskkonnas, mida põhjustab sapis leiduv NaHCO_3 . Trüpsiin mõjub valkudele, lõhkudes neid proteoosideks ja peptoonideks, kuid siinjuures tekivad juba ka üksikud aminohapped. Tekivad üksikud valkude seede lõppproduktid. Selles suhtes erineb trüpsiin pepsiinist, mis lõhkus valke samuti, kuid ei eraldanud üksikuid aminohappeid.

Tärglist hüdroolüüsib pankrease diastaas, mis oma toimelt sarnaneb täielikult ptüaliiniga. Õige väike vahe seisneb ainult selles, et pankrease diastaas valmistab natuke rohkem dekstriine kui maltoosi, kuna ptüaliini korral oli see vastupidi.

Pankrease steapsiini toimel rasvad (harilikult neutraalarasvad) hüdroolüüsuvad glütserooliks ja rasvhappeks. (Ka piimas leiduvad rasvad on neutraalarasvad. Hüdroolüüsil vabanevad rasvhapped - piima reaktsioon muutub happeliseks. See asjaolu võimaldab näidata rasvade hüdroolüüsi steapsiini toimel. Paneme katseklaasi natuke piima lakmuslahusega ja lisame natuke pankrease ekstrakti, muutub reakt-

siooni peagi happeliseks - lakmus läheb punaseks, vabanenud rasvhapete tõttu.

Duodeenumisse satub, nagu mainitud, ka sapp.

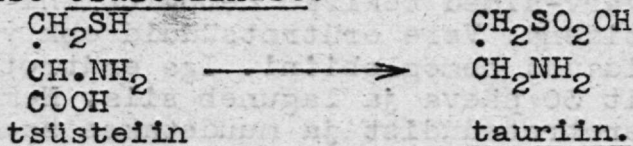
SAPP. Sapi ained omavad ekskretoorset iseloomu. Ekskretoorsed ained on sellised ained, mis on organismile üleaarused ja kuuluvad kõrvaldamisele. Nõred kuuluvad sekreetide hulka. Nõred on organismile vajalikud ained. Ekskreedide näitena mainitagu uriini. Sapi värv-ained tekivad hemoglobiini lammutamise produktidena. Vere erütrotsüüdid ehk verepunalibled sisaldavad hemoglobiini. Iga erütrotsüüt elab keskmiselt 30 päeva ja laguneb siis, Hemoglobiin eraldub erütrotsüüdist ja muudetakse sapi ekskreetideks. Tekivad sapi pigmendid, mille tõttu sapp paistab tumekollasena. Sapi pigmente on palju ja nende nimetus sõltub värvist. Nii näiteks biliverdiin - sapi punane värvaine, biliverdiin sapi roheline värvaine.

Sappi eraldatakse pidevalt, vahetpidamata, seejuures öösel natuke vähem kui päeval (öösel aeglustub igasugune elutegevus). On tehtud kindlaks, et sapi toimel pankrease fermentid hüdrolyüsivad liipõide 2-3 korda kiiremini kui ilma. Sellest näeme, et sapp on oluline aine seedimise juures. Sellest vajdusest järeldub teine nõue, nimelt et sapp peab valguma seedetrakti seedimise ajal. Kuigi sappi valmistatakse pidevalt, täidetakse see nõue ja nimelt sapipõie abil. Kui inimene ei seedi, siis on sapipõis täidetud. Seedimise ajal valgub sapipõie sisu seedetrakti. Sapi viimajüha läbib 1-2 cm pikuselt peensoole seinu, milline koht harilikult on suletud sfinkteriga. Puhkeolekus, kui inimene ei seedi, koguneb sapp sapipõie, sfinkter on kinni. Seedimise ajal tõmbub sapipõis kokku ja ühtlasi avaneb ka sfinkter. Sapipõie avamine allub refleksidele. Eferentseks erguks on nervus vagus.

Sapp sisaldab ka kolestroole. Kolesterool on aine, mis lahustub peamiselt ainult sapis. Ööpäeva jooksul kõrvaldatakse koos saviga 1 g kolesterooli. Liig suure kolesterooli sisaldavuse või sapi koos-

tise muutmise tagajärjel tekivad sapikivid.

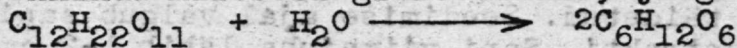
Kolmas liik aineid, mida sapp sisaldab, on sapihapped. Koolhape, mis on keerulise ehitusega aromaatne ühend, on seotud glükokolliga (glüko - magus, kolla - liim, tekib erilise valgu, liimi - hüdrolüüsi tagajärjel!) ühendit kutsutakse glükokoolhappeks. (Glükokoll $\text{CH}_2\text{NH}_2\cdot\text{COOH}$ ehk amiinohäädikhape). Teine tähtis produkt on taurokoolhape, mis saadakse tauriini ja koolhappe liitumise tagajärjel. Tauriin saadakse tsüsteinist:



Nende sapihapete ülesandeks on vähendada rasvade pindpinevust. Juba amugi avastati, et rasvad emulgeeruvad hästi peensoole malhlades. Tekivad väga püsivad emulsioonid, milliseid võimaldab just sapihape. Rasvad emulgeerituna omavad suurema kogupinna ja lipaas pääseb paremini juurde. Nii soodustavad sapihapped lipaasi tegevust.

SEEDIMINE PEENSOOLES. Toit satub duodenumist peensoolde. Peensoole ensüümid hüdrolüüsivad osaliselt hüdrolüüsitud ained seedelõpp-produktideks. Nii näiteks leidub peensooltes erepsiin, mis hüdrolüüsib poteoose ja peptoone. Pärnis valke ei hüdrolüüsi.

Samuti leidub fermenti, mis ka muudab tärglistest tekkinud maltoosi glükooosideks, järgmiselt:



Selleks on maltaas.

Tekivad täielikult kõikide ainete seedelõpp-produktid.

TOIDU EDASILIIKUMINE PEENSOOLTES. Peensoolde pääsev toit on vedelas olekus. Toidu edasilikumine peensooltes on peristaltiliste liigutuste tulemus. Teataval kohal tõmbub peensool kokku ja see kokkutõmme liigub edasi jämesoole poole. Tekib küsimus, mis põhjustab sooltes peristaltilisi liigutusi. Sel-

le põhjustajaks on kohalik peensoole venitus. Surudes väikese kummipalli peensoolde, venitatakse peensoole lihased teatavas kohas pingule. Peensoole venitus ärritab viimast, rii et ta tõmbub mao pool palli kokku, kuna pallist eemal lõtvub. Seetõttu liigub pall vähe edasi. Jällegi venitusärrituse tagajärjel tõmbub maopoolne osa kokku ja pallist jämesoole pool asetsevad lihased lastakse nõrgaks. Nii võime ütelda, et iga seedetrakti venitus põhjustab venituskohast seedetrakti alguse pool asetsevate lihastegrupi kokkutõmbumist ja allpool venitust asetsevate lihaste nõrgenemist. Nii pole see mitte üksnes peensooles, vaid ka kõris neelamise ajal. Ka õliga libedaks tehtud vatitükk liigub peensooles nii edasi. Eespool nimetatud seadus on seedetrakti kontraheerumise kohta tuntud sooleseaduse nime all.

Peale peristaltiliste liigutuste teevad sooled veel segmenteerivaid liigutusi, millised jagavad peensoole sisu osadeks ja segavad hästi segi. Teatavates kohtades tõmbub peensool kokku. Järgmisel hetkel tekivad uued kokkutõmbed eelmiste kokkutõmmete vahel, eelmised kaovad. Hetk hiljem nende kokkutõmmete vahel jne. Nii kordub see umbes 17 korda minutis.

R E S O R P T S I O O N .

Resorptsiooni ehk imendumise all mõistetakse toitainete üleminekut seedetraktist organismi. Seedimist võime vaadata kui ettevalmistusprotsessi imendumisele.

RESORPTSIOONI TINGIMUSTEKS on, et aga ained oleksid vees lahustuvad ja võrdlemisi hästi difundeeruvad. Et kolloidid harilikel tingimusil ei difundeeru, peavad seedelõpp-produktid olema kristalloidid, Nii on valk harilikudel tingimustel kolloid ja vees lahustumatu. Hüdrolüüsil muutub ta kristalloidideks - amiinohapeteks, mis ka vee la-

hustuvad. Tärklis muutub difundeerivaks ja kristalloidideks, monosahhariidideks.

RASVADE RESORPTSIOON. Rasvade hüdrolüüsil tekkinud rasvhapped aga ei lahustu vees. Nad ei saa difundeeruda sapi puudumisel. Sapi mõjul difundeeruvad õige kiiresti. On sapijuha rikkis, nii et sapp ei pääse seedetrakti, siis on rasvhapped difundeerumatud ja tulevad roojaga välja. Väljaheited sisaldavad kõik toidus leiduva rasva. Sapihapped kuuluvad lüotroopsete ainete hulka. Lüotropism on teatud aine omadus muuta teist lahustuvaks. On aine A lüotroopne ja aine B mõjustavaks aineks, siis aine A mõjudes ainesse B tekib liitühendus AB, mis lahustub. Üks sapihape liitub mitme rasvhappega, muutes seega viimased vees lahustuvateks. Seda võime näidata ka katseliselt. Asetame katseklaasi vee ja lisandame oleihinapet - siis tekib piimjas emulsioon. Kui aga lisame natuke sappi, siis muutub piimjas emulsioon lahustuvaks. Sapp lahustab sel teel ka kolesterooli, Ca- ja Mg-seebid ja CaCO₃ lahustuvateks. Kui sapp sisaldab liiga vähe sapihapet, siis eraldub kolesterool. Tekivad sapikivid.

Mõned vanemad õpperaamatud seletavad rasvhapete imendumist seepide kujul. On teada, et seebid tekivad alles siis, kui keskkonna pH = 9. Sellist tugevat leelist keskkonda sooltes pole. Nii ei saa rasvad seepide kujul resorbeeruda.

PEENSOOLTE EHITUS. Peensoole algosa nimetatakse tühisooleks e. jejunumiks ja lõpposa niudesooleks e. ileumiks. Peensoole sein pole sile, vaid limaskest on varustatud hattudega ehk villustega. Seetõttu suureneb limaskesta pindala õige tühiliselt. Ühele mm² soole pinnale vastab tegelikult 3-18 mm² pind.

IMENDUMISEST. Hatud võtavad imendumisest aktiivselt osa. Nad imenduvad täis ja punduvad üles. Silelihaste kontraktsiooni tagajärjel tõmbub püüd hatt kokku ja surub sisu peensoole sügavamatesse kihtidesse, kust pääseb verre. Hatu sisu kantakse

kas verre ja verega maksa või lümfikäikudesse. Valgud, süsihüdratid surutakse kapillaaristikku ja sealt vena porta kaudu maksa. Rasvad pääsevad lümfikäikudesse ja sealt ductus thoracicus'e kaudu üldisse vereringesse. Kõik seedetrakti juurest tulev veri läbib maksa.

Rasvhapped ja glütseriin läbides epiteelist ühinevad uuesti neutraalseks rasvaks, kusjuures vabaneb sapihape. Sapihape kantakse vere poolt maksa, kust ta seedetrakti pääseb jällegi sapihappena. Sellist ringi nimetatakse enterohepaatiliseks ringiks. Rasv kantakse rasvana vere poolt kudedesse laiali. Veri koosneb plasmast ja verelibledest. Harilikudel tingimustel on plasma selge ja kollakas. Liigse rasvasöömise tagajärjel muutub plasma piimjaks. Rasv plasmas ei lahustu, vaid kantakse laiali emulsioonina.

Suhkrud kantakse maksa, kus osa nendest moodustatakse polüsahhariidiks, glükogeeniks ehk loomatärkliseks.

Ka vastuvõetud amiinohapped lähevad vena porta kaudu maksa. Amiinohapped eraldi pole mürgised, kuid nende liitühendid on väga mürgised. Süstides amiinohapete ühendeid verre, tekivad erilised sümptomid. Nahk paistatub, palavik tõuseb jne. Mõnede inimeste seedetraktid lasevad läbi amiinohapete komplekse, mis leiduvad teatud liiki toidus, näit. maasikates. Seetõttu tekib selle toidu söömisel ka palavik ja naha paistetused.

VAHE- EHK INTERMEDIAARNE AINEVAHETUS.

Ainevahetust nimetatakse ka metabolismiks, nii siis intermediaarne metabolism. Oma organismi suhtes oleme nagu vabriku uksehoidjad. Näeme, mis viiakse sisse ja tuuakse välja (päris ainevahetus), kuid mis toimub materjaliga sees, (vaheainevahetus) selle kohta ei oska meie kuigi täpselt vastata. Kuid küsimus, millised on oksüdatsioonide vaheproduktid ja milliseid teid mööda kulgevad oksüdatsioonide protses-

sid, huvitab meid siiski ja sellele püüab osaliselt vastata vaheainevahetus-probleem. Praktiliselt tähtis on just süsihüdratide vaheainevahetus.

SÜSIHÜDRATITE VAHEAINEVAHETUS. Küsimused keerlevad veresuhkru konstsentratsiooni säilitamise ümber. Vere suhkrusisaldavuse protsent on 0,1.1 liitri vere kohta tuleb siis keskmiselt 1 g suhkrut. Terve inimese veri sisaldab siis 5-6 g suhkrut. Vere suhkur tuleb 2 allikast: 1) resorbeerunud eksogeense suhkruna soolest. 2) endogeense suhkruna, mida organism ise valmistab teistest ainetest (valgud, rasvad). Valmistajaks on maks. Et tõesti organism on võimeline valmistama teistest ainetest suhkrut, tõendab asjaolu, et nälginine või süsihüdratite mittesöömise tagajärjel suhkru % ei vähene. Et endogeenne suhkur tuleb maksast, tõendavad maksa ekstirpatsiooni katsed. Maksa ekstirpeerimise tagajärjel väheneb vere suhkrusisaldavus ja tekivad omapäraseid sümptoomid. Katseloom nõrkeb, ta ei suuda seista püsti ja lõpuks tekivad krambid. Meelemärkus kaob. Süstitides verre monosahhariide, võime haigust parandada.

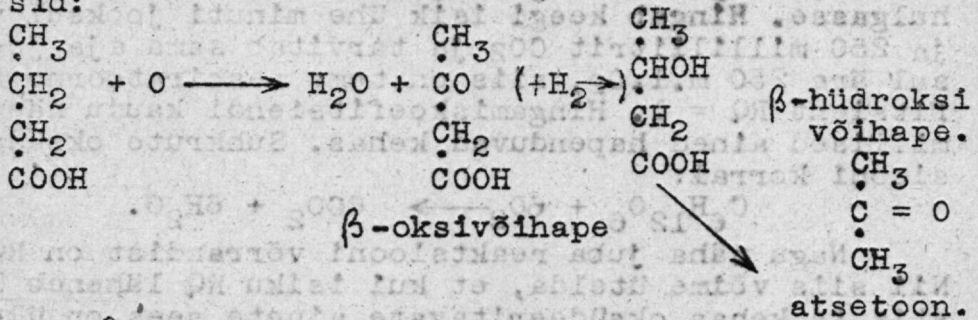
Vere suhkrusisaldavust juhib pankrease sisenõre ehk hormoon - insuliin. Nimelt on leitud, et osa pankreasest produtseerib insuliini. Insuliini produtseerijad osad asuvad rakkude kompleksidena isoleeritult muust pankrease osast pankrease sees. Need isoleeritud saarekesed kannavad LANGERHANS'i saarekestete nimetust (ladina keeles saareke = insula, sellest insuliin).

DIABETES MELLITUS. Insuliini puudumine tekitab ammutuntud suhkruhaigust ehk diabetes mellitus't. Mellitus tähendab - magus. Suhkruhaiguse korral sisaldab uriin rohkesti suhkrut. Vanasti ei osanud arstid suhkru olemasolu keemiliselt tõestada. Uriini suhkrusisaldavust tegid nad kindlaks maitsmise teel. Sellest siis ka suhkruhaigusele selline nimi diabetes mellitus.

Suhkruhaiguse vältel vere suhkrusisaldavus tõuseb 0,4-0,5 % peale. Sellist suurt suhkrusisaldavust ei jõua

organism põletada. Suhkru osa hakkab lahkuma uriini kaudu. On tehtud ka kindlaks, et juba siis, kui suhkru % tõuseb 0,16-0,18% peale, et juba siis hakkab osa suhkrut valguma uriini. Normaalse isiku suhkruprotsent oli mäletatavasti 0,1. Uriin omab magusat maitset.

Teiseks haiguse sümptomiks on keetoainete hulga tõus veres. Keetoained, nagu varem juba märgitud, on β -oksüdatsiooni produktid. Need oleksid:

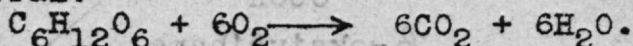


β -oksüdatsiooni all mõistetakse oksüdeerumist β -süsiniku aatomi (funktsionaalsest rühmast, käesoleval juhul COOH, alates teine C-aatom, esimene C-aatom on α -süsiniku aatom) juures.

Atsetoon, kui kergesti aurav aine lahkub kehast väljahingatud õhus. Atsetoon omab meeldivat veinilõhna. Keetoainete tekkimise kohta kuulsime juba varem, et nad tekivad süsihüdratide puudumisel. Süsihüdratite tules põlevad rasvad täielikult, kuid ilma viimasteta rasvad suitsevad, ei põle täielikult. Tekivad keetoained. Tõsi küll suhkruhaige veri sisaldab palju suhkrut, kuid ta ei saa seda tarvitada põletamiseks. Keetoained omavad kõik happelist reaktsiooni. Nad muudavad vere reaktsiooni verre sattumisel happelisemaks. Happeline veri läbi voolates hingamiskeskusest erutav viimast. Hingamine muutub sügavamaks. Vere reaktsiooni kaudu reguleeritakse hingamise kiirust. Kui vabaneb intensiivse tööt tagajärjel palju CO₂ (intensiivse töö korral oksüdatsioon palju kiirem), siis nihutab CO₂ vere reaktsiooni happelisuse suunas. Vere happeli-

sus ärritab hingamiskeskust, mis sunnib tegema kiiremaid ja sügavamaid hingamisliigutusi, selleks, et kõrvaldada vere happelisust põhjustav süsihappugaas. Et ka suhkruhaigete veri reageerib keetoainete tõttu happelisemalt, sellepärast hingeldavad nad sageli isegi voodis lamades.

Kolmandaks sümptomiks on madal hingamiskoeffitsient. Hingamis- ehk respiratoorne koeffitsient on väljahingatava CO₂ hulga suhe äratarvitatud O₂ hulgasse. Hingab keegi isik ühe minuti jooksul välja 250 milliliitrit CO₂ ja tarvitab sama aja jooksul ära 250 m.l.O₂, siis on tema respiratoorne koeffitsient RQ = 1. Hingamiskoeffitsiendi kaudu näeme, millised ained hapenduvad kehas. Suhkrute oksüdatsioonil korral:



Nagu näha juba reaktsiooni võrrandist on RQ=1. Nii siis võime ütelda, et kui isiku RQ läheneb 1-le, siis ta kehas oksüdeeritavate ainete sees on ülekaalus suhkrud.

Rasvade molekulis on O₂ hulk vähem, nii et osa O₂ kulub ka H oksüdeerimiseks. Seetõttu tarvitame ära rohkem O₂ kui CO₂ vabastame. Seetõttu on rasvade korral RQ = 0.71. Valkude oksüdeerim. korral RQ = 0,80.

Ülaltoodust selgub, et normaalse inimese juures RQ väärtus sõltub tarvitatavast toidust. Ta on taimetoitlaste puhul kõrgem kui lihasööjatel. Nii on kodujänese RQ = 0,9-0,95. Nälgutamise korral RQ langeb. Süsihüdratite tagavarad lõpevad kehas ja organism hangib endale energiat oma enda valkude ja rasvade põletamisest. Viimane asjaolu tingib RQ languse. Lihasööjatel on RQ = 0,7-0,8. Kui harilikult inimestel on RQ 0,8-0,9 ümber, ja tõuseb rohke süsihüdratite tarvitamise tagajärjel, siis suhkruhaigetel on see 0,7 ümber, ega tõuse isegi puhta suhkrulahuse joomisel. Sellest võime järelda, et keha ei suuda tarvitada vastuvõetud süsihüdrateid. Ta ei saa neid oksüdeerida ega tagavaraks panna. Süsihüdratid satuvad verre ja kõrvaldatakse uriini abil oksüdeerimatult.

Millest tekib või mis põhjustab suhkruhaiguse?

Selle küsimuse kallal on uuritud kaua. A.1869 ekstirpeerisid Saksa teadlased Mering ja Minkowsky koeral pankrease. Tagajärjeks oli, et koeral tekki-
sid täpselt samad, kuid ägedamad sümptoomid kui
inimese suhkruhaiguse korral. Sellega oli tõestatud
et diabetes mellitus't põhjustab mingisugune rike
pankreas. Ühtlasi hakati ka uurima, et kas ei
saaks valmistada pankreasest mingisugust ekstrakti,
mida võiks süstida suhkruhaigetele. Kõik esialgsed
katsed nurjusid. Valmistati küll ekstrakti, kuid
see mingit muudatust diabetes mellituse paranemise
suhtes esile ei kutsunud. Sobiva ekstrakti valmista-
mine õnnetus alles 1923.aastal kanadalaste Banting'i
ja Best'i poolt. Kui süstime pankrease ekstrakti
verre, siis langeb vere suhkruisaldavus.

On vere suhkruprotsent normaalne, s.o. 0,1%
(tavaliselt 0,07 - 0,10), siis nimetatakse seda näh-
tust glükeemiaks. Tõuseb suhkruisaldavus kõrgemale
loomulikust tasemest, siis on meil tegemist hüper-
glükeemiaga, langeb ta madalamale loomulikust tase-
mest, siis hüpoglükeemiaga. Uriini suhkruisaldavust
või suhkru valgumist uriini tuntakse glükosuuria ni-
me all.

Insuliini või pankrease ekstrakti süstimisele
järgneb vere suhkru % langus. Suhkruhaiguse sümptoo-
mid kaovad. Kuidas seletada siis diabetes mellitust?
Selle kohta tekkisid juba varakult 2 vaadet. Üks
vaade usub, et pankreas mingisuguse rikke tõttu ei
tooda enam insuliini. Ilma insuliinita ei saa orga-
nism oksüdeerida suhkrut.- Teine vaade ütleb, et
insuliini puudumise tagajärjel produtseerib maks
rohkesti suhkrut valkudest ja rasvadest. Mõlemaid
vaateid võime pidada osaliselt õigeteks. Võime ütelda,
et insullin soodustab suhkru oksüdatsioonil ja
takistab maksa liigset suhkru valmistamist. Et maks
insuliini puudumisel produtseerib intensiivselt suhk-
rut, tõestab asjaolu, et suhkruhaiguse maksa ekstir-
peerimisele järgneb suhkru % langus veres. Sama kat-
se tõendab ka ühtlasi, et organism on osalt võimeli-
ne suhkrut ilma insuliinita oksüdeerima.

Maksa ekstirpeerimisele järgneb mõne aja pärast täielik hüpoglükeemia.

Tarvitades insuliini arstimina - on oluline hulk, kui palju teda süstida. Selleks on rajatud mitmesugused insuliini mõõtühikud.

Katselise ehk kodujänese insuliini ühiku all mõistetakse insuliini hulka, mis süstituna 2 kilolisele, 24 tundi nälginud jänesele langetab viimase suhkrusisaldavuse % hüpoglükeemilise läveni (s.o. 0.45-0,50%). Kliiniline insuliini ühik on mainitud osast kolm korda väiksem.

Ü L D A I N E V A H E T U S

jaguneb kahte ossa: 1. ainevahetus (in sensu stricto) ja 2. energiavahetus.

Olgu tähendatud, et siinjuures on kehtivad organismi kohta, nagu juba sissejuhatuses märgitud, aine ja energia jäävuse seadused.

AINEVAHETUS. Milliste teede kaudu ammutab organism endale aineid, millest vabastab energiat. Need on:

1. seedetrakt. Kõik toit, mis on võetud seedetrakti, ei resorbeeru, vaid osa sellest lahkub roojana ehk faeces'ena. Roojana lahkuvad seedimatud osad nagu tselluloos jt. Vastuvõetud toidu ja faeces'e keemilise koostise vahe viitab resorbeerunud ainetele.

2. kopsud. Kopsude kaudu võetakse oksüdeerimiseks vajalik O_2 .

Vaatleme nüüd, milliste teede kaudu lahkuvad ained kehast. Ainete lahkumist kehast nimetatakse ka eksretsiooniks ehk eliminatsiooniks.

Eliminatsiooni teed on järgmised:

1. **NEERUD.** Neerude kaudu lahkuvad vesi ja valkude ainevahetuse lõppproduktid, näit. kusinik ehk karbamiin: NH_2COHN_2 jt.

2. **KOPSUD.** Väljahingatav õhk on temperatuurilt kõrgem ja sisaldab rohkem H_2O kui sissehingatav.

Kopsude kaudu kõrvaldatakse ka CO₂.

3. JÄMESOOL. Jämesoole kaudu lahkuvad raskes-
ti lahustuvad mineraalsoolad, nagu Ca^{..}, Mg^{..} ja
PO₄^{...}

ENERGIA VAHETUS. Elutegevuses vajame energiat.
Osa vajatavast energiast kulub kehatemperatuuri
alalhoiuks, teine osa liikumiseks. Et uurida ener-
gia vahetust organismis, peame looma energia mõõt-
miseks vastavad ühikud. Ainevahetuse uurimisel on
meil aluseks massiühikud 1 g ja 1 kg. Energia mõõt-
misel võetakse aluseks 1 kilokalor ehk 1 suur kalor
ehk 1 Cal. 1 Cal on soojuse hulk, mis tarvis läheb,
et 1 kg vee temperatuuri tõsta 1 Celsiuse kraadi
võrra.

Kuidas määrata kehast lahkuvat soojuse hulka?
Vastus lihtne: tuleb asetada isik kalorimeetrisse.
Tavaliselt oleme harjunud mõõtma kalorimeetri abil
orgaaniliste ainete põlemisel vabanevat soojust. Ka
inimest võime võrrelda pidevalt põleva orgaanilise
ainega, sest inimese kehas toimuvad ju orgaanilis-
te ainete põlemise, hapendumise protsessid. Inimese
kehast lahkuva soojuse uurimiseks asetatakse inime-
ne eriliselt ehitatud kalorimeetrisse.

KALORIMEETER KEHAST LAHKUVA ENERGIA UURIMISEKS.
Sellise ülesandega kalorimeeter kujutab enesest
kambrit, mille seinade kaudu ei lahku üldse soojust.
Kambris läbib veetoru, mis on varustatud eriliste
plekk-ketastega nagu mootorite radiaatorid, et pind
oleks suurem. Inimese poolt eraldatud soojus lah-
kub kambrist ainult veega. Et määrata lahkuvat soo-
juse hulka, mõõdetakse vee temperatuur enne kamb-
rist läbivoolamist ja pärast eriliste tundlikkude
termomeetrite abil ja määratakse kindlaks läbivoo-
lanud vee hulk. Saadud arvust võimegi arvutada uuri-
tava soojushulga. Et kogu katse vältel oleks katse-
ruumis korralikult õhku, selle eest hoolitseb vas-
tav seadis. Õhk tsirkuleerib kambris teatud kindlat
teed mööda. Kambris tsirkuleeriv õhk läbib väävel-
hapet, mis resorbeerib väljahingamisel õhkupaisatud
H₂O. Järgnevalt läbib ta CO₂ absorbeeruvat ainet
(näit. KOH). Vastav ventilaator, kooskõlas CO₂ ar-

vel õhu hulga vähenemisega, lasob parajal määral automaatselt õhku juurde.

Selline seadis võimaldab meil mõõta ühelt poolt vabanevat soojust ja teiselt poolt hingamisel kõrvaldatavate ainete hulka, täpsemalt üteldes äratarvitatud O₂ hulka. Äratarvitatud O₂ põhjal välja arvatades vabanenud energiat näeme energia jäävuse seaduse kehtivust.

TOITAINETE ENERGETILINE VÄÄRTUS. Uriini kaudu võime uurida, kui palju isik põletab valke. On teada, et valgud sisaldavad 16% lämmastikku. Kui vaatlusaja lõpul katsealuse uriin sisaldab näit. 10 g N, siis katseaja kestel äratarvitatud valkude hulga arvutame järgmiselt:

$\frac{10}{16} \cdot 100$. Et $\frac{100}{16} = 6,25$, siis $10 \times 6,25 = 62,5$. Nii siis on ära tarvitatud 62,5 g valke. Võime arvutada ja näha, kas aine oksüdeerimisel organismis vabaneb sama palju soojust kui oksüdeerimisel väljaspool organismi või mitte. Selliste meetodite varal järele proovides on leitud, 1 kg süsihüdraate vabastab 4,1 Cal soojust ja 1 g rasva 9,3 Cal soojust niihästi organismis kui ka väljaspool organismi põledes. Nad põlevad täielikult. Valkudega on aga lugu keerulisem. Siin tuleb vahet teha füüsikalise ja füsioloogilise soojuse vahel. Füüsikalise soojuse all mõistetakse soojuse hulka, mis vabaneb ühe grammi aine oksüdeerimisel väljaspool organismi, suurtes kalorites väljendatuna. Füsioloogiline soojus on aga soojuse hulk, mis vabaneb 1 gr aine oksüdeerimisel organismis. Nii siis on füsioloogiline soojus süsihüdratite ja rasvade korral võrdne füüsikalise soojusega. Viimane asjaolu on tähtis organismi seisukohalt. Oleks füsioloogiline soojus vähem, siis oleks see asjatu energiaraiskamine. Osa energiast lahuks kehast kasutamata. Valkude korral ongi see nii. Valkude korral on füsioloogiline soojus väiksem füüsikalisest soojusest. Valkude põlemisel väljaspool organismi vabaneb CO₂, H₂O ja N₂. Organismis põledes aga vabanevad CO₂, H₂O ja karba-

miin ning teised kuses esinevad ained, nagu kusi-
hape jt. Nende ainete põletamisel vabaneb ka veel
energiat, kuigi mitte palju. Valkude füsioloogili-
ne soojus on 4,1 Cal, ja füüsikaline 5,6 Cal.

Olgu tähendatud, et energia mõõtmise suhtes
kaloritega on võhikute poolt sageli räägitud nn.
kaloriteteooriast ja tema kehtivusest ning mitte-
kehtivusest. Sellist teooriat nagu kaloriteteooria -
pole olemaski. Kalor, nagu mainitud juba varem, on
soojuse mõõtühik, mitte mingisugune ettekujutatav
teooria alus. Rääkides kaloriteteooriast, võime
siis sama hästi rääkida ka sentimeetrite-, kilode-,
voltide-, vattide jne. teooriatest. Kalor on täie-
likult kõrvaldatav teiste füüsikaliste mõõtüksus-
tega.

INIMESE ENERGIA KULU. Kui palju kulutab siis
inimene teatud ajaüksuse jooksul energiat mitmesu-
gustes tingimustes?

Sellele küsimusele on katsete varal kerge
vastata. Asetame katsealuse kalorimeetrisse ning
täidame ühtlasi ka nõutavad tingimused, näit. lase-
me tal seal kas lamada, mõtelda, joosta, rasket
tööd teha jne. ja mõõdame siis vabanenud soojuse.

Suur osa energiat kulub keha soojuse säilita-
miseks. Keha soojuse säilitamiseks kulutatud ener-
gia on seda suurem, mida madalam on ümbruskonna
temperatuur. Samuti on ainevahetus ja vabanepud
energia hulk suurem raske kehalise töö korral. Et
raske töö korral ainevahetus on suurem tõendab as-
jaolu, et peame pärast tööd hingeldama. See on sel-
leks, et kõrvaldada kiiresti tekkinud ainevahetus-
produkte, nagu CO₂ ja osalt ka H₂O.

PÕHIAINEVAHETUS EHK BASAALMETABOLISM. Põhiaine-
vahetusest võime kõnelda siis, kui isik lamab täie-
lises füüsilises ja vaimses rahus paraja tempera-
tuuri (C) juures. Näiteks kui katsealune sööb vii-
mašt korda täna õhtul kell 7 (19), siis tema põhi-
ainevahetust võime uurida alles homme kella 10 ajal.
Loomulikult tuleb katsealune asetada ka optimaal-

sesse temperatuuri, milliseks osutub 20°C. Kui toatemperatuur osutub madalamaks, siis tunneb katsealune end ebamugavalt. Lihased hakkavad värisema, mis omakorda tingib suuremat energiakulu. Samuti tingib kõrgem temperatuur suuremat energiakulu higestamise põhjusel. Basaalse metabolismi all tuntakse siis kõige väiksemat ainevahetust, mis organism vajab oma elu säilitamiseks. Uurides põhiainevahetust mitmesuguste objektide juures, näeme, et ta pole võrdeline keha massiga, nagu võiks arvata. Nii tarvitab energiat 24 tunni vältel ühe kg kaalu kohta inimene 31,2 Cal, koer 34,8 Cal, väike koer 85,8 Cal. On selge, et sel korral, s.o. basaalse ainevahetuse korral, suurem osa energiat kulub kehasoojuse säilitamiseks. Mida väiksem on organism, seda suurem on tema kehapindala (suhteliselt raskusega) ja seda enam soojust lahkub kehas pinna kaudu. Sellepärast kulutabki väike organism rohkem energiat ühe kg-kehakaalu kohta arvestades.

Basaalainevahetuse uurimisel huvitab meid sellega organismi pindala. Inimese keha pindala võime määrata katseliselt, kuid ka umbkaudu valemite abil. Näiteks

$$P = 167,2 \cdot \sqrt{\text{kaal}} \cdot \sqrt{\text{pikkus}}$$

Seejuures kui kaal väljendada kg-des ja pikkus cm-tes, siis kehapindala P väljendub ruutsentimeetrites. Näiteks kaalugu isik 80 kg, ja olgu tema pikkus 179 cm, siis $\sqrt{80} = 8,9$, $\sqrt{179} = 13,2$, siis keha pindala: $P = 167,2 \cdot 8,9 \cdot 13,2 = 1,966 \text{ m}^2$

Basaalmetabolism on võrdeline keha pindalaga. Katsete varal on kindlaks tehtud, et inimene vajab energiat 1 tunni vältel 1 m² kehapindala kohta 40 Cal. 24 tunni vältel, siis 900 - 1000 Cal, 1 m² kehapinna kohta.

NORMAALNE METABOLISM. Harilikudel tingimustel ei viibi inimene töötä olekus, nagu põhimetabolismi puhul, vaid ta liigub, toitub, töötab, ühe sõnaga kulutab rohkem energiat. Sel põhjusel on metabolism loomulikult loomulikel tingimustel palju suurem.

Metabolismi suurus oleneb töö iseloomust. Tarvitatav energia ammutatakse toidust. Sel põhjusel peab toit sisaldama energiat raske töö korral rohkem. Katseliselt on tehtud kindlaks, et keskmine isiku poolt tarvitatud energia hulk 24 tunni jooksul kõigub 3000 Cal ümber. Ta oleneb, nagu mainitud juba, töö iseloomust. Kantseleiametnik tarvitab päeva jooksul 2200-2400 Cal, metsas töötav tööline aga 5000-6000 Cal.

MILLISEST TOIDUST AMMUTADA NÕUTAV KALORITE HULK. Enne söda liikusid ringi paljud isikud, kes olid näljutamiskunstnikkudena tuntud. Nad teenisid oma igapäevast leiba nälgimisega, kas rahva lõbusdamiseks või teaduslikul otstarvel. Esimese 4 päeva vältel valdab katsealust intensiivne näljatunne. Katsealune on äärmiselt närviline. Siis aga paraneb olukord.

Kõigi eelpool mainitud küsimuste lahendamise otstarbeks võeti kaks koera sama raskusega. Üks nendest surmati ning kaaluti ära üksikute elundite raskus. Teist koera näljutati surmani ja kaaluti siis tema elundid. Seejuures leiti, et üksikud elundid olid kaotanud oma raskusest järgmiselt: rasvkude 97%, põrn (lien) 67%, maks (hepar) 54%, lihased 31%, veri 27%, neer 26%, nahk ja karvad 21%, seedetrakt 18%, kopsud 18%, pankreas 17%, süda 3% ja keskergakava ca 3%. Nendest andmetest selgub, et nälgimise jooksul ei kaota raskusest kõik elundid võrdselt, vaid et pidevalt funktsioneerivad elundid (süda, keskergakava) õige vähe ja teised vähemtähtsad elundid peagu 100% (rasvkude!).

Sellest järeldub, et pidevalt töötavaid elundeid toidetakse teiste elundite arvel.

On teada, et keha koosneb valkudest, millised omakorda amiinohapetest. Kehas leiduvad autoliüüsiivad ensüümid - lõhuvad nälgimise korral vähemtähtsates elundites valgud amiinohapeteks ning amiinohapetena kantakse valgud verrega teistele organitele toiduks. Veresuhkru sisaldavust reguleerib organism maksa abil. Maks moondatab vabastatud amiino-

happed veresuhkruks. Sel viisil elatab organism ennast iseenesest. Ta põletab iseennast.

Kui palju valke läheb siis sel teel kehast kaotsi? Seda võime arvutada uriini lämmastikusisaldavuse kaudu. Uriin sisaldab keskmiselt 10 g lämmastiku. Korrutades seda valkude konst. saame valkude hulga, mis põleb organismis.

$$10 \cdot 6,25 = 62,5 \text{ g}$$

Et liha sisaldab keskmiselt 1/5 valke, siis saame nõutavad valgud - $62,5 \cdot 5 = 322 \text{ g}$ või umb. 1 naelast lihast. Sellest loogiliselt järeldades võime ütelda, et kui päevas tarvitada 322 g liha, siis valkude kaotus on võrdne nulliga. Valkude hulk inimkehas peaks jääma samaks. Katset tegelikult korraldades nähakse, et sel korral valkude ainevahetus kahekordistub ning keha kaotab täpselt sama palju kui nälgimisegi korral oma kaalust. Ka siis kui suurendame veelgi valkude hulka, ei parane olukord. Mida rohkem valke sööme, seda rohkem neid ka põletame. Ainult valkude abil lämmastiku hulka tasakaalustada on võimatu. Kui aga lisame valkudele veel süsihüdrateid ja rasvu, siis paraneb olukord. Sel teel võime lämmastiku hulka tasakaalustada. Süsihüdratite ja rasvade äratarvitatud hulk ei sõltu toidu süsihüdratite ja rasvade sisaldavusest, vaid ainult organismi energiavajadusest ja üldainevahetuse suurusest.

Toiduainete väärtus seisneb nende peitua keemilise energia väärtuses. Süsihüdratid ja valgud on energia väärtuse suhtes identsed. Selliseid toitaineid nimetatakse isodünaamilisteks toitaineteks. Nii on üks gramm valke isodünaamiline iga 1 g süsihüdr. 1 g rasva aga on isodünaamiline 2,3 g süsihüdratitega. Energia suhtes on täitsa ükskõik, kust ammutada vajatavad kalolid. Iseenesestki mõista on kasulik neid ammutada sealt, kus neid kõige rohkem leidub (rasvad!) Kuid olgu tähendatud, et toidu ülesandeks pole mitte üksnes energia muretsemine, vaid ka keha ülesehitamine ja parandamine. Noor laps kasvab kiiresti; ta raskus suureneb, suureneb ka kehas leiduv valkude hulk. See juurdesaadud valkude hulk võetakse toidust.

See asjaolu nõuab valkude toiduks tarvitamist. Olgu tähendatud, et ka täiskasvanud isik juba kulutab valke ülesehitamiseks, sest osa rakke kulub. Iseenesestki mõista vajab täiskasvanud isik valke suhteliselt vähem.

TOIDU VALKUDEST. Kas kõik valgud on võrdses väärtuses? - Ei! Valgud koosnevad amiinohapetest. Iga valk on oma koostisega. Kahtlemata omavad valgud, mis omavad inimkeha valkude sarnast koostist, suuremat väärtust kui teised. Valkude sellist väärtust, s.o. bioloogilist väärtust uuritakse sel teel, et katsealust toidetakse vastava valguga ja vaadeldakse, millal on lämmastiku hulk tasakaalus. Valkude bioloogiline väärtus osutub järgmiseks:

lihavalgud	105%
piimavalgud	100"
kalavalgud	94,5%
riisivalgud	98,6"
kartulivalgud.....	83,2"
jahuvalgud	42,0"

Tabelist järgneb, et jahuvalke peame sööma 2 korda rohkem kui lihavalke, et lämmastiku hulk oleks tasakaalus, sellepärast on palju kasulikum tarvitada toiduks lihavalke.

TARVITATAV VALKUDEST HULK. Kui palju tarvitada päevas valke, selle kohta on püstitatud mitmesuguseid norme. Umbes 30 aastat tagasi arvati, et toit peab sisaldama keskmiselt 100 g valke, 100 g rasva ja 500 g süsivesikuteid. Nüüd aga usutakse, et valkude norm võib olla veel väiksem. Sageli soovitatakse tarvitada taimevalke. See mõte sai alguse ameeriklaselt Horatius Flecher'ilt, tema isiklikkude kogemuste tõttu. Nüüd on püstitatud valkude normiks - 30-40 g. Erilist tarvet ja vajadust pole sellest normist kinnipidamiseks. Väga hästi võime ka rohkem tarvitada. Et aga valgud kuuluvad võrdlemisi kalliste toitainete hulka, siis on rahvamajanduslikult kasulik neid võimalikult vähe tarvitada. Isikutel, kellel seedetrakt töötab aeglasemalt

ja kes sageli kannatavad kõhukinnioleku all, hakka-
vad amiinohapped sooltes eriliste bakterite toimetel
roiskuma. mille produktid võivad olla väga mürgised.
Sel juhul on kasulik valke vähe süüa. Kui tarvitada
valke vähe, siis tuleb tarvitada kõrgeväärtuslikke.
Pole erilist mõtet eelistada taimetoitu lihatoidust.
Tuntud on hollandlase Mulder, kes muuseas
võttis esimesena tarvitusele sõna proteiin, lause
lõvi ja lehma kohta, mis tabavalt iseloomustab tai-
me ja lihatoidu vahetust.

LIHASTES KASUTATAV ENERGIA. Milliste toitainete
energia arvel töötavad lihased, selleks on kor-
raldatud palju katseid. Selleks uuritakse isiku RQ
(respiiraatorset koefitsienti), mida on kerge toime-
tada seisval jalgrattal -saame mõõta ka tehtud tööd.
Uurimiste tulemusi illustreerib järgnev tabel:

	<u>CO₂ hulk</u>	<u>O₂ hulk</u>	<u>RQ</u>	<u>südame freq.</u>	<u>hing.fr.</u>
lamades	200	240	0,83	56	20
kerge töö	1720	1834	0,94	150	32
raske "	3227	3265	0,98	166	38

Tabelist selgub, et raske töö korral ainevahe-
tus suureneb üle 10 korra. RQ aga läheneb ühele.
Sellest võime järeldada, et raske töö korral kehas
põletatakse süsihüdrateid. Vabanenud energiast ka-
sutatakse lihaste kontraheerumiseks.

Valgud ei lähe lihaste töö jaoks. Selle selgi-
tamiseks ronisid 2 teadlast märke ja uurisid siis
uriini N sisaldavust. Nad leidsid, et uriin ei si-
saldanud sugugi N rohkem kui igapäevases elus.

Milline on äratarvitatud energia kasuprotsent?
Füüsikast teame, et 1 Cal = 426 kg_m
10 " = 4260 "

Asetame katsealuse kalorimeetrisse umbes 4x24
tunniks. Olgu tema basaalne metabolism 2397 Cal. La-
seme tal teha näiteks 232.596 kg_mtööd. See on ekvi-
valentne: $\frac{232596}{426} = 546$ Cal.

Sellejuures isiku ainevahetus osutub 5120 Cal.
Töö tingis siis 5120 - 2397 = 2723 Cal energiavahe-

tuse tõusu. Et kasulikult tarvitatud energiga hulk on 546 Cal, siis on lihaste kasutegur:

$$\frac{546.100}{2723} = 20\%$$

Täpselt uurides leitakse, et lihaste kasuprotsent on 20 - 25% vahel. Nagu näha, muutub suur osa energilast soojuseks ja ainult väike osa 1/5 tööks. Treeneritud isiku kasuprotsent on suurem, sest ta ei tee niipalju üleaaruseid liigutusi. Töö õppimisel, näit. klaverimängul on kõik lihased pingul, kuna näoski on veidrad grimassid. Hiljem, kui aga mäng on selge, siis jäävad ära üleaarused pingutused ning energiat kulub vähem. Ka jalgrattasõidul samuti tõuseb kasuprotsent sõidu selgeksõppimisega.

Lõpuks olgu veel tähelepanu juhitud asjaolule, et ainevahetusel toit oksüdeeritakse, suhkrud, rasvad täielikult - valgud osaliselt. Ainevahetuslikud protsessid kulgevad igas rakus, igas elundis. Nende protsesside üle otsustatakse RQ järgi.

On täiesti ekslik arvata, et energia vabaneb seedetraktis. Seedetrakti toit hüdrolyüsitakse. Seedetrakt moodustab organismi sisepinna.

V I T A M I I N I D .

VITAMIINIDEST ÜLDISELT. Vitamiinid on orgaanilised ained, mis avastati võrdlemisi hilja. Vitamiinide esimeseks avastajaks võime pidada vene õpetlast LUNINIT a. 1880. Ta toitis oma katsealuseid täiesti puhaste valkude, süsihüdratite ja rasvadega. Tagajärg oli see, et kõik katseloomad haigestusid ja surid. See nähtus viis Lunini arvamisele, et on olemas ained, milliseid toit peab sisaldama peale harilikkude toitainete ja milliste toime on erinev viimastest. Üldsusele tegi vitamiinid tuttavaks H o p k i n s, a. 1912. Nähti, et kui lisada toidule natuke piima, siis katseloomad ei haigestunud. Sellest järeldati, et vitamiinid ei oma niisugust energeetilist väärtust, vaid on olulised ainult oma juuresolu tõttu. Nende puudumine tekitab haigusi. Nimi

v i t a m i i n on pärit poolakalt Casimir FUNK-ilt. Vita = elu, nii siis eluamiin. Ta uskus, et need ained on kõik amiinid. Nüüd on aga selgitatud, et mõned nendest on hoopis erineva koostisega.

Üldiselt defineeritakse vitamiine kui orgaanilisi aineid, millede puudumine toidus kutsub esile juba häireid. Nad mõjuvad äärmiselt väikestes annustes ega oma energeetilist väärtust.

Haigusi, mis tekivad vitamiinide puudumisel, nimetatakse avitamiinideks. Kui haigus tekib ühe vitam. puudumise tagajärjel, siis on tegemist monoavitamiiniga; mitme vitamiini puudumise tagajärjel tekkinud haigused on pöluavitamiinid. Ka vitamiinide suur hulk kutsub esile haigusi ning neid nimetatakse hüpervitamiinideks. Vitamiinide liiga väike hulk kutsub esile haigusi, mida nimetatakse hüpovitamiinideks.

Sageli on arvatud, et kui toita end puhaste vitamiinidega, et siis pole teisi toitaineid tarvis. See on aga ekslik. Katsed näitavad, et kui toita mõnd looma vitamiinide ja sooladega, siis loom sureb kiiremini kui nälgides. Vitamiinid on ained, mida üldse ei saa kõrvutada teiste toitainetega, niisama nagu sõdurite mütse ei saa asendada ainelitega või saapaid kuubedega.

Algul arvati, et on olemas 2 vitamiini A lahustuv rasvas ja B - lahustuv vees. Kuid hiljem avastati, et (a) A-vitamiiniga kõrvu esineb veel D-vitamiin, mis ka lahustub rasvas, ja B-vitamiiniga vees lahustuv C-vitamiin. Nendele seltsib veel vitamiin G.

Vitamiinid on konkreetsed orgaanilised ühendid. Nii näiteks on C-vitamiin suhkruderivaat, valge pulber hapuka maitsega. Sulab 121°C juures.

A-VITAMIIN. A-vitamiini puudumisel tekib haigus, mille sümptoomiks on silma kuivamine. Pisarnääre lakkab tegevusest. Sarvnahas tekivad haavad. Vitamiini puudumine teeb isiku vastuvõtlikuks mikroobidele. Tekkinud haavadesse satuvad bakterid, mis tekitavad mädanemisi. Haige jääb pimedaks. Ka

muidu on isik palju vastuvõtlikum mikroobide suhtes. Haigust nimetatakse xerophtalmiaks ehk silma kuivamiseks. Sellest on tingitud ka A-vitamiini nimi antixerophtalmiline vitamiin. Sageli nimetatakse teda ka antiinfektsioosseks vitamiiniks, millega kriipsutatakse alla tema teist omadust. Haigus levis Maailmasõja ajal Taanis, Austrias ja Vene kodusõjas olevates hiina väeosades. Ta on vajalik ka kasvamiseks.

Ta on veniv värvitu õlikas vedelik ning kuulub aromaatsete alkoholide perre. 4-5 aastat tagasi sünteesiti A-vitamiin šveitslase Karrer'i poolt. Ta leidub taimedes provitamiin-A kujul. Provitamiin-A on aromaadne süsivesinik, tuntud karotiini nime all. Karotiin on punakaskollane pigment, mis leidub - porgandis, tomatis, kaalikas jne. Vitamiiniks muudetakse ta ümber maksas, rotid 100%, kanad 24%, jänesed 16% ja tuvid 1=protsendiliselt.

Garnivoridel (kiskjalised) puudub see võime täielikult. Selle tõttu ei saa näiteks kassi Xerophtalmiat karotiini abil arstida. Kui suure osa karotiinist inimene suudab muuta A-vitamiiniks, pole teada. Protsess kulgeb järgmiselt:



Protsess kulgeb ensüümi karotinaasi kaasabil. A-vitamiini leidub piimas, koores, võis, juustus, munakollases jne. Vastavad loomad ammutavad need toidust. Sel põhjusel sisaldab suvine piim rohkem A-vitamiini kui talvine. Eriti rohkesti leidub A-vitamiini ka maksas, eriti kalamaksas. Üldiselt on tuntud vitamiinirohke kalamaksaõli, mida tehakse tursamaksast. Vees hõljuv plankton (hõljum) sisaldab rohkesti karotiini; planktoni karotiin muudetakse väikeste kalakeste poolt pärisvitamiiniks. Väikesi kalu söövad tursad ja ladestavad A-vitamiini maksa, kust ta siis kalamaksaõlina välja ekstraheeritakse ja pressitakse. Haikalade maks sisaldab A-vitamiini palju rohkem, kuna lõunameredes päikese kiirte mõjul ka plankton sisaldab palju rohkem karotiini.

B-VITAMIIN ehk antiberiberi vitamiin. B-vitamiini puudumisel tekkinud haigus beriberi levis Hiinas, Jaapanis, Brasiilias, s.o. maades, kus toitutakse peamiselt riisiga. Haigus avastati 1870-80. aastatel. Tehnika arnemise tõttu levisid nendes maades poleeritud riisi veskid. Riis poleeriti, toidus ei tarvitatud enam kliidega riisi. Tagajärjeks oli, et levis beriberi. Haige on väsinud, närviline, kannatab unepuuduse all, närvilised valud jalgades, kätes ja peas. Jäsemed kangestuvad, krambid tekivad - halvatused. Haiged surevad hingamiserkude halvamise tagajärjel. Sümptoomid on tingitud perifeersete erkude põletikust. Sel põhjusel nimetatakse B-vitamiini ka antineuriitiliseks vitamiiniks. Sageli paistetuvad üles jalad, käed, siis on tegemist ödematoorse beriberiga. Kui paistetust pole, siis on tegemist kuiva beriberiga. Beriberisse haigestunud tuvi ei saa seista, vaid langeb tahapoole pikali. Vitamiin B on keemiliselt isoleeritud ja sisaldab muu hulgas ka lämmastikku. Tuntakse isegi tema valemit. B-vitamiin on kõige laialdasema levinguga. Teda leidub peagu igas toiduaines. Eriti rohkesti leidub teda pärnis, tomatis, nisus, rukkiidandites, lihas jne. Koor, suhkur, tärklis, margariin, või - ei sisalda B-vitamiini. Ta lahustub vees ja leidub ühenduses vees lahustuvate ainetega. Meie tingimustes beriberi ei esine. Pole ka mõtet loobuda saia söömisest b-vitamiini põhjusel.

C-VITAMIIN. C-vitamiini puudumine tekitab skorbuuti. Ta on antiskorbuudiline vitamiin. Skorbuut ilmneb veresoonestiku haigestumises. Väikesed arterid muutuvad hapraks. Isik on halvas meeleolus, väsinud, unine, töövõime on väike. Igemed paistetuvad, hambad tunduvad pikkadena ja muutuvad hiljem lahtisteks, neid on kerge välja tõmmata. On igemed sageli sinakad. Naha alla tekivad veristused. Iga tühine tõuge tekitab laiaulatuslikke plekke. Haigus lõpeb surmaga. Skorbuut oli eriti levinud keskajal. Olukord paranes kartuli Euroopasse toomisega. Nüüdsel ajal tuleb skorbuuti ette kasarmutes

vanglates jne. Omal ajal kannatasid skorbuudi all teaduslikud ekspeditsioonid Põhjanabale. Esimesena leidis skorbuudile vastuabinõu COOK. Tema andis oma madrustele söö-iks sidruneid. Madrused olid haigestunud skorbuuti. Sellest asjaolust on tingitud isegi meremeeste sõimunimi Inglismaal "sidrunimejad".

C-vitamiin on keemiliselt lihtne aine, mille koostis avastati a. 1927.a. Cambridge'is töötava ungarlase Szent György'i poolt. C-vitamiini nimetatakse ka askorbiinhappeks. Ta on monosahhariidi derivaat. Teda valmistatakse ka sünteetiliselt. Askorbiinhape ei oksüdeeru meie kehas, vaid ta kõrvaldatakse samal kujul uriini kaudu. See asjaolu lubab järeldada uriinist, kas isik kannatab hüpo-vitamiinooosi all või mitte. Kui uriin ei sisalda askorbiinhapet, siis on selge, et isik kannatab C-vitamiini puudust. Tavaline C-vitamiini norm on 40 mg täiskasvanul ja 25 mg lastel päevas. C-vitamiini ei saa ladestada tagavaraks. C-vitamiini leidub kevadel kiiresti kasvatatavates taimedes ja fruktides. Meie inimesed kannatavad pea kõik C-vitamiini vähesuse all. Arvatakse, et sellest on tingitudki vigased hambad. Lõunamaades, kus süüakse palju frukte, on inimestel palju tervemad hambad kui põhjamaalastel.

D-VITAMIIN ehk antirahhiitiline vitamiin.

Rahhiit on tuntud kui talve suurlinnade lastehaigus. Levinud oli ta Inglismaal, kus tali on väga päikesevaene. Rahhiidi põhjused seisnovad Ca ja P ainevahetuse häiretes, milliseid tingib D-vitamiini puudumine või vähesus. 1924.a. ameeriklane Stenbock leidis, et keedetud piim, mis oli täiesti D-vitamiinivaba, peale kiiritamist ultraviolettkiirtega sisaldas jällegi D-vitamiini. Natuke ligemal uurimisel paistis nagu tekiks D-vitamiin ainult kolesteroolist kiiritamise tagajärjel. Nüüd on aga avastatud, et tekib ka kolesteroolidega koos leiduvast ergosteroolist. Inglisahaiguse ehk rahhiidi sümptoomid seisavad luude nõrkuses. Viimasest aitavad üle päikesevannid ja vastav toit. D-vitamiini sünteesitakse ka kunstli-

kult. 50 aastat tagasi oli rahhiit väga levinud haigus, eriti jõukates perekondades, kus tarvitati tol ajal propageeritavat kunstlikult valmistatud lastejahu. Nimetatud lastejahu oli täiesti D-vitamiinivaba.

G-VITAMIIN ehk antidermatiitiline vitamiin ehk antipellaagriline vitamiin. G-vitamiini puudusel tekkinud haigus pellagra ehk dermatiit meil ei esine. Ta esineb Balkanil. P.- Afrikas ja Lõuna USA maades, kus elanikud tarvitavad rohkesti maisi, kuid vähe liha. Liha sisaldab rohkesti G-vitamiini. Haiguse sümptomiks on peavalu, unepuudus, seedetrakti-järgsed häired; päikesega kokkupuutunud kohad täituvad villidega ja haige jääb nõdramoistuse-likuks ja sureb. Toites merisigu G-vitamiinivaba toiduga paistetuvad nende käpad, karv langeb ära. Rottidel langeb ära isegi saba. Meil pellagrat ei esine, kuna tarvitatakse rohkesti liha.

VITAMIINIDEST MEIE OLUDES. Meil pole puudu kõikidest vitamiinidest. B- ja G-vitamiini leidub toidus rohkesti. Kõige vähem on C-vitamiini, mille vähesuse all kannatavad paljud isikud. Harvemini, kuid mõnikord siiski tuleb ette A- ja D-vitamiini puudumist.

ANORGAANILISTE AINETE TAHTSUS. Et toiduks vajame ka mõningaid anorgaanilisi aineid, tõendab asjaolu, et keha sisaldab viimaseid kaunis rohkesti. On leitud, et inimkeha sisaldab:

hapnikku O ₂	-	64%
süsinikku C	-	18,0%
vesinikku H	-	10,0"
lämmastikku N	-	3,0"
kaltsiumi Ca	-	1,5"
fosforit P	-	1,0"
kaaliumi K	-	0,35"
väävlit S	-	0,25%
naatriumi Na	-	0,15"
kloori Cl	-	0,15"

magneesiumi	-	0,05%
rauda Fe	-	0,004%
joodi J	-	0,00004%
vaske Cu	-	õige vähe.

NaCl tähtsus. Kui toita looma keedusoolavalt, siis ta tunneb end halvemini kui nälgides. Ta tunneb vastikust toidu vastu. Toit püsib tal maos mitu päeva ja siis oksendatakse välja. Magu ei saa kustki Cl, HCl jaoks. Imetajate veri omab teatava % NaCl. Tavaline keedusoola hulk, mis toidus peab olema, on 10-15g. Tarvitatav NaCl hulk oleneb higistamisest. Sõekaevurid töötades kõrges temperatuuris haigestusid harilikult 2-3 nädala järel. Haiguse tingis just NaCl puudumine. Nad higistavad tublisti ja tarvitavad sellepärast ka tublisti NaCl. Nendele ei jätku tavalisest NaCl hulgast. Haiguse vältimiseks antakse joogivett, mis sisaldab 0,1% keedusoola. Samal põhjusel söövad ka suvel heinaajal heinalised soolaseid toite - heeringaid jt. Rohke taimetoidu tarvitamise tagajärjel on NaCl tarvitus õieti suur. Taimetoidus leidub tohkesti KCl. KCl eraldatakse neerude kaudu. Sellega koos lahkub ka osa NaCl, sest neerud ei suuda viimaseid eraldada. Sel lihtsal põhjusel on taimetoitlased lehmad, lambad, kitsed - maiad soola järele. Ka mõnele neegri-suguharule, kes tarvitavad rohkesti taimetoitu, on sool maiusajaks. Lihasööjad seevastu ei armasta soola ja tunnevad viimase vastu isegi vastikust.

Ca ja P TÄHTSUS. Ca ja P esinevad luudes. Nende puudumisel jäävad luud nõrgaks. Paljud isikud kannatavad viimase puuduse all.

Fe ja Cu TÄHTSUS. Fe on oluline veres. Fe abil sünteesitakse vere hemoglobiin. Fe-sooli puhtal kujul organism pole suuteline verre vastu võtma. Fe võetakse vastu koos Cu-ga, mille hulk on minimaalne 1/1000 mg päevas.

JOODI TÄHTSUS. Kilpnääre produtseerib erilist

hormooni - türoksiini, mille puudumisel isik ei arene korralikult. Organism jääb väikeseks ning mõis-
tuselt idioodiks. Selliseid kääbuseid ja idioote leidub palju Sveitsis, kus neid nimetatakse kretiinideks. Nimetatud nähtus on tingitud J puudusest. Kilpnääre tarvitab türoksiini sünteesideks joodi. Joodi leidub rohkesti merevees, kust ta sisemaale kantakse tuule ja pilvedega. Sveits on aga mäeahelikkudega merest eraldatud ning seetõttu õhkkond eriti joodivaene, milline asjaolu tingibki rohke kretiinide olemasolu. Samuti on joodivasemad Kesk-Asia ja ka Kesk-~~RA~~-Ühendriigid.

K E H A T E M P E R A T U U R .

Loomad jagunevad homöotermseteks ehk püsisoojasteks (säilitavad oma keha t° kogu aeg ühtlasena) ja poikilotermseteks ehk kõigusoojasteks (omavad ümbruskonna temperatuuri). On ebaõige arvata, et poikilotermised loomad ei produtseeri soojust. Nad vabastavad soojust nagu teisedki, kuid soojust lahku
täielikult ümbruskonda. Keemiast on teada, et iga 10° temperatuuri tõstmine kiirendab kulgevaid protsesse 2-3 kordselt. Sellest lähtudes peab olema ka poikilotermse looma ainevahetus suvel suurem kui talvel. Suure ainevahetuse tõttu peab vabanema ka palju soojust. Nii see ka on. Ülearune soojust kõrvaldatakse auramise teel. Nad ise elavad jahedates kohtades, et ülearune soojust lahkuks kiiresti.

Imetajad ja linnud omavad püsiva kehasoojuse. Hobusel 38° , lehmäl, kanal, kassil $38,6^{\circ}$, seal $39,2^{\circ}$, lambal 40° , lindudel $40-41^{\circ}$, inimesel $36,4^{\circ}$.

INIMESE KEHATEMPERATUUR pole täiesti konstantne, vaid kella 4-5 vahel päeval $36,8(9)$. Varahommikul on juba $35,9$. Kõikumus normaalselt $\pm 0,5^{\circ}$ on täiesti loomulik. On kõikumine suurem, siis on see juba haiglane nähtus, esineb näiteks kopsutuberkuuloosi puhul. Kehaosad, mis asuvad pinna lähedal, omavad madalama temperatuuri. Organismi sisemuses

on temperatuur natuke kõrgem ja konstantsem.

KEHASOOJUSE SÄILITAMINE. Kui organism on näiteks väike, siis lahkub temast soojust võrdlemisi kiiresti ümbruskonda. Suhe organismi massi ja pinna vahel on pinna kasuks. Sel põhimõttel kulutab suur indiviid kehasoojuse säilitamiseks suhteliselt palju vähem energiat kui väike.

TEMPERATUURI SÄILITAMISE SOODUSTAJAD. Soojus kantakse kehas verrega ühtlaselt laiali. Temperatuuri reguleeriv tsentrum asub peaaegu. Soojuse reguleerimist kehas kulgevate keemiliste protsesside reguleerimisega nimet. keemiliseks termoregulatsiooniks. Soojuse reguleerimist kehas äraandmise teel aga füüsiliseks termoregulatsiooniks.

MILLISTES ORGANISMI OSADES PRODUTSEERITAKSE SOOJUST? Kui süstida katsealusele mürki kurare, halvatakse ta lihased. Halvatuse tagajärjel kaob soojuse reguleerimise võime, sellest järeldame, et soojus produtseeritakse peamiselt lihastes.

VAPPEKÜLM JA LIHASTE TOONUS. Külma tagajärjel kangestuvad isiku lihased, keha hakkab värisema, tekib n.ö. vappekülm. On teada, et 3/4 lihaste tööst läheb soojuseks. Värisemise ajal teevad ka lihased tööd. Seejuures moondub energia in corpore soojuseks, sest ei tehta välistööd. Keha püüab tõsta sel teel soojust. Pärast tööd, kui kehas on soojust palju, on kogu skelettlihaskond lõtv. Skelettlihased on alati teatud pingutuse all, mida nimetatakse lihaste toonuseks. Külma tagajärjel lihaste toonus suureneb (kangestumine), et sel teel suurendada keha soojust. Liigse soojusega kaob toonus peagu koguni, et ära hoida asjata soojuse vabanemist lihaste pingutuse põhjusel. Sellest järeldub praktiline juhis võimalemise kohta. Võimelda on kasulik soojas ruumis, kus inimene juba natuke higistab. Siis on lihaskond painduv, lõtv. Külmas ruumis on lihaskond kange, vähepainduv.

FÜÜSIKALISEST TERMOERGULATSIOONIST. Kui nahas leiduvad veresooned on kitsad, ahenenud, siis voolab nendest vähe verd läbi. Naha t^o langeb, soojust lahkub naha kaudu vähe. Kui aga veresooned lastakse nahas laiali, siis võrdub naha t^o keha omaga. Soojust lahkub nüüd naha kaudu palju. Sel teel reguleerib keha soojuse lahkumist kehast, mille protseduur moodustab füüsilise termoregulatsiooni.

SOOJUSE LAHKUMISE SOODUSTAJAD. Soojuse lahkumisel kehast tuleb arvestada järgnevat 3 faktorit:

1. Soojuse konvektsioon ehk s. juhtivus. Naha lähedal asuvad õhuosakesed soojenevad ja tõusevad üles, aga alt tõusevad uued jahedad õhuosad asemele, mis omakorda saavad soojuse kehast ja tõusevad üles. Sel teel kõrvaldatakse kehast ülearune soojus. Konvektsiooni soodustab tuul. Viimase vähendamiseks omavad organismid sageli karv- ja sulgkatet.

2. Radiatsioon ehk kiirgamine. Kehast lahkuvad soojuskiired, mille tagajärjel langeb keha temperatuur. Kui kütta kaua aega kütmata olnud ruumi, siis võib omandada selline ruum kaunis kõrge temperatuuri, kuid sellele vaatamata võime tunda seal end ebamugavalt. Seda põhjustab soojuse lahkumine kehast kiirgamise teel külmadele seintele, mis pole veel suutnud soojeneda.

3. Higistamine. On teada, et 1 g higi auramiseks kulub 0,58 cal. Kaalub inimene 70 kg ja higistab ta 120 g higi, siis temperatuur langeks 1^o võrra. Seejuures on ka oluline õhu niiskus. Kui õhk on küllastamata, siis aurab higi kergesti ja viib enesega soojust ära. On aga ümbruskonna õhk niiskusest küllastatud, siis higi ei aura keha pinnalt ja higistamisest pole mingit kasu.

Ka higistamist reguleerib keskergakava termoregulatoorne keskus. Kui vere temperatuur tõuseb kõrgemale kui loomulik, ärritub keskus ja põhjustab rohket higi produtseerimist.

KEHA TEMERATUUR PALAVIKU KORRAL. Palaviku alguses on inimene kahvatu, nahk on külm. Veresoones on tõmbunud nahas kokku. Ta väriseb. Nende protsesside arvel tõuseb keha temperatuur kõrgemale. Häiguse tagajärjel on reguleerimistsentrum häiritud ning ta ei suuda viia t^o endisele tasemele. Kaob aga palavik, s.t. reguleerimistsentrum hakkab funktsioneerima korralikult, siis on inimene näost punane, nahas on veresoones laskunud laiali, lihased on lõdvd, soojuse produktsioon on minimaalne, lahkumine maksimaalne.

BASAALAINEVAHETUS JA TEMPERATUUR. Nagu Basaalainevahetuse korral tähendasime, peab olema ümbruskonna t^o optimaalne. On ta liiga kõrge, siis hakkab inimene higistama, millele kulutatakse loomulikult energiat, pealegi põhjustab kõrge t^o ebanugavat olekut, katsealune peab liigutama, mis loomulikult tarvitab energiat. On temperatuur liiga madal, siis kulub palju energiat kehasoojuse säilitamiseks.

V E R I .

ORGANISMI ARENGU SUUNAST. Kujutame enesele ette mingisugust ainurakset organit ookeanis. Ta tarvitab toitaineid, vajab hapnikku, eraldab CO₂ ning teisi ainevahetuslõppprodukte. Kõiki tarvisminevaid aineid ta saab teda ümbritsevast mereveest. Samuti heidab ta vette kõik kõrvaldatavad produktid. Tema temperatuur on sama, mis mereveel. Kõrgematel loomadega aga transporditeerib veri toitained ja hapniku rakkude juurde ning viib ära kõlbmatud produktid. Samuti kannab veri keha soojust ühtlaselt laiali. Sellest nähtub, et organismid on arenenud suunas, mis püüab hoida rakkudega kokkupuutuva vedeliku omadused konstantsed. Ainurakse elu sõltub täielikult määralt merevee omadusist. Kõrgemad loomad on aga täiesti sõltumatud ümbruskonnast. Nende juures tuleb eraldada sisekeskkonda - veri, ja väliseskkonda.

da, milles organism ise asub, näit. öhk. Kõrgematel loomadel on sisekeskkond võltumatu väliskeskonnast. Ainuraksel loomal on aga sisekeskkond sama mis väliskeskond.

VERE OMADUSTEST. Veri on oma omadustelt konstantne. Tema füüsikalised kui ka keemilised konstandid on samad. Kui mingisugune konstant verel muutub, ärritab veri vastavat keskust, mis põhjustab protsesse, millised püüavad viia vere konstante eelmisele tasemele. Kui füüsilise pingutamise tagajärjel vabaneb palju CO₂, mis vesilahuses annab H₂CO₃ siis muutub vere reaktsioon. Vere normaalsest hapum reaktsioon ärritab hingamiskeskust, mille tagajärjel hingamisfrekvents suureneb. Sel teel kõrvaldatakse verest ülearune CO₂, kuni vere reaktsioon jällegi muutub normaalseks. Sellised regulatsioonid kannavad autoregulatsiooni nime.

VERE FUNKTSIOONID. Veri kannab laiali orgaanilisi toitaineid rakkudele. Lahkuvad ained kannab ta rakkude juurest ekskretsioon ehk eliminatsiooni elunditesse. Samuti toimub vere kaudu hormonaalne elundite koostöö. reguleerimine. Hormoonide edasikandjaks on veri.

VERE KOOSTIS. Veri pole homogeenne vedelik, vaid ta koosneb verevedelikust ehk plasmast ning erütro- (punane), leuko- (valge) ja trombotsüütidest (liis-takud) - viimased omavad erilist tähtsust vere hüübimisel. Need verelibled leiduvad suspendeerituna plasmast võime neid eraldada tsentrifugeerimise teel. Siis näeme, et erütrotsüüte on rohkem kui leukotsüüte. Veri liikudes sooni mööda, puutub kogu aja kokku endoteeliga, soone sisepinnaga, mis koosneb lamedatest madalatest rakkudest. Veri väljaspool sooni hüübides muutub sültjaks massiks. Hüübimist põhjustab fibriin, mis kuulub valkude hulka. Fibriin on valge elastne aine. Hüübinud veri ehk vere kook koosneb fibriinist, mille vahel asuvad erütrotsüüdid ja seerum. Mikroskoobi all paistab vere kook kiuline,

mille vahel asuvad erütrotsüüdid. Verekoogi sise-
mus on sinine. Väljast on verekook helepunane.
Pinnal asuvates erütrotsüütides leiduv hemoglobiin
on oksideeritud - oksihemoglobiin, mis on värvu-
selt ilus punane. Hapnikuvaene hemoglobiin on sina-
kas, ta leidub tõmbsoonelises veres. Kui lõigata
kook lõhki, muutub sinine sisemus varsti punaseks.
Hüübimisel koguneb koogi pinnale vedelik, mida
nimetatakse seerumiks. Väliselt on seerum sarnane
plasmaga. Hüübimisel sadestub plasmast valk fibriin
ni kujul. Fibriin tekib plasmas leiduvast vedelast
valgust fibrinogeenist. Seerum on siis plasma, mil-
lest eraldub fibrinogeen. Seerum ei hüübi, kuna
plasma võib seismisel hüübida.

Segades värsket verd puupulgaga - koguneb fib-
riin pulga ümber. Saame defibrineeritud vere, mis
enam ei hüübi.

HAPNIKU TRANSPORT. Kopsudes, s.o. väikeses
vereringes ühineb hemoglobiin hapnikuga - tekib
oksühemoglobiin. Suures vereringes eraldub hemo-
globiinist hapnik.

VERE HULK. Kui palju on kehas verd? Selle tea-
dasaamiseks avame katselooma arteeri ja laseme ve-
rel välja voolata. Et välja ajada kõik vereosad,
selleks juhime veeni kaudu sisse soolalahu. Kui
sel teel saadud vedeliku hulk on 100 l ja hemo-
globiini protsent selles on 1, siis on selge, et
katseloom omab 1 liitri verd. A. 1856 toimetati
mainitud katset ühe hukkamõistetuga ja leiti, et
tema keha sisaldab verd 1/13 raskusest.

VERE % KOOSSEISU MÄÄRAMINE. Vere protsentuaal-
ne koostis määratakse sellekohase riista hematok-
riidi abil. Hematokriid on toru, mis varustatud
centriastmikuga. Tsentrifugimise teel eraldatakse
vastavad osad ja loetakse skaalalt protsentuaalne
koostis. Sellest nähtub, et erütrotsüütide ruumala
on 40-50% ja plasmal 60-50%. Selline vahekord püsib
teatud loomal enamvähem konstantsena.

HAPNIKU SIDUMISVÕIME. Vere hapniku transportimist võime võrrelda hapniku kandmisega vere abil hapnikurikkast ruumist hapnikuvaesesse ruumi. Veri mingisuguses nõus ühineb hapnikuga tekib oksühemoglobiin. Viime selle nõu hapnikuvabasse ruumi, siis annab oksühemoglobiin ära oma hapniku. Kui nüüd vere viime tagasi hapnikurikkasse ruumi, siis tekib taas oksühemoglobiin, mis hapnikuvabas toas disotsieerub hemoglobiiniks ja hapnikuks. On oluline, kui palju hapniku võib veri siduda ja sel teel edasi kanda. Katsed ja uurimused näitavad, et veri võib siduda enesega hapnikku 18,5-21% oma ruumalast, s.t. 1 liiter verd on võimeline siduma 185-210 ccm hapnikku. Hapniku siduvuse võime püsib konstantsena ega muutu.

VERE ERIKAAL. Vere erikaal on 1055-1060, kui võtta vee erikaaluks 1000. Erütrotsüütide erikaal on 1090, plasma erikaal 1028-1030. Erikaalude vahe tingibki erütrotsüütide põhjalangemise seismisel. Tsentrifugimine muidugi kiirendab plasma ja erütrotsüütide eraldumist. Ka vere erikaal püsib enam-vähem konstantsena ega muutu.

VERE VISKOOSUS. Kui tähistada vee viskoossust ühega, siis on vere viskoossus 4,5-5,5. Vere viskoossus sõltub viimase erütrotsüütide sisaldavusest.

Vere plasma viskoossus on 1,8-2,1. On selge, et mida suuremal määral sisaldab veri erütrotsüüte, seda viskoossem ta on.

Vere viskoossuse sõltuvust erütrotsüütide hulgast iseloomustab järgnev tabel:

<u>erütrotsüütide arv:</u>	<u>viskoossus:</u>
0	1,9
3.200.000	3,3
6.300.000	4,9
12.600.000	15,6

Vere viskoossusel on suur tähtsus. Viskoossusest sõltub südame koormatus. Mida suurem viskoossus, seda suurem on südame koormatus. Südame koormatus

oleks proportsionaalne vere viskoossusega. Peaks süda pumpama vett, siis oleks koormatus umbes 5 korda vähem kui vere korral. Vere viskoossus on jääv.

VERE SOOLADE SISALDAVUS. Veri sisaldab mitmesuguseid aineid: Na, Ca, K jt. sooli, millede koguprotsent vastab umbes 1% NaCl lahusele (täpsemalt 0,9% NaCl lahusele). Kunstlikult valmistatud sellised lahused on füsioloogilised lahused. Sageli nimetatakse neid ka kuulsa füsioloogi RINGERI'i järgi Ringeri lahuseks. Näitena olgu toodud ühe Ringer'i lahuse koostis:

NaCl	0,9%
CaCl ₂	0,02%
KCl	0,02"
NaHCO ₃	0,01"

NaHCO₃ lisatakse sel otstarbel, et lahuse reaktsioon oleks nõrgalt aluseline. Kui valmistada füsioloogilist NaCl lahust, siis on parem tarvitada kaevuvett, mitte destilleeritud vett, kuna esimene sisaldab teisi vajalikke sooli. Destilleeritud vee korral võime panna NaCl lahus täpse hulga sisse, kuid lahus pole siiski veel hea füsioloogiline lahus. Vere soolade kontsentratsioon on konstantne.

VERE OSMOOTNE RÕHK. Osmootse rõhu abil märgitakse sageli soolade sisaldavuse kontsentratsiooni. On teada, et molaarse lahuse korral lahuse osmootne rõhk on 22,4 atmosfääri. NaCl molekulkaal on 58,5. Nii siis kui lahustada 1 liitris vees 58,5 g NaCl, s.t. teha 5,85% lahus, siis osmootne rõhk oleks 22,4 atmosfääri. Arvutades sellest puhtfüsiokaseaduste põhjal ümber osmootse rõhu 1% soolalahusele, saamegi vere osmootse rõhu. Et NaCl on täielikult dissotsieerunud, siis osmootne rõhk on kahekordne.

$$\frac{22,4 \cdot 2}{5,85} = 7,1 \text{ atm.}$$

Iga lahuse osmootne rõhk on võrdeline lahuse kontsentratsiooniga. Vere osmootset rõhku ei tohi

ära vahetada vere hariliku rõhuga. Vere rõhk on 100 mm Hg sammast. Kui vere rõhk oleks 7,1 atmosfääri, siis arteeri vigastuse korral tõuseks väljavoolav verejuga 70 m kõrgele. Võrdlusena olgu tähendatud, et aurukatelde auru rõhk on umbes 4 atmosfääri.

Rakud kõik on kaetud semipermeaabelse membraaniga. Selline poolläbilaskja membraan laseb läbi ainult vett, mitte vees lahustunud ja disperseeritud aineid. Olgu raku, näit. erütrotsüütide sees olev soola protsent üks ja ümbritseva vedeliku protsent ka üks, siis on vedeliku liikumine erütrotsüüt ja viimasest välja tasakaalus.

Asetame aga erütrotsüüdi vette, siis tungib osmootne rõhu tagajärjel vesi erütrotsüüdi sisse ja erütrotsüüt lõhkeb. Asetades erütrotsüüdi lahusesse kontsentratsiooniga üle 1%, siis hakkab vesi erütrotsüüdist välja minema ja erütrotsüüt tõmbub kokku.

Lahus, mille osmootne rõhk on sama suur kui vere oma, kannab isoosmootse ehk isotoonse lahuse nime. On lahuse osmootne rõhk vähem kui verel, siis on tegemist hüpotoonse lahusega; on kõrgem, siis hüpertoonse lahusega.

Kui valada verd vette, siis osmoosi tagajärjel lõhkevad erütrotsüüdid ja veri muutub läbipaistvaks (hemolüüs). Kui aga asetada verd füsioloogilisesse lahusesse, siis lahjendub ta, kuid jääb endiselt sogaseks.

VERE REAKTSIOON. On reaktioon püsiv konstantsena? Veres $/H/ = 4 \cdot 10^{-8}$; $pH = 7,4$. Sellest näeme, et vere reaktioon on nõrgalt aluseline $pH > 7$ / Happelise korral $pH < 7$ ja neutraalne $pH = 7$ / . Reaktiooni säilitab ta konstantsena Na-bikarbonati ja süsihappe abil. Reaktiooni happe ja aluselise soola esinemise korral määrab järgmine valem:

$$/H/ = k \cdot \frac{/happe/}{/s \ o \ o \ l/} \quad k = \text{happe dissots. konstant.}$$

$$\text{Nii siis } /H/ = k \cdot \frac{/H_2CO_3/}{/NaHCO_3/}$$

Veri hoiab oma reaktsiooni konstantsena hingamise kaasabil. Kui vere reaktsioon muutub normaalsetest happelisemaks, kõrvaldatakse CO₂ kiire hingamise abil. Muutub aga reaktsioon liiga aluseliseks, siis aeglustub hingamine.

ERÜTROTSÜÜDID. Erütrotsüüte leidub veres 5.000.000 1 mm³ kohta. Nad sisaldavad pigmenti, hemoglobiini. Hüpotoonised lahused hävitavad erütrotsüüdid. Viimastes leiduv hemoglobiin valgub vedelikku. Hemoglobiin on liitvalk. Ta koosneb aluselise reaktsiooniga valgust globiinist 95% ja mittevalgulisest osast hem'ist 5%. Hapniku sidujaks ja kandjaks on hem. Globiin on eri loomaliikide juures esineva koostisega. Hem on aga igal loomaliigil ühtlase koostisega. Erütrotsüüdid on tummata rakud. Nad on tuuma kaotanud.

LEUKOTSÜÜDID ehk vere valgelibled on tuumaga rakud veres. Nüüdsel ajal jaotatakse leukotsüüte järgmiselt: 1. neutrofiilsed ehk polünukleaarsed 70-72%; 2. eosinofiilsed 0,5-1%; 3. lümfotsüüdid 22-25%; 4. mononukleaarsed 2-4%.

Iga 500 erütrotsüüdi kohta tuleb 1 leukotsüüt.

Leukotsüüdid on sanitarideks. Nad kõrvaldavad kehast baktereid ja võõrkehi. Nad valmistavad aineid, mis abistavad neid nende töös. Nii näiteks produmeerivad nad aineid, mis lahustavad baktereid või aineid, mis neutraliseerivad bakterite mürgi, tokssiini. Selle tõttu nimetatakse neid aineid ka antitoksiinideks.

Leukotsüüdid on elavad rakud. Nad liiguvad amööbiliselt.

TROMBOTSÜÜDID. Neid on 300.000-500.000 1 mm³ veres. Nad omavad vere hüübimisel suure tähtsuse. Kuidas seletada vere hüübimist? Selle küsimusele vastame vere hüübimise tingimuste uurimisega.

Veri soontes ei hüübi. Sageli arvatakse, et ta soontes ei hüübi, sellepärast et ta on alalises

liikuvuses. Selline arvamine on aga ekslik. Kui seome kinni mingisuguse katselooma arteeri, siis püsib selles kokkuseotud osas veri vedelamana ega hüübi mitte.

Kui pistame mingisuguse kareda asja veresoonde, näit. traadi või midagi muud, siis tekib hüübimine. Traadi ümber koguneb fibriini kimp. Ka mitmesugustel põhjustel karedaks muutunud veresoone seinaga kokku puutudes tekib vere hüübimine. Soones hüübinud verd kutsutakse - trombiks. Hüübimine sel põhjusel kannab tromboosi nimetust. Pääseb see tromb soone seina küljest lahti, siis nimetatakse seda emboluseks.

Veri, mis puutub kokku teiste kudede osadega, hüübib kiiresti. Ka siis, kui süstida verre kudede ekstrakti, tekib hüübimine. Kui näiteks valmistada keedusoola lahusega ekstrakt maksast või põrnast ja süstida seda katseloomale, siis sureb katseloom. Surma põhjuseks on vere hüübimine soonestikus.

Kui välja lasta katseklaasi linnu verd, nii et ta kokku ei puutu teiste koe osadega, siis ta ei hüübi. Sellise vere saamiseks lastakse voolata verd arterist erilise klaastoru abil.

Õlises katseklaasis toimub hüübimine - aeglaselt. liivases katseklaasis aga seda kiiremini.

Hüübimisel on oluline ka vere temperatuur. Madala temperatuuri juures hüübib veri aeglasemalt. Võtame 3 katseklaasi ja laseme sinna igaühesse verd. Ühe nendest asetame 38°C juurde, teise harilikku temperatuuri ja kolmanda 0° lumme, siis näeme, et kõige kiiremini hüübib veri 38°C juures, siis toatemperatuuris ja kõige viimasena 0° veri.

Kui kõrvaldada verest Ca kas oksalaadi või tsitraadi abil, veri enam ei hüübi. Samuti ei hüübi veri, kui talle lisada kõrges kontsentratsioonis soolasid, näiteks MgSO₄ 25% lahust. Hüübimisele takistavalt mõjub ka keedusool.

Toodust nähtub, et vere hüübimiseks on tarvis terve rida eeldusi. Vere hüübimise otseseks põhjuseks on trombotsüütide vigastamine. Soonte sisepind on harilikkudel tingimustel libe ega vigasta trombo-

tsüüte. Niipea aga kui soone sisepeind muutub mõnes kohas karedaks, purunevad trombotsüüdid sellel pinnal - tekib tromboos. Linnu veri on trombotsüütidevaba. Ta hüübib, kui puutub kokku muljutud koe osadega. Ka imetajate veri hüübib, kui puutub kokku muljutud kudedega. Viimane asjaolu on eriti karde-tav operatsioonide juures. Kudede muljumisel vabanevad ained pääsevad seal soontesse ning võivad põhjustada vähemat või suuremat tromboosi.

Nagu teada, tekib vere hüübimisel fibriin veres leiduvast lahustuvast valgust fibrinogeenist. Fibrinogeen eesti keeles tähendab fibrini tekitajat. Trombotsüütide vigastamise või hävitamise tagajärjel vabaneb nendest trombokinaas. Trombokinaas vabaneb ka teiste keharakkude hävimisel. Trombokinaas koos veres leiduvate Ca-sooladega tekitab protrombiini, ka veres leidub, trombiini. Trombiin puutudes kokku fibrinogeeniga muudab viimase fibriiniks. Veres trombiini vabalt ei leidu. Ta leidub eelfermendi protrombiini, alias trombogeeni. Nii siis leiduvad hüübimist tekitavatest ainetest veres Ca-soolad, protrombiin ja fibrinogeen. Juurde tuleb ja põhjustab sellega hüübimist trombokinaas.

V E R E R I N G E

Et oma ülesannet täita, ringleb veri meie kehas. Ringipumpajaks on s ü d a. Veri ringelb täielikult hüdrodünaamilistel põhimõtetel. Veri liigub kõrgema rõhuga kohast madalama rõhuga koha poole. Vere voolamise kohta, nagu iga teise vedeliku voolamise kohta kehtib POISEUILLE' seadus:

$$V = \frac{(P_1 - P_2) q^2}{8 \cdot \eta \cdot l \cdot \pi}$$

V = läbivoolanud vedeliku hulk

P₁ = rõhk torusliku alguses

P₂ = rõhk torustiku lõpus

q = toru läbimõõt

l = torustiku pikkus

η = viskoossus

Lähemal vaatlusel selgub, et:

$$\frac{8 \eta l \pi}{q^2} = T$$

T = takistus.

Nii siis võime anda eelmisele valemile kuju:

$$V = \frac{P_1 - P_2}{T}$$

Sõnades väljendatud: voolu tugevus on võrdeline rõhkude vahega ja pöördvõrdeline takistusega. Et vere korral on rõhk torustiku lõpus, s.o. veenides 0, siis võime anda valemile kuju:

$$V = \frac{P}{T}$$

Siinjuures P tähistame üldiselt vere rõhku ehk rõhku soonestiku algosas. Samuti võime anda valemile kuju:

$$P = V \cdot T$$

Sellest selgub, et mida suurem on rõhk, seda suurem on voolu tugevus, kui takistus jääb endiseks. Suurendame takistust, siis peab ka rõhk vastavas osas tõusma. Nii see ka on: enne takistust on suur rõhk, siis aga järgneb järsk langus.

Südant võime võrrelda täieliku pumbaga, mis tekitab rõhku, Südame lähedastes soontes, s.o. arterides - on rõhk kõige suurem.

Vereringe jaguneb suureks ja väikeseks vereringeks. Süda koosneb paremast ja vasemast poolest, milledest kumbki kojast - aatriumist ja vatsakesest-ventriikulist (ventriikul - ventriculus). Väike vereringe algab paremast kojast ja läheb kopsudesse, sisaldab venooset verd. Kopsudes muutub venoosne veri arteriaalseks vereks, s.o. ühineb hapnikuga ja juhitakse kopsuveeni mööda vasemasse aatriumi. Vasemast aatriumist läheb arteriaalne veri vasemasse ventriikulisse. Nüüd algab suur vereringe. Arteriaalne veri surutakse vasemast ventriikulist aorti ja kantakse arteride poolt üle keha laiali kapillaarsoontesse. Kapillaarsoonestikus kaotab veri osa oma hapnikust ja juhitakse veenide kaudu tagasi südame paremasse aatriumi, kust ta läheb paremasse ventriikulisse.

Soonestikku jaotatakse, nagu näha kirjeldusest, veenideks ja arterideks. Sageli üteldakse, et veenid on sellised sooned, millistes voolab venoosne veri ja arterid, millistes voolab arteriaalne veri. See on õige ainult suure vereringe kohta, kuna väikeses vereringes on see vastupidi. Üldiselt võime defineerida veene kui sooni, mis toovad verd südamesse, ja arteere kui sooni, mis viivad verd südamest eemale.

Klapid avanevad ja sulguvad automaatselt. Avanemist või sulgemist põhjustab rõhkude muutmine vastavas kohas. Nii põhjustab väike rõhk ventriikulis aatriumi ja ventriikuli vahel olevate klappide avanemist. Suurneb rõhk aga ventriikulites, siis sulguvad mainitud klapiid ja avanevad klapiid ventriikuli ja arteride vahel. Veri surutakse arteri. Väheneb ventriikulis rõhk, sulgub klapp arteri ja ventriikuli vahel, veri ei pääse tagasi ventriikulisse. Klappide sulgumine ja avanemine toimub täiesti automaatselt ilma elu kaastegevuseta.

Klappide tugevuse demonstreerimiseks võime tapetud looma südamele külge panna vastavad aknad ja sisse põlema panna väikese elektripirnikesse. Soonte asemele asetame kummitorud. Kummipalli kokkupigistades ja lödvaks lastes võime tekitada vere voolamist kindlas suunas läbi südame. Selle juures võime vaadelda klappide tegevust läbi aknakeste.

Klapid funktsioneerivad ka surnud südamel, nagu näha. Nad on võimelised funktsioneerima niikaua, kui süda hakkab roiskuma.

VÄLINE JA SISEMINE HINGAMINE. Veri toimetab välimist ja sisemist hingamist. Välimine hingamine toimub kopsu kapillarsüsteemistikus. Ühineb hemoglobiin hapnikuga. Ühtlasi antakse ära CO₂. Sisemine hingamine toimub suure vereringe kapillaaristikus. Veri annab kudedele ära O₂ ja võtab nendelt ära transportimiseks CO₂.

SÜDAME TEGEVUS. Südame lihased tõmbuvad reeglipäraselt kokku ja laskuvad laiali. Iga südamelihaste kontraktsiooni nimetatakse süstoliks, lõtvu-

mist aga diastooliks. Süstoli korral on süda kokku tõmbunud ning veri peab südamest lahkuma. Diastoli korral on süda lõtv ja täitub verrega.

Süda koosneb, nagu juba mainitud, paremast ja vasemast poolest, mis on teineteisest eraldatud, kuid kokku tõmbuvad ja lõtvuvad nad korraga - täiesti üheaegselt. Nii et kui tõmbub kokku parem aatrium - siis samal ajal tõmbub ka kokku vasem aatrium ja surub vere ventriikulisse. Tõmbub kokku parem ventriikul ja surub vere arteeri, siis teeb seda ka vasem ventriikul.

SÜDAME REVOLUTSIOON. Südame revolutsiooni algul on üldine diastol. Niihästi aatriumid kui ka ventriikulid on lõtvunud. Klappid, mis asuvad arteeride ja ventriikulite vahel - semilunaarklapid - on suletud. Veri ei pääse arteeridest ventriikulitesse tagasi. Klappid aatriumi ja ventriikuli vahel, atrioventrikulaarsed klappid, on avatud. Ülddiastoli vältel täitub kogu süda verrega.

Järgnev faas on aatriumi süstol. Mõlemad aatriumid tõmbuvad kokku. Seejuures surutakse osa verd ventriikulisse, kuna teatud osa verd paisatakse ka tagasi - veenidesse, sest veenide ja aatriumi vahel puuduvad klappid. Südamele on olemas ainult 2paari klappe, mitte 3 pr., nagu ekslikult arvatakse. Iseenesestki mõista on selle faasi vältel atrioventrikulaarsed klappid avatud ning semilunaarklapid endiselt suletud.

Kolmas faas on ventriikuli süstol. Ventriikul tõmbub kokku. Sulguvad atrioventrikulaarsed klappid ning avanevad semilunaarsed klappid. Veri surutakse arteeridesse.

Algab uus revolutsioon. Eelpoolkirjeldatud revolutsiooni käigust nähtub, et kunagi pole aatrium ja ventriikul korraga süstoolis. Nad võivad olla küll diastoolis korraga - (üldine diastol).

SÜDAME KLAPPIDE TEGEVUS. Nägime, et üldise diastoli ja aatriumi süstooli (ventriikuli diastoli) vältel olid atrioventrikulaarsed klappid avatud. Vent-

riikuli süstoli korral suureneb rõhk ventriikulis ja atrioventrikulaarsed klapid sulguvad. Nad sulguvad puhtmehaanilisel põhimõttel. Üldiselt võime südame klappide kohta ütelda, et nad on avatud siis, kui rõhk kahes nende naabruses olevas südame osas on võrdne. Suletud on nad siis, kui vere voolu suunas asuvas südame osas on suurem rõhk kui eel- pool asuvas südame osas.

Veenides on rõhk võrdne atmosfäärse rõhuga. Veeni vigastamise korral ei voola sealt peagu sugugi verd. Arterite vigastamise korral aga paiskuvad veerejuga kõrgusele üle 1 m. Aatrium pole eraldatud veenidest klappide varal ning seetõttu on aatriumides sama rõhk, mis veenideski. Atr. R = Veen R. Olgu rõhumine ventriikulis Ventr. R ja arteris Art. R, siis võime klappide sulgumise ja avanemise kohta koostada järgneva skeemi:

Atrioventrikulaarsed klapid.

avatud

suletud

Ventr.R = Atr.R (=veen R) Ventr.R Atr.R > (=veen R)

Semilunaarsed klapid.

avatud

suletud

Ventr.R > R.Art Art.R > Ventr.R

VENTRIIKULI PINGUSE AEG. Ventriikuli süstooli alguses sulguvad atrioventrikulaarsed klapid, siis hetk hiljem avanevad semilunaarklapid. Miks ei avanenemise semilunaarsed klapid silmapilkselt? On teada, et ülddiastoli korral vere rõhk aatriumis kui ka ventriikulis on null (0). Kuigi palju ei tõuse ta ka aatriumi kokkutõmbumise tagajärjel. Kui aga ventriikul hakkab kokku tõmbuma, siis sulguvad atrioventrikulaarsed klapid kohe, kui rõhk juba natukene on tõusnud. Semilunaarklappide avanemiseks on tarvis rõhku, mis oleks suurem kui rõhk arteris. Selle rõ-

hu saavutamine nõuab natuke aega. Sel põhjusel ei avanegi semilunaarklapid kohe silmapilkselt, vaid hetk hiljem, kui rõhk on ventriikulis jõudnud tõus- ta kõrgemale kui arteeris. Seda nõuetava rõhu saavu- tamise aega nimetatakse ventriikuli pinguse ajaks. Ventriikuli pinguse ajal tõuseb rõhk ventriikulis 0-80 mm Hg.

SÜDAME ISESEISVUS. Süda on täielikult võrdne teiste siseelunditega. Ta töötab iseseisvalt. Konna süda töötab pärast kehast eraldamist tundide vältel edasi. Imetajate südame tel on teha suur töö. Nad tar- vitavad toitu. Süda ei saa võtta tarvilikke toitai- neid teda läbivast verest aatriumi või ventriikuli kaudu. Ta võtab seda erilise arteeri koronaararteeri kaudu. Arteriaalne rõhk surub vere koronaari. Kui aga imetajate südame kehast eemaldame, siis pole ole- mas enam arteriaalset rõhku, mis suruks verd koro- naari ja toidaks südant, ning süda lakkab otsekohe funktsioneerimast toidu puudusel. Kui aga aorti ase- tatud toru abil suruda füsioloogilist lahust kcro- naari, siis töötab süda edasi. Tingimuseks on, et füsioloogiline lahus omaks sama temperatuuri, mis oli vastava looma kehal.

Ka teiste imetajate siseelundite kohta teame, et nad on võimelised funktsioneerima pärast orga- nismist eraldamist; kui lõikame näiteks välja tüki soolt kodujänesel ja asetame selle füsioloogilis- se lahusesse, siis tõmbub see reeglipäraselt kokku ja laskub tagasi. Sidudes selle soole vastavale alu- sele ning ühendades teise otsa kangsüsteemil nõela- kestega, siis võime registreerida kokkutõmbeid ja lõtvumisi tahmklaasil. Ka siin on oluline, et füsio- loogilise ehk Ringeri lahuse t^o oleks võrdne kodujä- nese kehatemperatuuriga. Kui lisame lahusele paar tilka adrenaliini (mida toodab neerupealis), siis soon ei tõmbu enam kokku, umbes samuti mõjub ka at- ropiin, (lülitab välja n.vagus'e), pärsib parasüm- paatikust. Kui aga lahusesse tilgutada atsetüülho- liini või odavuse mõttes parem pilokarpiini, siis tõmbub soon tugevasti ja kramplikult kokku. Samuti

mõjub ka füsistigniin ja muskariin.

KUIDAS SELETADA SÜDAME ISESEISVUST. Vaadel-
des lähemalt südame ehitust, siis näeme, et ta
koosneb kahest koest. Ta sisaldab lihaskude, mille
ülesanne - kokkutõmbumine, ja lihaskudet, mille
ehitus on palju primitiivsem ja lihtsam. See kude
ongi vastutav südame iseseisvuse eest. Sellist ku-
det asub imetajate südamel kahes kohas. Osa sel-
list kudet asub vena cava superior juures. Seda
nimetatakse avastajate järgi Keith-Flacki sõlmeks,
sageli ka siinuse sõlmeks. Selle hävitamise või
kõrvaldamise tagajärjeks on südame seisak. Teine
osa sellist kudet asub kahe aatriumi vahelises
seinas, seda nimetatakse TAWARA sõlmeks.

Südame ventriikulid on peagu täielikult eral-
datud aatriumidest. Neid ühendab eelpoolmainitud
primitiivse lihaskoe kimp, mida nimetatakse Hissi'i
kimbuks. Erutused aga aatriumi juurest ventriik-
lile kantakse üle Hissi kimbu kaudu. Üks osa Hissi
kimbuist saadab ärritusi edasi ühele südame poolele,
teine teisele.

Kui vaatleme konna südant, siis näeme, et ta
koosneb sinus venosus'est - südame osast, kuhu
suubuvad suured veenid, aatriumist ja ventriikulist.
Kui väljalõigatud konna südamel eraldada mehaanili-
sel teel sinus venosus aatriumist, siis töötab siin-
sus edasi, kuna aatrium ja ventriikul jäävad seis-
ma. Sellest järeldame, et iga normaalne ärritus,
mis põhjustab südame tegevust, algab siinusest.
Aatriumi ja ventriikuli kokkutõmbumised sõltuvad
siinusest. Kui eraldada aga ventriikul aatriumist
ja siinusest ning jätta alles side siinuse ja aat-
riumi vahel, siis töötavad siinus ja aatrium edasi,
kuna ventriikul jääb seisma. Eraldamist on kõige
parem teostada nõõriga kinnisidumise teel.

Kuidas on aga lugu imetajate südamega? Imeta-
jatel puudub sinus venosus. Teda asetab Keith-Flacki
ehk siinuse sõlm. Iga normaalne ärritus algab siin
Keith-Flacki sõlmest. Siit levib ta edasi aatriumi-
le - aatrium tõmbub kokku. Aatriumilt levib ärrit-

tus Tawara sõlme ja edasi Hissi kimbu kaud ventriikulisse.

Sellega seletubki südame reeglipärane kokkutõmbavus. Enne tõmbub kokku aatrium, ja kui ärritus on läbi Hissi kimbu kandunud ventriikuli juurde, siis alles ventriikul. On selge, et ka iga teine ärritus, mis tuleb väljaspoolt ning põhjustab järgnevalt südame aeglasemat või kiiremat tegevust - läbib läbi sama tee. Tähendab avaldab oma mõju kõigepealt KEITH-FLACKI sõlmele ja siis aatriumile ning lõpuks ventriikulile.

ÄRRITUSJUHE SÜSTEEM. Kui Tawara sõlmest leviks ärritus otsekohe ventriikulile, siis tõmbuks Tawara sõlme läheduses olev ventriikuli osa enne kokku ja teised ventriikuli osad hiljem, kui esimene osa on juba diastoolis, sest on ju selge, et ärrituse levimine lihaskoes on aeganõudev. Selle tagajärg oleks, et verd surutakse ühest ventriikuli osast teise ega mitte arteri. Selle sältimiseks on ventriikul varustatud ärritusjuhe-süsteemiga, mille abil Tawara sõlmest tulevad ärritused kantakse peaegu üheaegselt tervele ventriikulile laiali. Selle tagajärjeks on, et terve ventriikuli osa tõmbub üheaegselt kokku. Ärritusjuhe-süsteemis liigub ärritus 10 korda kiiremini kui harilikus südamekoes. Kui südame kaudu kandub ärritus edasi kiirusega 500 mm/sek., siis ärritusjuhe-süsteemis kandub ärritus edasi kiirusega 5000 m/sek.

KUIDAS SELETADA KEITH-FLACKI SÕLME AUTONOOMSUSE PÕHJUST.

Selle kohta on olemas kaks teooriat. Müogeenne teooria usub, et südame autonoomsust põhjustab Keith-Flacki sõlm ise oma silelihastest koostisega. Ärritused algavad temast enesest. Neurogeenne teooria usub, et ärritused algavad erilistest ganglionrakkudest, ilma milleta süda ei tööta.

Tegelikud katsed ja vaatlused aga näitavad, et õigem on esimene teooria. Kui võtame mingisuguse koe osa või raku ja asetame selle toitlahusesse,

siis hakkab see seal kasvama ja paljunema. Selliseid koeosakesi nimetatakse eksplantaatideks. Kui valmistame sellise eksplantaadi südame osast, siis näeme, et lihaskude on võimeline ka kontraheeruma. See asjaolu tõendab, et õige on müogeenne teooria. Lihased kontraheeruvad põhjustatuna Keith-Flacki sõlmelihaskolisest osast.

Müogeense teooria poolt räägib veel asjaolu, et kuna süda töötab lootelises arenemises juba siis, kui tal ka puuduvad veel ganglionrakud. Nii siis kontraheerub Keith-Flacki sõlm ise ega sõltu temas leiduvatest ganglionrakkudest.

SÜDAME FREKVENTSIST. Katsed näitavad, et südame frekvents (kokkutõmmete sagedus) sõltub temperatuurist, on temperatuuriga võrdeline. Nii lööb jänese süda 40°C juures neli korda kiiremini kui 25°C juures. Südame tegevus aeglustub kuni 4°C , siis jääb süda diastolisse seisma. Iseenesestki mõista avaldab temperatuur südamele omast toimet Keith-Flacki sõlme kaudu.

Südame frekvensi mõjustab veel ka vere keemiline koostis ja reaktsioon.

Vastavaid katseid korraldatakse väljalõigatud südame abil, mille koronaari juhitakse vastava rõhu all soovitava koostisega ja reaktsiooniga Ringeri lahust. Kokkutõmbed registreeritakse tahmpaberil vastavate osutite abil. Samal teel võime näidata ka, et süda reageerib mitmesugustele ainetele. Näit. hakkab ta adrenaliini toimel kramplikult lööma.

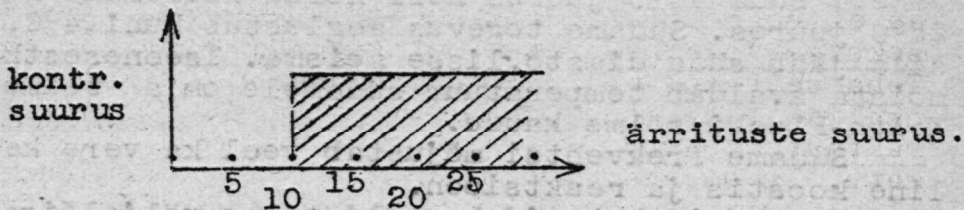
Katsetest nähtub, et suur KCl hulk Ringeri lahuses resp. veres põhjustab südame tegevuse aeglustumist. Küllalt suure kontsentratsiooni juures jääb süda diastolisse seisma. Seevastu CaCl_2 mõjub vastupidiselt. Suurendades CaCl_2 hulka suureneb südame frekvents alguses, lõpuks aga jääb süstolisse seisma.

Samalaadselt mõjub umbes ka keskkonna reaktsioon. Normaalsetel tingimustel on vere reaktsioon nõrgalt leeline. Muutub aga keskkond happeliseks langeb südame kontraktsioonide tugevus ja frekvents

(sagedus). Tugevam happeline keskkond põhjustab südame ploki. Ärritused vaibuvad T-sõlmes ega pääse ventriikuli juurde. Ventriikul jääb diastolisse seisma. Konna südame äärmine tajutav happesuse piir on pH 2 - 3.

Optimaalseks keskkonnaks südamele on $pH = 7,4$. Suureneb aga aluseline keskkonna tugevus, siis alguses südame frekvents suureneb ja lõpuks jääb ventriikul süstoilisse seisma.

KÕIK VÕI MITTE-MIDAGI seadus. Ventriikuli lihased moodustavad füsioloogilise ja protoplasmaatilise terviku. Ventriikul reageerib ärritustele kas maksimaalsel määral või ei reageeri üldse. Ta ei tunne vahepealseid kontraktsioone.



Kõik-või-mitte-midagi seaduse graafiline kuju.

Nõrk ventriikuli ärritus ei kutsu esile mingisugust reaktsiooni. Tugevad ärritused põhjustavad ühesuguse tugevusega süstole, olenematult ärritaja tugevusest. Kandes ühele teljele ärrituste suuruse, teisele kontraktsioonide suuruse, saame kõvera, mis tõuseb teatud punktis täiesti vertikaalselt ja murdub siis täisnurga all kulgevaks sirgeks. Kõige väiksemat ärritust, mis veel esile kutsub süstoli, nimetatakse künnisärrituseks. Kui mõista maksimaal-ärrituste all seda ärritust, mis esile kutsub kõige tugevama kontraktsiooni, siis võime ütelda, ja näha graafikust, et künnisärritus osutub ühtlasi maksimaalärrituseks. Siin on iga ärritus, mis suurem künnisärritusest, maksimaalseks ärrituseks, sest vastused ärritustele on ühesuurused.

Ärritusi, mis on vähemad künnis-ärritusest,

kutsutakse alakünnisärritusteks. Alakünniseline ärritus ei kutsu esile süsto li.

SÜSTOLI SUURUS. Kõik-või-mitte-midagi scadusest järeldub, nagu oleksid kõik südame süstolid ühesuurused. Tõsi küll, kui südame toitlus, temperatuur ja innervatsioon on samad, siis on süstolid samad. Samadest tingimustest sõltub ka künnisärrituse suurus. On ju selge, et hästi toidetud süda lööb tugevamini, s.o. reageerib ärritusele tugevama süstoliga kui halvasti toidetud süda. Täpselt samuti oleneb süstoli suurus ka teistest mainitud komponentidest.

REFRAKTAARNE PERIOOD. Südame lihas kokkutõmbe vältel pole võimeline reageerima ärritustele. Ta on kontraktsiooni vältel erutamatu. Seda aega, mil süda ei reageeri ärritusele, nimetatakse refraktaarseks perioodiks, sageli ka erutamatus perioodiks. Tehakse vahet täieliku refraktaarse perioodi ja osalise refraktaarse perioodi vahel. Täieliku refraktaarse perioodi vältel on süda täielikult ärritamatu. Ta ei reageeri ei mingisugusele ärritusele, olgu ärritus mistahes tugevusega. Osalise refraktaarse perioodi vältel reageerib südame lihas õige tugevatele ärritustele.

LATENSI-AEG. Latsensi-aeg on ajavahemik ärritamise ja reageerimise vahel.

EKSTRASÜSTOL JA KOMPENSATOORNE PAUS. Kui ärritame ventriikulit diastoli ajal või osalise refraktaarse perioodi ajal, siis tõmbub ventriikul ärritamise põhjusel kokku. See pole mitte normaalne süstol, vaid ärrituse kaudu esilekutsutud süstol. Selist ärrituse abil esilekutsutud ebanormaalset süstoli kutsutakse ekstrasüstoliks.

Järgnev loomulik ärritus tabab ventriikulit refraktaarsel perioodil ega põhjusta sel põhjusel normaalset järgnevat süstoli. Alles järgnev loomulik ärritus põhjustab süstoli. Ajavahemikul ekstra-

süstolist teise loomuliku süstorlini on ventriikul diastol

lis. Seda vaheaega nimetatakse kompensatoorseks pausiks.

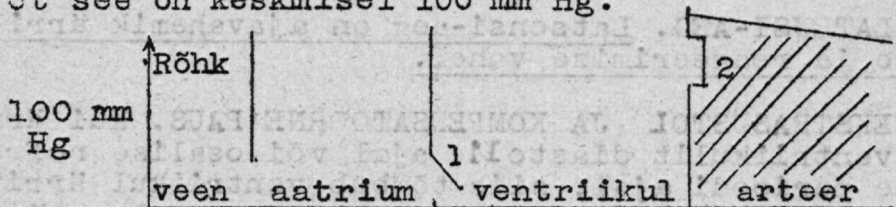
Harilikud südame löögid pole meil tajutavad. Erutatud olekus tekivad sageli ekstrasüstolid mil-liseid tajume. Ekstrasüstolile järgneb nagu harilikult kompensatoorne paus. Tunneme, et süda seisab natuke aega ja hakkab siis jälle lööma. Mõned isikud kannatavad pidevalt ekstrasüstolide tekkimise all. Erilist viga see organismile kui tervikule ei tee. Ainuke õnnetus on, et nende isikute tähelepa-nuvõime on sel ajal väike. Sel põhjusel ei võeta neid isikuid lenduriteks.

Kui ärritame südant diastoli ajajärgus, siis on latentsi-aeg õige väike. Osalisel refraktäärsel perioodil on aga latentsi-aeg mitu korda pikem.

KUI SUUR ON SÜDAME TÖÖ. Töö all füüsikalises mõttes tunneme käidud tee pikkuse ja ületatud tun-gi suuruse korrutist. Sama võime arvutada ka süda-me kohta.

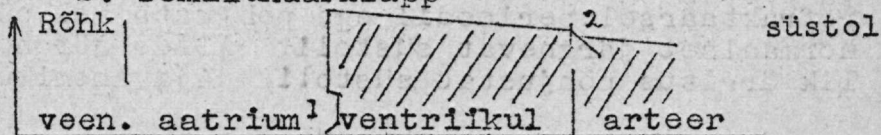
Teame, et vere hulk, mis süda paiskab ühe löögiga arteeri, on keskmiselt 60 ml (ccm). Vere erikaal oli ligikaudu 1. Nii siis paiskab süda ühe löögiga 60 g verd arteridesse.

Mõõtmised arteriaalse vere rõhu kohta näitavad, et see on keskmisel 100 mm Hg.



D i a s t o l

1. atrioventrikulaarne klapp
2. semilunaarklapp



Diastoli vältel on veenides, aatriumis ja ventriikulis rõhk 0. Sellest järeldub rõhu tõus 0-100 mm Hg. Kui arvestame sama rõhu ümber veesamba kõrguseks, siis saame $100 \cdot 13,6 = 1360 \text{ mm} = 1,36 \text{ m}$ ($13,6 = \text{Hg erikaal}$). Nii siis tõstab üks südame löök 60 g verd 1,36 m kõrgusele (vere erikaal = vee erikaal). Ühe südame löögi poolt tehtud töö on siis:

$$u = 60 \cdot 1,35 = 81,6 \text{ g.meetrit.}$$

Teiselt poolt teame, et rõhk kopsu arteeris on 5 korda madalam kui aordis. Viimane asjaolu on tingitud sellest, et kopsuringe takistus on viis korda vähem. Nii on siis parema ventriikuli poolt sooritatud töö:

$$u = \frac{81,6}{5} = 16 \text{ g.meetrit.}$$

Terve südame töö ühe ventriikuli kokkutõmbe vältel on siis:

$$u = 81,6 \text{ g/m} + 16 \text{ gm} = 100 \text{ g/meetrit} = 1/10 \text{ kgm.}$$

Löök süda minutis 70 korda, siis on südame töö minuti vältel:

$$U_{\text{min}} = 1/10 \text{ kgm} \cdot 70 = 7 \text{ kgm}$$

$$U_{\text{tund}} = 7 \text{ kgm} \cdot 60 = 420 \text{ kgm}$$

$$U_{\text{päev}} = 420 \text{ kgm} \cdot 24 = 10.080 \text{ kgm}$$

SÜDAME LIHASTEST. Lihaste all tunneme elundeid, millised on võimelised muutma oma kuju. Lihaskokkutõmbumisel muutub ka jämedamaks, kuid tema ruumala jääb endiseks.

Lihaste kontraktsiooni tugevust iseloomustab lihase absoluutne jõud. Lihase absoluutse jõu all mõeldakse tungi, mida antud lihas on võimeline tasakaalustama. Katsed näitavad, et lihase absoluutne jõud on kokkutõmbunud olekus palju vähem, kui ta seda oli väljasirutatud olukorras. Üldiselt võime ütelda, et absoluutne jõud teatud kindla lihase puhul on võrdeline viimase pikkusega. Täpselt sa-

ma seadus on maksev ka südame lihaste kohta.

SÜDAME SEADUS. Harilikult teame, et südame löögi volumen on 60 ml, s.t. diastooli vältel voolab südamesse 60 ml verd. Tegelikult pole see hulk aga kaugeltki nii ühtlane. Sageli voolab diastooli vältel südamesse 120 ml verd. On segle, et sellise verehulga arteeri surumiseks peab kuluma energiat 2 korda rohkem. Selle kohta kehtib Starlingi südame seadus, mis ütleb, et südame süstooli vältel vabanenud energia hulk on võrdeline diastooli vältel südamesse voolanud energia hulga.

SÜDAME DILATATSIOON. Olgu näiteks arteriaalne vererõhk 100 mg. Hg ning südame löögi voluumen 60 ml. Kui nüüd arteriaalne vererõhk tõuseb 130 mm Hg, siis loomulikult ei suruta arteeri mitte 60 ml verd, vaid natuke vähem, sest on ju selge, et semilunaarsed klapid avanevad nüüd hiljem (130 mm rõhu saavutamine nõuab iseenesestki mõista rohkem aega kui 100 rõhu saavutamine). Ütleme, et verd surutakse nüüd arteeri 30 ml. 30 ml jääb ventriikulisse. Järgmise diastooli vältel voolab südamesse juurde 60 ml. Kokku on verd südames 90 ml. Kui järgmine süstool viib ära 60 ml, siis jääb jällegi 30 ml ventriikulisse. Ventriikul ei tühjene süstooli vältel täielikult. Süda töötab laienenud olukorras.

Südame töötamist sellistes tingimustes tuntakse südame laienemise ehk dilatatsiooni all.

Kui mingisuguse haiguse vältel südame lihaste jõud kahaneb, siis ei suuda ta suruda 60 ml verd arteeri. Ta surub näiteks umbes 30 ml. 30 ml jääb ventriikulisse. Järgneva diastooli vältel voolab südamesse 60 ml juurde. Kokku on siis verd südames 90 ml. Süda töötab laienenud olukorras. Ventriikuli süstooli lõpul pole lihased täiesti kokku tõmbunud. Lihased on väljasirutatud nende absoluutne jõud on suurem (kooskõla Starlingi südame seadusega - diastooli vältel voolas rohkem verd südamesse (90 ml) Vabanenud energia hulk suurem). Sel teel regulee-

rib haige süda automaatselt vereringe ühtlust. Südame laienemine pole mingi halb nähtus, vaid nähtus, mis võimaldab täita haige südamel normaalselt oma ülesannet.

SÜDAME INNERVATSIOONIST. Süda nagu kõik autooomsed elundid on innerveeritud vegetatiivse erguka poolt, mis teatavasti jagunes parasümpaatiliseks ja sümpaatiliseks. Need olid omavahel antagonistid. Samal põhjusel on ka südant innerveerivad ergud antagonistid. Parasümpaatikuseks, mis mõjub südame tegevusele pärssivalt, aeglustavalt, on nervus vagus, mis teatavasti on peaju X erk. Sümpaatikuseks, mis kiirendab südame tegevust, on nervi accelerantes.

NERVUS VAGUS. Ärritades nõrkade elektrilööki-de abil nervus vagus't - langeb südame frekvents. Tugevate elektriliste ärrituste tagajärjel jääb süda diastoolisse seisma. Ühtlasi langeb ka vererõhk.

NERVUS ACCELERANS. Nervus accelerans on eelmise suhtes täielik antagonist. N. accelerans'i ärritamisel suureneb südame frekvents, ärrituste ülekanne südame osade vahel on kiire, aeg aatriumi ja ventriikuli süstooli vahel sellepärast väike. Süstoolid on tugevad. Täpselt samuti mõjub ka adrenaliin.

NERVUS VAGUS'E JA NERVUS ACCELERANS'I ÜLESANNE. Kui koertel läbi lõigata mainitud ergud, siis elavad nad edasi päris normaalselt. Ainukeseks sümptomiks on, et nad füüsilise pingutuse järel väsivad palju kiiremini kui normaalsed koerad. Nende süda töötab ühtlaselt ka füüsilise pingutuse korral. Sellest tõsiasiast järeldame, et n. vagus'e ja n. accelerans'i ülesandeks on kooskõlastada südame tegevust organismi tegevusega.

SÜDAME ÄRRITAMISEST. Südant võime ärritada peagu igast keha osast, näit. naha ärritamisega. Sa-

nuti ärritavad südant ka kõiksugu hingelised elamused nagu afektid jne. Süda vastab esimeste ärritustele reflektorselt. Suurt tähendust omavad ärritused, mis reguleerivad vererõhku.

VERERÕHU ÜETLUSTAMINE. Ärritused, mis on vererõhu reguleerimise aluseks, saavad alguse kahest kohast. Üheks selliseks tundlikuks kohaks on suur aordi kaar - arcus aortae ja teiseks kaela aordi osa - arteria carotis communis harunemiskoht sinus caroticus. Sel korral jaguneb arteria carotis communis - arteria carotis externa'ks ja arteria carotis interna'ks. Nendel kohtadel asuvad tundlikud rakud, millede normaalseks ärrituseks on aordi seinalaenemine, millist asjaolu põhjustab suur vererõhk. Nad on puht-mehaaniliste ärrituste vastuvõtjad nn. mehhanoretseptorid.

Arcus aortae - aferentseks erguks, mis juhib erutusi keskergukavasse, on nervus depressor (depressor = rõhu vähendaja). Sinus caroticuse aferentseks eruks on aga IX peaaaju erk. Ajus lülitatakse erutus ümber nervus vagus'esse, mis mõjub südame tegevusele pärssivalt, vähendades sellega vererõhku.

Sinus caroticus'e ja arcus aortae ülesandeks on vähendada vererõhku, täpsemalt ütelda, vältida liiga suurt vererõhu tõusu.

Vererõhu kohta tuletasime eespool valemi:

$$\underline{\underline{P = \frac{V \cdot T}{T}}}$$

V - minuti volumen
T - takistus.

Valemist selgub, et kui rõhk tõuseb liiga suureks, siis võime seda vähendada takistuse T vähendamise teel või südame tegevuse pärssimise teel, et sel teel vähendada minuti volumenit.

Nii see ka tegelikult toimub. Ärritus sinus caroticus'e või arcus aortae's põhjustab nervus vagus'e kaudu südame tegevuse aeglust ja ka veresoonte laienemist, et sel teel vähendada takistust.

Mõnedel loomadest põhjustab arcus aortae ja sinus caroticus pidevalt rõhu vähenemist. Süda on kogu aeg vaguse mõjude all. Sellist pidevat vagus'e

mõjumist nimetatakse vagus'e toonuseks. Kui nendel kõrvaldada sinus caroticus, siis suureneb südame löökide frekvents.

Et arcus aortae ja sinus caroticus'e kaudu takistatakse südame tegevust, siis nimetatakse neid ka südame ohjeldamise mehhanismiks.

Kas ka inimese süda on nervus vagus'e pideva toonuse all? Nervus vagus't siin läbi lõigata ei või.

Vastavaid katseid korraldatakse atropiini (mida saadakse atropa belladonna'st) süstimise teel. Atropiin halvab parasümpaatikuse ergulõppe. Selle tagajärjel on parasümpaatikus välja lülitatud, ning süda allub ainuüksi sümpaatikuse toimele. Nervus vagus on välja lülitatud. Sel põhjusel kaob ka vagus'e toonus, kui see oli olemas. Sel teel korraldatud katsed näitavad, et ka inimese süda on vagus'e toonuse all. Atropiini süstimise tagajärjel tõuseb südame frekvents, mis enne oli 60-70 korda minutis - kuni 100-120-ni. Vaguse toonust enam pole - süda töötab kiiresti.

Vaguse toonus on teataval määral organismi füüsilise arengu osutiks. Kui kellegi südame frekvents on 60 ning atropiini süstimise tagajärjel tõuseb 120, siis on tegemist füüsiliselt hästi arenenud isikuga. Tõuseb frekvents aga 70-100, siis on nõrgalt arenenud organism. Nii on see ka üksikute loomaliikide puhul. Nii puudub kodujänesel toonus, metsjänesel on ta aga kaunis suur. Sülekoeral on vagus'e toonus nõrk, teistel, õuekoertel on vagus'e toonus kaunis suur. Eriti suur on toonus hundidel.

ARTERIAALNE VERERÕHK. Süda tekitab rõhkude vahet, mis põhjustab vere liikumist. On selge, et vererõhk arteeris südame lähedal on suurem kui eemal. Lähemal vaatlusel aga selgub, et vererõhu langus arteerides on väike. Praktiliselt võime ütelda, et langust arteerides polegi. Seda rõhu väikest langust võime seletada arteeride suure läbimõõduga. Arteerides on takitus väike ning sellepärast langeb rõhk

ka ainult vähe.

Süda tekitab rõhkude vahet, löökide kaupa. Süstooli vältel rõhk tõuseb, kuid diastooli vältel rõhku enam ei suurendata ning rõhk peaks arteerides langema nullini. Tegelikult aga seda ei ole. Arteerid on elastsed ja pidevalt väljavenitatud olekus. Süstooli vältel venitatakse arteerid välja. Diastooli vältel tõmbuvad arteerid koomale, avaldades verele rõhku ning vältides arteriaalse vererõhu langemist nullini (0). Kui arteeride asemel oleksid klaastorud, siis süstooli vältel tõuseks rõhk õige kõrgele, ning diastooli vältel langeks tagasi nullini. On ju selge ja ka katseliselt kindlaks tehtud, et diastooli vältel vererõhk natuke langeb. Kui rõhk süstooli vältel on 120 mm, siis diastooli vältel langeb 80 mm, Hg. Vererõhku süstooli vältel nimetatakse süstoolseks rõhuks, käesoleval juhul 120 mm Hg, ning diastooli vältel diastoolseks vererõhuks, käesoleval juhul 80 mm Hg. Üldiselt võime ütelda, et diastoolne rõhk on keskmiselt $\frac{2}{3}$ süstoolsest vererõhust.

PULSIRÕHK; PULSS. Süstoolse ja diastoolse vererõhu vahet nimetatakse pulsirõhuks. Pulsirõhk on keskmiselt 40 mm Hg. Vererõhu muutumine arteeris kannab arteriaalse pulsi nime. Pulsi abil võime ettekujutust luua südame tegevusest. Pulsi järgi võime määrata südame frekventsia. Kui pulsi frekventsia on 70 korda minutis, siis võime ütelda, et ka südame frekvents on sama. Pulsi frekvents võrdub südame frekventsiga.

Arteerides oli vererõhu langus väike, kuid pulsirõhk suur. Arterioolides suureneb vererõhu langus, kuid väheneb pulsirõhk ning kapillaarides langeb vererõhk koguni alla, pulsirõhku pole siin määratud.

Mis on PULSS? Pulss on lainena arteeris edasikanduv vere vooluse kiiruse ja rõhu tõus. Süstooli korral surutakse arteeri seinad laiali. Diastooli vältel tõmbuvad need kokku ja suruvad verd edasi. Kokkutõmme liigub edasi teatava kiirusega, mida ni-

metatakse pulsilaine kiiruseks. Pulsilaine kiirust ei tohi ära segada vere vooluse kiirusega.

Kuidas määrata pulsilaine kiirust? Kiiruse määrame katseliselt. Varustame arteeri südame lähedal ja kuskil eemal seadistega, mis on võimelised registreerima iga arteeri laienemist ja ahanemist, ning kanname tulemused üheaegselt üle tahmklässile või parem optilise süsteemi abil päevapildipaberile. Saame kaks ühesugust lainelist kõverat, millest üks on vähe eespool, kui teine. Teades paberi või klaasi liikumise kiirust ning mõttes vahemiku, mille võrra üks kõver on teisest ees, võime arvutada pulsi liikumise kiiruse. Arvutused näitavad, et pulsilaine kiirus on 7-10 m sekundis. Tähendab pulsilaine levib sekundi murdosa vältel üle meie kõikide arteeride.

Kui pikk on pulsilaine? Teame, et süda lööb keskmiselt 70 korda minutis. Nii siis korduvad löögid 0,8-sekundiliste vaheaegadega. Pulsilaine pikkuse osa võime nende suuruste järgi välja arvutada järgmiselt.

$7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ m}$, $10 \cdot 0,8 = 8 \text{ m}$,
tähendab pulsilaine pikkus on 5-8 m. Sellest nähtub, et üks laine haarab arteeri kogu pikkuse ulatuses. Ekslik on ettekujutus, nagu oleks pulsilaine pikkus mõnikümmend cm.

Hoopis erinev aga on vere vooluse kiirus. Süstooli vältel on mainitud suurus 520 mm sekundis ning diastooli korral langeb 150 mm sekundis.

LÖÖGI JA MINUTI VOLUMEN. Südame löögi volumen, s.o. vere hulk, mis ventriikul ühe süstooli vältel paiskab arteeri, on 60 ml. Minuti volumen on vere hulk, mis liigub 1 minuti jooksul ventriikulist arteeri, teiste sõnadega, läbib minuti jooksul südant. Selle võime arvutada eelmisest, teades südame lööki-de arvu minutis.

$$60 \text{ ml} \cdot 70 = 4200 \text{ ml}.$$

TSIRKULATSIOONI AEG. Tsirkulatsiooni aja all mõeldakse kõige lühemat ajavahemikku, mille vältel

verre sattunud vedelik teeb täis vereringe. Tsirkulatsiooniaja katseliseks kindlaksmääramiseks, avame katselooma veeni ja laseme sinna sisse natuke värvainet ning möödame ajavahemikku, mille lõpul ilmub värvaine veeni perifeerses otsas (s.o. südame suhtes). Katset mitmesuguste loomadega korraldades on leitud, et tsirkulatsiooni aeg on

hobusel 32 sek., koeral 17 sek., kassil 7 sek. Ekslik on arvata, et tsirkulatsiooni aja vältel kõik veri teeb täisringi. Veri soonte keskosas liigub suurema kiirusega kui perifeersetes osades ning soonte seina lähedal seisab ta peagu paigal. Värvaine puistates langeb ta soone keskosas ning kandub edasi enamvähem selle kiirusega, mida omab veri soone keskosas.

ORGANITE VERETARVITUSE REGULEERIMINE. Organid võtavad verest vajalikke toitaineid ja hapnikku. Viimane protseduur sünnib kapillaarides, millised moodustavad kõige tähtsama osa veresoonestikust. Kõik organid ei tarvita võrdsel hulgal verd. Veretarvitus on varieeruv. Need organid, mis ei tööta, tarvitavad palju vähem verd. Puhkeolekus skeletilihased sisaldavad palju vähem verd kui töötavad.

Vastav reguleerimine toimub arterioolides. Arterioolide seinte ehitus erineb suurte arteeride omast. Suurte arteeride seinad pidid olema elastsed, et võimaldada pulsirõhku. Arterioolidel aga on elastsus tagaplaanil. Nad on varustatud silelihastega. Need silelihased on ringlihased ja ümbritsevad arterioole. Kui ringlihased kokku tõmbuvad, väheneb arteriooli läbimõõt ning vastavasse elundisse voolab loomulikult vähem verd. Laskuvad aga ringlihased lõdovaks, siis laienevad arterioolid ning verd pääseb rohkem elundisse.

Arterioolid jagunevad kapillaarideks. Kapillaarid on veresooned mikroskoopilise läbimõõduga, ning nendes toimub, nagu mainitud, gaasidevahetus. Ka kapillaarid võtavad vere paigutusest osa. Selgub, et funktsioneerivate kapillaaride, s.o. verega täidetud kapillaaride arv on varieeruv. Töötavas lihases on

peagu kõik kapillaarid avatud ja verrega täidetud. Mittetöötavas, puhkavas lihases on kapillaarid suuremalt osalt kinni. Vähesese töö tagajärjel mingisuguses organi osas suletakse kapillaarid ning avatakse arvatavasti mingisuguse keemilise aine toimele, mis tekib organismis intensiivse töö tagajärjel. Funktsioneerivate kapillaaride arv töötavas lihases suureneb 750 korda. Nagu näha, kehtib ka kapillaaride kohta kõik-või-mitte-midagi-seadus nagu südame lihase kohta.

VEENID. Kapillaaridest koguneb veri veenidesse. Veenides on vere rõhk üldiselt madal. Eriti madal on ta südame lähedates veeni osades, kuna kaugemal on ta natuke kõrgem.

Veenid on vere ladestamispaigaks. Nendes on harilikult 2 korda rohkem verd kui arteerides. Nende läbimõõt oleneb venoossest rõhust. Kui venoosne rõhk on 20 mm, siis on nad maksimaalse läbimõõduga. On aga veenides rõhk 0, siis on nad harilikult suletud.

Veenides leiduvad erilised veenide klapid, mis oma funktsioonilt sarnanevad semilunaarklapidele. Nad on nii asetatud, et lasevad verd läbi ainult südame suunas, tagasi nad ei lase. Veenide klapid astuvad tegevusse, siis kui lihaste kontraherumise tagajärjel veenid kokku surutakse. Sel põhjusel hõlbustab liikumine ja töötegemine vere ringlemist. Veenid surutakse naabruses asuvate lihaste kontraktsiooni tagajärjel kokku. Veri tagasi voolata ei saa, klapid ei lase, vaid surutakse südame poole.

On selge, et eriti suurt tähtsust omavad veenide klapid jalgades. Kui puuduksid jalgade veenides klapid, siis peaks nendes veenides olema suur rõhk. Rõhk peaks siis olema võrdne veesamba rõhuga, mille kõrguseks vahemik jalgadest südameni.

Kaunis sageli esineb haigus, mida tuntakse veenide seinte laienemisena ehk nn. Varix'ina. Mitmesugustel põhjustel muutuvad eriti jalgades, veenid kohati laiemaks. Tekivad erilised tombud ja

külmud. Nendes laienenud kohtades ei ulatu klapid sulgumise juures kokku. Nad ei saa enam funktsioneerida. Kui nüüd mingisuguste põhjustel veen vigastatud saab, siis purskab sellest veri kaares välja. Veresammas võib tõusta kuni südame kõrguseni. Vere kõige parem sulgemine on pikaliheitmine. Jalad asuvad nüüd südamega ühes tasapinnas. Ei ole enam kõrget venoosset rõhku ning haavast tuleb ainult natuke verd.

ARTERIOOLIDE LÄBIMÕÖDU REGULEERIMINE. Arterioolides läbimõõdu reguleerimine allub erilisele keskusele, mis asub piklikus ajus. See keskus on vasomotoorne keskus. Vasomotoorsest keskusest väljuvad pidevalt erutused, mis peavad arterioolide ringlihased alati teatava toonuse all. Ringlihased on sellega normaalses olukorras natuke kokkutõmbunud. Erutuste edasikandjaks vasomotoorsest keskusest on 2 erku. Vasokonstriktori erutuse tagajärjel kontraheeruvad arterioolide ringlihased, viimase läbimõõt muutub vähemaks. Vasodilaatori erutuse tagajärjel langeb ringlihaste toonus. Arterioolide läbimõõt suureneb. Ergud väljuvad piklikust ajust ja kulgevad läbi seljaaju. Kui eraldada seljaaju piklikust ajust, siis langeb vererõhk otsekohe. Vasokonstriktor on välja lülitatud. Ringlihaste toonus kaob - veresooned laskuvad laiali, mis ka põhjustab vererõhu langust. See asjaolu tõendab selgesti, et ergud, mis väljuvad piklikust ajust, vasomotoorsest keskkonnast, kulgevad läbi seljaaju.

Vasomotoorse keskkonna loomulikuks ärritajaks on vere reaktsioon, mis, nagu teada, normaalselt oli nõrgalt leeline. Tõuseb aga vere happelisus erutub vasomotoorne keskus. Vererõhk tõuseb. Sama nähtus esineb ka lämbumisel. Kui hingamine on takistatud - jääb verre CO₂. See põhjustab vere happelisuse tõusu, mis ärritab vasomotoorset keskust. Arterioolid tõmbuvad tugevasti koomale, vererõhk tõuseb.

KORONAARVERERINGEST. Koronaarvereringe algab aordi algusest. Tema ülesandeks on südame toitmine.

Juba varem nägime, et süda ei tööta laugelthi ühtlaselt. Mõnikord töötab kiiresti, teinekord aeglaselt. Vastavalt südame tööle ja koormatusele peab ta saama ka kas rohkem või vähem verd.

Selgub, et need tegurid, mis põhjustavad südame suurema koormatuse, põhjustavad ka koronaararteride laienemist, et võimaldada südamele saada küllaldaselt toitu. Vaatleme neid põhjusi lähemalt.

1. Rõhk arteris. Suur rõhk arteris, siis on ka südame koormatus suur. Ühtlasi on koronaararterid laiad. Ühtlasi on koronaararterid laiad. Arteriaalse rõhu suurenemist ja koronaararteride laienemist illustreerib järgmine tabel.

<u>Vererõhk:</u> (mm HG)	<u>Koronaartsirkulatsioon:</u> (Minutis)
60	50 ml.
100	90 "
128	124 "
166	208 "
190	500 "

2. Arteriaalse vere hapnikusisaldavus.

Kui arteriaalne veri sisaldab vähe hapnikku, siis laienevad koronaararterid, et võimaldada rohkem verd läbi voolata ja muretseda südamele küllaldasel määral hapnikku.

3. Koronaararteri innervatsioon.

Koronaararterid on samuti nagu süda innerveeritud nervus vagus'est ja nervus accelerans'ist. Nervus vagus avaldab pärssivat toimet südamele ja ahendab koronaararteere. Nervus accelerans mõjub südamele kiirendavalt ja laiendab koronaararteere.

ADRENALIINI TOIME. Ühendame jänese arteri manomeetriga ja kanname võnked üle tahmklaasile. Näeme, et vererõhk reeglipäraselt koos südame taksumi-sega tõuseb ja langeb. Ühtlasi märkame suuremaid tõuse ja langusi, mida põhjustab hingamine. Sageli nimetatakse vererõhu lainet, mida põhjustab hingamine, respiratoorseks vererõhu laineks. Kui ürrita-

me elektrilöökidega nervus vagus't, siis langeb vererõhk. Kui aga süstime adrenaliini, siis tõuseb. Adrenaliini süstimine on võrdne nervus accelerans'i ärritusega. Adrenaliini produtseerib teatavasti meie neerupealis. Mis otstarve on siis adrenaliinil? Ta kutsub esile vererõhu tõusu; aga milleks? Tegelikult on asi natuke teisiti. Adrenaliin füsioloogilises annuses, nagu seda produtseerib neerupealis, eti põhjusta vererõhu tõusu. Ta soodustab veresoonte ahenemist kõhus ja mittetöötavates lihastes ning põhjustab töötavates lihastes veresoonte laienemist. Koronaararterid laskuvad tema mõjul laiali ning rohkesti on verd ka keskergukavas.

Sellest nähtub, et sümpaatikus ja adrenaliin töötavad käsikäes. Adrenaliin soodustab head kontakti loomist välisilmaga, nagu seda teeb ka sümpaatikus. Lihased vajavad rohkesti verd, mida süda peab nendele kiiresti pumpama. Et oma ülesannet täita, laienevadki koronaararterid. Vererõhu tõus katse juures on tingitud liiga suurest adrenaliiniannusest.

Sama katse juures võisime märgata ka pulsi rõhumist. Täpseid andmeid siit pulsirõhu kohta aga ütelda ei saa, sest elavhõbe omab niivõrd suurt inertsi, et ei registreeri täielikult pulsirõhku. Vererõhu võnkumised on tegelikult suuremad, kui seda manomeeter näitab.

H I N G A M I N E .

Hingamiseks nimetatakse õhu liikumist hingamiseluundesse ja ka tagasi. Viimased koosnevad trahheast, bronhidest, bronhioolidest ja alveoolidest. Alveoolides toimubki hapniku äraandmine verele. Hingamise ülesandeks on tuua kopsualveoolidesse värsket hapnikurikast õhku ja kõrvaldada CO₂-rikas õhk.

Normaalselt inimene hingab 0,5 liitrit õhku sisse ja välja. Hingamise põhjus seisneb keha ruumala, täpsemalt üteldes rindkere ruumala suure-

nemises ja vähenemises. Kopsud võtavad hingamisest täiesti passiivselt osa.

Hingamise suurust või sügavust võime sellega määrata kahel viisil. Meie kas mõõdame ära sisse- või väljahingatava õhu või mõõdame rindkere ruumala suurenemise.

Vaatleme nüüd, millisel viisil kopsud jälgivad rindkere ruumala muutust. Kopsud on ühendatud trahhee abil välisilmaga. Rindkerest lahutab neid väike ruumike, mida nimetatakse pleuraruumiks. Pleuraruumis valitseb tavaliselt subatmosfäärne rõhk. Kui kellegi isiku pleuraruum avada ja ühendada atmosfäärse rõhuga, siis langeksid kopsud kokku, isik ei saaks üldse hingata. Seda pleuraruumi täitumist nimetatakse pneumotooraksiks ehk õhkrinnaks.

Pneumotooraksit kasutatakse kergekujuliste kopsutiisikushaigete ravimisel.

Kopsud on normaalselt pidevalt väljavenitatud olukorras, sest vastasel korral ei langeks nad pneumotooraksi vältel kokku. Sellest asjaolust sõltub subatmosfäärne rõhk pleuraruumis. Puuduks kopsul kokkutõmbevõime või nagu öeldakse, retraktsioonituge, siis oleks rõhk pleuraruumis võrdne atmosfäärse rõhuga. Et aga kopsul on retraktsioonituge olemas, siis on rõhk pleuraruumis viimase võrra vähem atmosfäärsest rõhust.

$$P_{pl} = P_{at} - P_{ret}.$$

P_{pl} - rõhk pleuraruumis

P_{at} - atmosfäärne rõhk

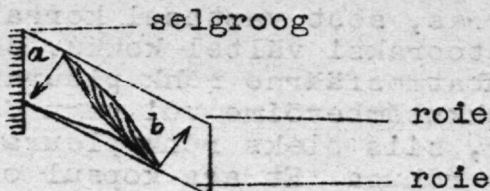
P_{ret} - kopsu retraktsioonituge

Kopsud võtavad hingamisest täiesti passiivselt osa. Nad pole varustatud lihastega.

HINGAMISLIHASED JA NENDE TÖÖ. Hingamislihased jagunevad inspiratoorseteks ehk sissehingamislihasteks ja ekspiratoorseteks ehk väljahingamislihasteks (ladina keeles inspiratio - sissehingamine, expiratio - väljahingamine).

Sissehingamislihasteks on vahelihas ja musculus intercostales externi (roietevahelised lihased).

Vahelihas on kuplitaoline moodustis kumerusega rindkere poole. Vahelihas kinnitub äärtega rindkerele. Vahelihas kokku tõmbudes tõmbab oma kuplikujulise keskmise osa allapoole sel teel suureneb rindkere pikkus ja ruumala. Sageli kujutatakse vahelihast tasapinnana, mis sissehingamise vältel tõmbub allapoole nõgusaks. Viimane arvamus on aga ekslik. Sel korral ei järgneks vahelihase kokkutõmbumisest mitte inspiratio't. Vahelihas peaks inspiratio sooritamiseks siis lõdvenema. Vahelihas suurendab rindkere pikkust, kuid ühtlasi astuvad tegevusse ka roietevahelised lihased (muskliid r-vahel) - musculi intercostales externi. Need suurendavad rindkere laiust. Mainitud lihased on kinnitatud üksikute roietepaari vahele. Saavad alguse tagantpoolt ning kulgevad põigiti ette ja alla alumise roiete külge.



Nende lihaste kontraktsioonist resulteerub roiete ülespoole tõusmine. Kontraheerumisel ei saa mõjuda tekkinud tungid kontraheerumise suunas, vaid lagunevad kaheks komponentide paariks. Kaks komponenti hävivad. Mõjuvad ainult komponendid a ja b, mis iseenesestki mõista on võrdsed. Nii ei kasutata kõike tungi, mis tekib kontraheerumisel, ära. Komponent b tõmbab roiet täpselt sama suure jõuga ülespoole kui komponent a allapoole. Sellest peaks järgnema roiete lähenemine. Tegelikult see oleks ka nii, kui mitte roided poleks kinnitatud selgroo külge ja lihase kinnitamiskoht ülemise roide küljes poleks mitte lähemal selgroole kui kinnituskohal alumisel roidel. Alumise roide moment (tungi suurus korrutatud kangi öla pikkusega) on suurem ülemise omast ning sellest resulteerub roiete liikumine ülespoole. Anatoomiast teame, et roiete pikkus suu-

reneb alates 1, - 8 paarini. Kui roided tõstetakse kõrgemale, siis on 8.roiete paar umbes endise 4.-5.paari kohal. Rindkere maht muutub, seega suuremaks (lühemad roided on asendatud pikematega!) millest resulteerub kopsu täitumine õhuga.

Väljahingamisest võtavad osa musculi intercostales interni. Nad ühendavad ka roideid, kuid kulgevad täielikult vastupidiselt ning funktsioneerivad vastupidiselt eelmistele, millest järeldub roiete laskumine allapoole ning rindkere vähene- mine.

HINGAMINE. Normaalselt inimene hingab 1/2 liitrit õhku sisse ja välja. Seda sisse- ja välja- hingatavat õhku nimetatakse respiratsioon- ehk hingamisõhuks. Kui oleme normaalselt sisse hinga- nud 500 ml õhku, siis võime pingutades veel kopsu vastu võtta umbes 1500 ml õhku. Seda õhu hulka ni- metatakse komplementaarseks õhuks. Samuti võime aga veel pärast normaalset väljahingamist hingata välja teatud hulga õhku, umbes 1500 ml, mida nime- tatakse suplementaarseks õhuks.

Respiratsioonihhk, komplementaarne õhk ning suplementaarne õhk kokku moodustavad vitaalse ka- patsiteedi ehk elulise mahu. Vitaalne kapatsiteet kõigub normaalselt - meestel 3500 - 5000 ml vahel.

Mainitud õhu hulka ja ka vitaalset kapatsi- teeti mõõdetakse spiromeetri abil. Kui hingame sis- se maksimaalse hulga õhku, ning selle uuesti maksi- maalselt välja spiromeetrisse, siis leiamegi vi- taalse kapatsiteedi suuruse.

Sageli on tahetud viia vitaalset kapatsiteeti ühendusse isiku füüsilise arenguga ning üteldud, et mida suurem on isiku vitaalne kapatsiteet, seda pa- remini on ta arenenud füüsiliselt. Selline vaade on kahtlemata vale. Eluline maht näitab ainult rindkere liikuvuse suurust. Ütelda, et suure vi- taalse kapatsiteediga isik on füüsiliselt hästi arenenud, on sama vale kui see, et need isikud, kes võivad astuda hästi pika sammu, on head jooksjad.

Vitaalne kapatsiteet on kõikuv. Sageli on

katsutud teda sisuda isiku keha kaaluga või pikku-sega. Kui seda teha, siis oleks vahest kõige õigem siiduda seda indiviidi keha pindalaga.

Kui väljahingamisel kuitahes kõvasti pinguta-da - jääb ikkagi teatud osa õhku kopsu. Seda õhku nimetatakse reservõhuks. Reservõhu hulk tavaliselt on 1500-2000 ml. Reservõhk kõrvaldatakse kopsudest alles täieliku pneumatooraksi puhul, muidu normaal-setel tingimustel püsib ta alati kopsus.

Hingamisnähtus vaatlemisel tuleb veel arvesta-da ka nn. surnud ruumi. Surnud ruumi all mõistetak-se hingamisteede ruumala, mis hingamisest osa ei võta. Tavaliselt on surnud ruumala 140 ml. Sisse-hingamisel satub alguses alveoolidesse õhk, mis oli surnud ruumis, hiljem juba väline puhas õhk. Välja-hingamisel surutakse välja alguses õhk hingamisteo-dest ja alles siis alveoolidest. On selge, et alveoolidest väljasurutud õhust jääb osa surnud ruumi ning läheb järgmisel sissehingamisel uuesti alveoolidesse tagasi. Kui hingata pealiskaudselt, siis pääseb ainult vähe värsket õhku alveoolidesse. Hingates sisse ainult 140 ml ei pääse värsket õhku üldse alveoolidesse. Sellisest hingamisest pole üld-se kasu, on sama hea, kui üldse ei hingaks.

Surnud ruumi olemasolu tõttu ei sisalda alveoo-lidesse sattuv õhk niipalju O₂ kui seda välisõhk. Ohtlasi on temas CO₂ hulk suurem.

Oluline on alveolaarse õhu koostis. Alveoolis toimub O₂ ja CO₂ vahetamine vere ning alveolaarse õhu vahel. Õhu koostist iseloomustab järgnev tavel:

	inspireeritav õhk	ekspireeritav õhk	alveolaarne õhk
O ₂	20,95%	16,4%	13,7%
CO ₂	0,03"	4,1"	5,6"

Sellest selgub, et CO₂ antakse verest ära 5,6 süsinikkusisaldavasse keskkonda. Hapnikku võe-takse ära 13,7% O-keskkonnast.

HINGAMISE REGULEERIMINE. Hingamist reguleerib keskus, mis asub piklikus ajus. Hingamistsentrum reguleerib niihästi hingamise frekventsii kui ka tugevust. Hingamisel on tegevuses hulk lihaseid. Normaalsel hingamisel on vajalik, et lihased kont-
raheeruksid ühetugevusest ja et nende kõikide kont-
raksioon lõpeks üheaegselt. Selle ülesande toime-
tuseks ongi hingamiskeskus. Hingamiskeskus saadab
ärritusi perioodiliselt, pidevalt. Normaalselt ini-
mene hingab ühe minuti jooksul 15 korda. Minuti
vältel hingab ta siis $500 \cdot 15 = 7.500$ ml.

Loomulikult on see minuti jooksul hingatud õhu hulk varieeruv. Ta oleneb ainevahetusest. Hin-
gamistsentrum vajab selleks ärritust. Mis on siis
hingamistsentrumi ärritajaks? Võiks arvata 2 tegu-
rit, nimelt süsihappe hulga tõusu veres ja hapni-
ku puudust. Kumb nendest?

Kas mõlemad?

Selleks vastame küsimusele katse kaudu.

Laseme isikul hingata kinnisesse ruumi (näit. kotti). Selle juures väheneb O_2 hulk mainitud ruu-
mis ning tõuseb CO_2 hulk. Hingamine intensiivistub,
frekvents suureneb. Kui aga lisame mainitud ruumi
ainet, mis absorbeeriks CO_2 , siis toimub hingamine
normaalselt. Vähe hiljem muutub katsealune kahva-
tuks, limanahad muutuvad sinakaks, ta kaotab mee-
märkuse. Uurides sel korral nõu koostist - näeme,
et ta sisaldab ainult 8-10% O_2 . Nendest katsetest
selgub, et hingamistsentrumi ärritajaks on süsihap-
pe hulk veres, mitte hapnikupuudus. Sellest seis-
kohast väljudes on arusaadav, miks võivad inimesed
elada ka mägedes, kus õhurõhk on tublisti subatmos-
fäärne ning O_2 hulk seega õhus ka väike.

oooo 000 ooooo

S i s u :

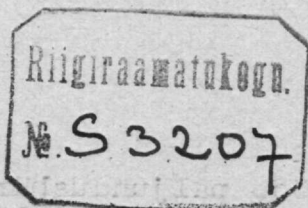
Sissejuhatus	lk. 3
Süsihüdratid	" 3
Lipiidid	" 8
Proteiinid	" 14
Ensüümid	" 16
Ergukava	" 18
Seedimine	" 25
Resorptsioon	" 35
Vahe ehk intermediaarne ainevahe- tus	" 38
Üldainevahetus	" 42
Vitamiinid	" 51
Keha temperatuur	" 58
Veri	" 61
Vereringe	" 69
Hingamine	" 92
Sisu	" 98
Järelsõna	" 99

J ä r e l s õ n a .

Käesolev konspekt on koostatud prof. M.Tiitso 1937 a. loengute järgi vastavalt loodus- ja rohuteadlaste eksamikavale. Konspekti koostamisel on oskussõnad suuremas enamuses jäetud sellistena, nagu neid soovitab tarvitada hr. prof. M.Tiitso. Ainult mõningates üldtarvitatavates terminites on arvestatud keelelise korrektori soove. Nii on tarvitusele võetud terminid "arter ja ventriikul" (pro arter ja ventriikel, gen. ventriikli) j. m. t. Konspekti sisu on jaotatud 14 peatükki, millede sisu kohta üldise ülevaate annavad suurtähtedega trükitud alapäälkirjad. Sellise ainekäsitluse juures tohiks sisu küllaltki arusaadav ja terviklik olla. Loodan seepärast, et konspekt farmatseutide ja loodusteadlaste poolt sooja vastuvõtu leiab.

Lõpuks olgu avaldatud autori poolt siinkohal suurim tänu hr. prof. M.Tiitsole isiklikult lahke kaasabi ja vaeva eest konspekti redigeerimisel ja Akadeemilisele Kooperatiivile, kelle õlgadel lahus konspekti kirjastamine.

A u t o r .



Kirjatööde paljundusbüroo "VELOX"
Tartus, Gustav-Adolfi t.18.

S 3207

30
S 3