

TARTU ÜLIÕPILASKONNA TOIMETISED № 7

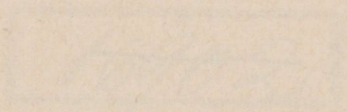
Dr. med. vet. J. Tehver

KODULOOMADE FÜSIOLOOGIA



AKADEEMILISE KOOPERATIIVI KIRJASTUS

KODULOOMADE
FÜSIOLOOGIA
KODULOOMADE FÜSIOLOOGIA



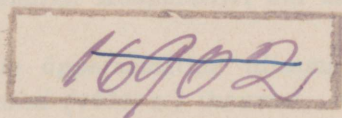
ARTISTIKALNE KOOPERATIV
TARTU 1959

Dr. med. vet. J. Tehver

Koduloomade anatoomia ja histoloogia dotsent Tartu ülikoolis

KODULOOMADE FÜSIOLOOGIA

43 tekstijoonise ja 2 värvilise tahvliga



AKADEEMILINE KOOPERATIIV
TARTU, 1936



A-7172

Gessõna.

Käesolev õpperaamat, mis enda kasustajatena näeb esmajoones koduloomade füsioloogiaga tutvuvaid üliõpilasi ning loomakasvatustlike ja -hügieeniliste küsimustega tegelevaid eriteadlasi, esitab mitme võõrkeelse õpiku eeskujul vaid füsioloogia neid alasid, mille rakenduslik tähtsus on kõige ilmsem.

Töö allikatena on kasustatud Marshall & Halnan'i, Mangold'i, Dukes'i, Smith'i, Ellenberger & Scheunert'i, Paton & Orr'i, Schwartz'i, Leontovitš'i jt. koduloomade füsioloogia õppe- resp. käsiraamatuid ning (eriti veregruppide, vitamiinide, hormoonide ja sigimisfüsioloogia kirjelduses) erialalisi uurimistöid.

Käesoleva töö (välja arvatud peatükk sigimisfüsioloogiast) on käsikirjas läbi vaadanud ja väärivate märkustega täiendanud dots. dr. M. T i i t s o, prof. dr. J. M ä g i ja prof. dr. A. L a a s, kelledele ma siinkohal õiglast tänu avaldan. Teistest töö sisu või välimuse vääristamisel kaasaaidanuist tänan keelelist korrektorit hr. H. P ü r k o p p i, korrektuuri lugemisel abiks olnud assistenti hr. R. S ä r e t, illustatsioonide valmistajatest preili H. K a m d r o n i t ja hr. A. D a n i e l i, töö kirjastajat Akadeemilist Kooperatiivi kui ka „Postimehe“ trükikoda.

Loodan käesolevale õpperaamatule niisama head vastuvõttu ja levikut kui oma varemini (1934. a.) ilmunud „Koduloomade anatoomialegi“.

AUTOR.

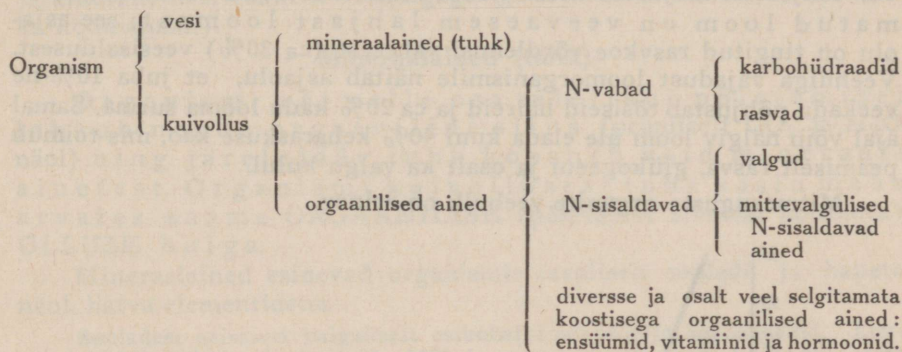
Tartu, september 1936.

SISU:

	Lk.
Organismide keemiline koostis	1
Vesi	2
Mineraalained (tuhk)	3
Karbohüdraadid e. süsivesikud	4
Rasvad	7
Valgud	8
Ensüümid	15
Vitamiinid	18
Veri	31
Vere tsirkulatsioon	40
Hingamine	47
Seede	
Söödavõtt ja suuseede	54
Maoseede	60
Seede eesmagudes	69
Seede peensooles	74
Seede jämesooles	78
Roe	80
Seedest lindudel	82
Söötvahendite kasustamismäär (seedekoe- fitsient)	85
Resorptsioon e. imendus	88
Ainevahetus	90
Kogu-ainevahetus	98
Kehasoojus	106
Keha vedelad eritised	
Kusi	109
Higi	115
Rasu	116
Piim	117
Inkreetorganite toime	
Kilpnääre	121
Paratüreoidnäärmed e. epiteelkehakesed	122
Harknääre	123
Pankrease e. Langerhans'i saarekesed	124
Neerumanus e. adreen	125
Epifüüs e. ajukäbi	127
Hüpofüüs e. ajuripats	127
Sugunäärmed e. gonaadid	129
Rejuvenatsioon e. noorendus	133
Loomade sigimisest	136
Östraaltsükkel	138
Ind ja innaeg	146
Sugurakud. Eostus ja paaritus	151
Loote arenemisest; lootekestad ja platsenta	163
Tiinuse kestus, tunnused ja diagnoos	174
Sünnitus	178
Sigivus	180

Organismide keemiline koostis ¹.

Loom- ja taimorganismi üldjoontes ühtlast keemilist koostist illustreerib järgnev skeem:



Looma söödas (inimese toidus) päritolu ja füüsikalise ilme alusel eristatavaid koostisosi (põlluhein, kaerapõhk, odrajahu, lina-seemnekoogid, nisukliid jt.) nimetatakse SÖÖT-(TOIT-)VAHENDI-TEKS ² ja viimastes leiduvate keemiliste ainete rühmi (valgud, rasvad, karbohüdraadid) TOITEAINETEKES.

Organismi või ta osade 100° C t⁰ kuivatamisest resulteeruv kaalukadu näitab selle VEESISALDUST, jääk aagamoodustab KUIVOLLUSE.

¹ Looma kehas toimuvate keemiliste protsesside, eriti seedefüsioloogia mõistmiseks on vajalik ülevaade samuti söödana tarvitavate taimede ja nende produktide koostisest; et nende keemiline koostis printsiibilt ühtib loomorganismide omaga, siis vaatleme siinkohal mõlemaid paralleelselt.

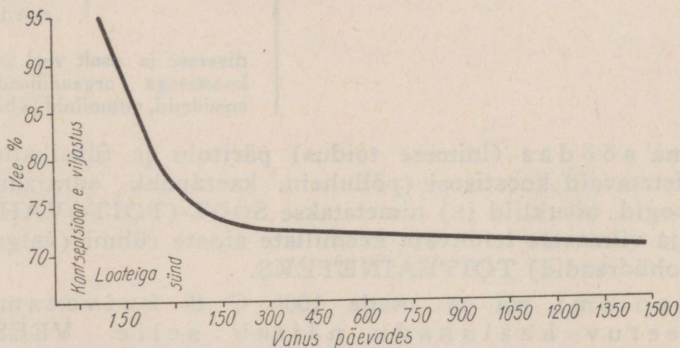
² Söötvahendid moodustavad kore-, toor-, jõu- ja loomse päritoluga sööti. Koresöödad moodustuvad toorkiurikastest söötvahenditest, nagu heintest, põhkudest ja mitmesugustest hädasöötadest (puulehed, puuoksad jt.). Toorsöödad koosnevad haljassöödadest (värske rohi, juurvilja pealsed jt.), juurviljast (peedid, porgand, naerid), mugulviljast (kartul) ja vabrikute veerikastest jätetest. Jõusöötadele ehk kontsentraatidele on omane seeditava materjali rikkalik sisaldus ning vee ja toorkiu vähesus (teraviljajahu, õlikoogid). Kuivatatud animaalsed produktid (kala- ja lihajahu, kuivatatud piim) kuuluvad samuti jõusöötade hulka.

Kuivatamise korral nimetatud temperatuuril võib veega ühes lahkuda ka osa kuivolluse hulka kuuluvaid, kergesti lenduvaid aineid, nagu eeterlikud õlid, piima-, või- ning äädikhape, ammoniaak jmt., millede osa aga tavaliselt koguni väike on loomorganismis ja söödas esinevates taimedes. Lenduvate ainete kao vältimiseks toimetatakse kuivatamist madalamal temperatuuril, hügrooskoopiliste ainete juuresolekul jne.

Vesi

moodustab loomorganismi ja noorte taimede olulisema osa. Nii langeb kehakaalust vee arvele täiskasvanud hobusel 60—65%, veisel 70—75% ning vastündinud vasikal ca 78%. Veise veesisalduse muutust seoses vanusega näitab skeem joon. 1. Selle järgi toimub veesisalduse oluline muutus vaid prenataalselt (sünnieelselt) ja noorlooma eas. Hiljemini mõjustab veesisaldust tunduvalt looma toitumus: n u u m a t u d loom on veevaesem lahjast loomast; see asjaolu on tingitud rasvkoe võrdlemisi vähesest (ca 30%) veesisaldusest. Veehulga vajadust loomorganismile näitab asjaolu, et juba 10%-ne veekadu põhjustab tõsiseid häireid ja ca 20% kadu looma surma. Samal ajal võib nälgiv loom üle elada kuni 40% keharaskuse kao, mis toimub peamiselt rasva, glükogeeni ja osalt ka valgu kulul.

Mitmesuguste organite veehulk on erinev.



Joon. 1. Veisekeha veesisalduse muutumine ühenduses looma eaga.

Kehavedelikkudes leidub vett: süljes ja higis üle 99%, uriinis 95—96%, piimas ca 87,5%, veres ja lümfis ca 80%; organites: südames, kopsudes, neerudes ja sooltesinas ca 77—79%, lihastes 73—76%, nahas 70—72%, luudes 35—50% (hambaluus 10%, emailis vaid 0,2%) ja rasvkoes ca 30%. Kanamuna valge sisaldab vett 85—88% ja rebu ca 47%.

Taimelise haljassööda ja juurvilja veesisaldus on ca 65—90%, kuivatatud heinas leidub vett ca 14—25%, teraviljas ca 13—14% ja õlikookide veesisaldus kõigub 12% ümber.

Söödad, millede veesisaldus ületab 17 või 18%, kopitavad, hallitavad või käärivad hõlpsasti.

Et vesi pole organismis energiaallikaks, vähendab tema hulk söödas viimase toiteväärtust.

Toiteainete suspendeerimine ja nende kui ka soolade lahustamine ning transport (vere ja lümfis kaudu) on vee peamiseks ülesanneteks organismis. Vajalik vahend on vesi samuti hüdrolüütilistes lõhustustes ja temperatuuri reguleerimisel (higistamine!). Siseorganite pinnakattena (liigespindadel, pleural, peritooneumil jt.) toimib ta (hõõrdumist vähendava) „määrdena“. Ühes söehappegaasiga (CO_2) esineb vesi orgaaniliste ainete oksüdatsiooni (dissimilatsiooni) lõppproduktina. Looma kehas toimuva täieliku oksüdatsiooni korral tekib

1 kg rasvast 1,071 kg vett,
 1 kg tärklisest 0,555 kg „
 ja 1 kg valgust 0,413 kg „

Kuna inimese ja (enamiku) koduloomade organism vajab vett joogina, rahuldub paljude loomade veetarve vaid nende söödas leiduva ja ainevahetusel tekkiva veehulgaga (preeriakoeral, kaamelil ja osalt ka kodulambal).

Mineraalained (tuhk).

Organismi või selle osa täielikul põletamisel lahkub nende orgaaniline oollus (peamiselt CO_2 ja H_2O näol) ning järelejääv tuhk koosneb vaid mineraalainetest. Organismi kuivollusest tuha kaalu maha arvates saame ORGAANILISE (põlevatest ainetest koosneva) OLLUSE hulga.

Mineraalained esinevad organismis tavaliselt soolade ja hapete näol, harva elementidena.

Sooladest seisavad hulgaliselt esikohal fosfaadid ja karbonaadid. Luutahas leidub kaltsiumfosfaati 85—90% ja magneesiumfosfaati 1,5—1,9%, kuna ülejäänud osa moodustub peamiselt kaltsium- ja magneesiumkarbonaadist. Üldse moodustavad kaltsiumi- ja fosforiühendid loomorganismi tuhasta üle $\frac{2}{3}$. Lahustuvatest karbonaatidest ja alkalite bikarbonaatidest on tingitud kehavedelikkude nõrk-alkaalne reaktsioon. Kloriidest, peamiselt kloornaatriumist (keedusoolast) on kõige rikkam veri (0,5—0,8%), aga ka lümfis, uriinis ja higis leidub neid rikkalikult. Sulfaate ja fluoriide leidub loomorganismis vähesel määral.

Hapetest esineb soolhape maomahlas (kuni 0,6%), söehape organismis tekkivates gaasides ja kõikides kehavedelikkudes absorbeerunult.

Taimse päritoluga tuhk erineb loomsest tuhasta peamiselt suurema siliitsiumisisaldusega.

Tuha keskmist protsentuaalset hulka mõnede loomsete ja taimsete produktide kuivolluses näitavad järgnevad arvud:

rasvatustatud luu	50—66
rasvavaba liha	5,6
sea veri	4,2
veise maks	5,5
kaerad	3,7
kaerapõhk	5,7
nisu	1,7
nisupõhk	7,1
linaseemned	4,0
niiduhein	7,2
karjamaa-rohi	10,5

Looma tapakaalust moodustab tuhk umbes 5%. Taimede seemned on üldiselt tuhavaesemad kui nende vegetatiivsed osad. Taimedes ei olene mineraalainete hulk mitte üksnes nende liigist või taime vanusest, vaid ka pinnasest, selle väetusest ja ilmastikust.

Karbohüdraadid e. süsivesikud.

Karbohüdraatideks nimetatakse süsinikust (C), vesinikust (H) ja hapnikust (O) koosnevaid (orgaanilisi) ühendeid, millede H ja O esinevad samas vahekorras nagu vees (H_2O). Samast tuletub ka nende nimetus. Tuntumaid karbohüdraate on suhkur, tärklis ja tselluloos. Loomorganismis leidub neid vähesel määral, kuid taimeriigi orgaanilisest ollusest moodustavad süsivesikud kaaluvama osa.

Karbohüdraadi molekulis esinevate süsiniku (C) aatomite arvule vastavalt kõneldakse diosist (2 C), trioosist (3 C), tetraosist (4 C) jne. Loomafüsioloogia seisukohalt omavad olulist tähtsust vaid heksosid, s. o. 6 C või $n \times 6$ C aatomit sisaldavad süsivesikud. Kõige lihtsamaid heksoose nimetatakse MONOSAHHARIIDIDEKS (ka monoosideks e. glükoosideks; $C_6H_{12}O_6$). Kahe monosahhariidi molekuli liitudes tekib DISAHHARIID (e. bioos; $C_{12}H_{22}O_{11} = 2 C_6H_{12}O_6 - H_2O$) ja paljude monosahhariidi molekulide liitudes POLÜSAHHARIID [e. polüheksoos; $(C_6H_{10}O_5)_n$]. Monosahhariidi(de) molekulide liitumisel disahhariidiks vabaneb iga disahhariidi molekuli kohta üks vee molekul. Polüsahhariidide tekkel monosahhariididest eraldub vett $n-1$ molekuli, kusjuures n tähendab liitunud monosahhariidi(de) molekulide arvu. Sama veehulk lisandub (assimileerub) vastupidise protsessi korral, s. o. polü- või disahhariidi hüdrolüüsumisel monosahhariidi(de)ks.

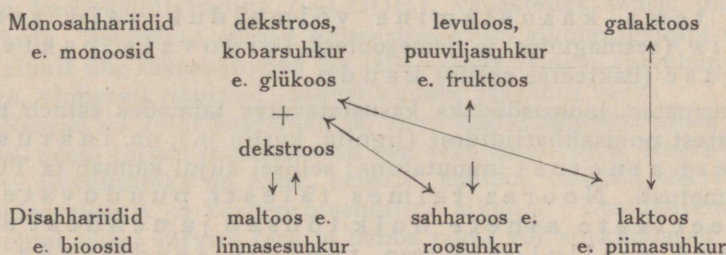
Mono- ja disahhariide nimetatakse SUHKRUTEKS. Nad kõik on kristalsed, valged või värvita, enam või vähem magusamaitseelised, vees lahustuvad ained, mis lahustatult difundeeruvad läbi taimsete ja loomsete membraanide.

Monosahhariididest huvitume vaid glükoosist (dekstroos e. kobarsuhkur), fruktoosist (levuloos e. puuviljasuhkur) ja galaktoosist. Neist esimene leidub küpses puuviljas, eriti viinamarjades ning üsna suurel määral mees. Kunstlikult saadakse teda nõrkade hapetega roosuhkrule toimides. Tema omadusest polariseeritud valgust pöörata paremale ($+52,5^\circ$) tuletub dekstroosi nimetus. Samuti küpses puuviljas leiduv levuloos pöörab polariseeritud valgust vasakule. Galaktoosi saadakse ühes dekstroosiga piimasuhkrut e. laktoosi hüdrolüüsidest (nõrkade hapete või ensüüm laktaasi toimel). Loendatud monosahhariidid sarnanevad üksteisega kaugeleulatuvalt ja difereeruvad peamiselt oma toimes polariseeritud valgusele. Monosahhariidide identifikatsioon baseerub nende (näit. Fehlingi ja ammooniakaalse hõbenitraadi lahuste) redutseerival toimel.

Disahhariididest nimetame roo-, piima- ja linnasesuhkrut. Vees lahustuvat ja kristalset roosuhkrut e. sahharoosi (*saccha-*

rum) tunneme igapäevse toitvahendina. Taimemahlades on ta tavali- seks karbohüdraadiks ja teda valmistatakse suhkrupeedist või suhkru- pilliroost. Hüdrolüüsudes (pärimi invertaasi mõjul või nõrkade hape- tega keetes) muutub ta glükoosiks ja fruktoosiks. Valge ja kristalne piimasuhkur e. laktoos (*saccharum lactis*) on eelmisest vähem magus; teda saadakse juustu valmistamisel ülejäävast vedeli- kust (vadakust) ning kasustatakse peamiselt ravimite (pulbrite ja tablettide) valmistamisel kui ka lastele antava lehmapiima lisandina. Hüdrolüüsudes muutub ta galaktoosiks ja glükoosiks. Linnase- suhkru e. maltoosi leidub rikkalikult idanevates kõrsvilja terades (linnastes). Kunstlikult saadakse teda linnastest, milles lei- duv taimne ensüüm maltaas terades leiduva tärglise linnasesuhk- ruks muudab. Sellist maltoosirikast linnastejahu vedelikku (meskit) kasustatakse õlle, viski ja teiste alkoholoolsete jookide valmistamiseks, talle pärimi juurde lisades. Puhas maltoos koosneb peentest valgetest kristallidest. Hüdrolüüsudes muutub ta glükoosiks.

Loendatud mono- ja disahhariidide keemilist sugulust näitab järgnev skeem:



Tuntuimaks ja taimeriigis peamiseks varuaineks on polüsah- hariid TÄRKLIS (*amylum*). Ta koosneb väikestest, kontsentrili- si kihistisi omavatest teradest, mis soojas vees annavad opalestsee- ruva kolloidse lahuse. Jahedas või külmas vees tärglis ei lahustu. Neutraalne või happeline tärglise kolloidne lahus värvub joodi lisan- damisel siniseks. Kuumutades sinine värvus kaob, ilmudes jahenedes uuesti. Ensüümide või nõrkade hapete toimel hüdrolüüs sub tärglis, üle minnes alul dekstriiniks, siis maltoosiks ja lõpuks glükoosiks. Ka kuumendamise puhul ligi 250° C muutub tärglis dekstriiniks. Deks- triinil puudub joodi reaktsioon ja ta ei redutseeri Fehlingi lahust.

Loomakehas esinevad karbohüdraadid peale vähese glükoosi hulga polüsahhariid GLÜKOGEE- NINA (loomne tärglis). Selle kolloidne ja opalestseeruv vesilahus omandab joodi lisandamisel kirsspunase värvuse. Hüdrolüüsudes muutub ta glükoosiks. Glükogeen leidub peamiselt maksas ja lihastes, kuid väiksemal määral ka teistes organites. Tavaliselt sisaldab teda koera maks 3--4% ja karbohüdraatiderikka sööda korral isegi kuni

12%. Kogu glükogeen on koera üksikutes organites jagunenud protsentuaalselt järgnevalt:

muskulatuur	44,23
maks	37,97
luud	9,25
nahk	4,49
sisikond	3,81
süda	0,17
peaaju	0,09
veri	0,015

Vesilahusest pretsipiteerub (sadestub) glükogeen absoluutse alkoholi toimel. Puhtal kujul esineb ta valge pulbrina.

Edasine polüsahhariid TSELLULOOS esineb kõikide taimsete rakkude membraanides; puu, puuvill, lina ja kanep moodustuvad peamiselt temast. Enam-vähem puhtana esineb ta rasvavabas puuvillas. Vees, nõrkades alustes ja hapetes ta ei lahustu. Väävelhappega lühikest aega toimides muutub tselluloos joodiga violetseks värvuvaks amüloidiks ning pikemaajalise menetluse puhul lõhustub (hüdrolüüsib) ta glükoosiks. Looma seedemahlades puudub tselluloosi hüdrolüüsiv ensüüm (tsellulaas), mille tõttu tema kasustamine võimaldub vaid seedekanalis (eesmagudes ja jämesooles) leiduvate bakterite tegevuse (bakterse seede) kaudu.

Vanemates, loomasöödaks kasustatavates taimedes esineb tselluloos teistest polüsahhariididest (ligniin, kütin jt.), nn. inkrusteerivatest ainetest immutatuna; sellisel kujul kannab ta TOOR-KIU nimetust. Noores taimes täiesti puuduvate inkrusteerivate ainete hulktõuseb ja nendest ümbritsetud tselluloosi resp. toorkiu seeditavus langeb taimede valmides (puitumisel). Toorkiu-rikkamateks söötvahenditeks on põhk, aganad, kliid ja heinad. Vähe leidub teda juur- ja mugulviljas (loomapeedid, -naerid ja kartulid). Loomsed produktid teda ei sisalda.

Nõrkadest hapetest ja alustes lahustamata toorkiu hulga leidmiseks kõrvaldatakse analüüsitavast söötvahendist teised võimalikud toiteained (valgud, rasvad ja N-ta ekstraktained) keetmise teel nõrgas (1,25%) väävelhappes ja kaaliumileelises ning sellele järgneva pesemise abil vees, alkoholis ja eetris. Jääk kuivatatakse, kaalutakse ning lõpuks põletatakse tuha kaalu leidmiseks; viimast keetmisel ja ekstraheerimisel saadud jäägist maha arvates leitaksegi antud söötvahendi toorkiu hulk.

Nõrkades hapetes ja alustes lahustuvaid karbohüdraate (suhkrud, dekstriin, tärklis ja osa inkrusteerivatest ainetest) ühes (N-vabade) orgaaniliste hapetega (õuna-, viina-, oksaal-, või-, äädik- jt. happed) nimetatakse LÄMMASTIKUTA EKSTRAKTAINETEKS.

Karbohüdraatide jagamine N-ta ekstraktaineteks ja toorkiuks leiab kasutamist peamiselt söötvahendite analüüsis. N-ta ekstraktainete hulga leidmiseks arvatakse maha analüüsitava söötvahendi kaalust vee, toorproteiini, rasva, toorkiu ja tuha kaal; puuduv kaaluosa näitabki N-ta ekstraktainete hulka.

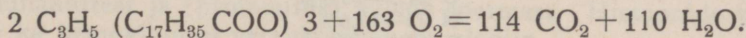
Rasvad¹

on kolmeväärse alkoholi glütseriini ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$) ja rasvahapete estrid e. rasvahapete glütseriidid. Tavalisemaiks rasvahapeteks on steariinhape ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$), palmitiinhape ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$; nagu steariinhapegi on ta toatemperatuuris tahkjas ja esineb peamiselt kõvemas rasvas) ja oleiinhape ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$; toatemperatuuris õlitoline vedelik; ta glütseriidid leiduvad peamiselt pehmemates rasvades ja õlides, eriti oliiviõlis). Linaseemneõlis leidub rohkesti linoolhapet ($\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$), mis õhu käes seisva linaseemneõli muudab lahustumatuks ja tahkseks massiks. Peale steariin-, palmitiin- ja oleiinhappe, millede glütseriidid moodustavad loomarasvast kaaluvama osa, leidub veise piimarasvas veel ca 7% võihapet ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$), ca 3% kaproonhapet ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$) ja ligi 10% müristiinhapet ($\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COOH}$). Alamad rasvahapped (butüür- e. võihappega alates) omavad ebameeldivat lõhna; jalgade higilõhn ja osalt ka karnivooride ja inimese rooja vastik hais on tingitud neist. Kõrgemad rasvahapped ja nende glütseriidid on lõhnata.

Rasva sünteesil glütseriini alkoholigrupp ($-\text{OH}$) seostub rasvahappe karboksüülgrupiga ($-\text{COOH}$), vabastades samas ühte H_2O molekuli. Seejuures võivad glütseriini kolm alkoholigruppi seostuda vaid ainult ühe rasvahappega või jälle igaüks erineva rasvahappe molekuliga, viimased esinevad looduslikkudes rasvades harva.

Rasvad on veest kergemad ja, nagu rasvahappedki, selles lahustumatud. Seebi toimel moodustavad nad vees emulsiooni. Rasva ja rasvahapete solventideks on eeter, bensiin, ksülool, toluool, väävelsüsinik, tetrakloorsüsinik ja kõrgeprotsendiline alkohol. Looduslikud rasvad on puhtal kujul värvita (sea ja lamba rasv) või nõrkkollased (hobuse, lindude ja värske rohuga toituv veise rasv), neutraalse reaktsiooniga ning neil puudub lõhn ja maitse. Na või K leelisega (seebikivi!) rasva keetes laguneb ta glütseriiniks ja rasvahapeteks, millest viimased lõhustamiseks tarvitatud alkalitega samas seostudes seebi moodustavad. Rasva lõhustamist alkalitega nimetatakse seebistamiseks.

Vaatamata rasvade keemilise koostise erinevusele on enamiku toiduks kasutatavate rasvade elementaarne koostis ometi üsna lähedane ja nimelt leidub siin süsinikku ca 70% ning hapnikku ja vesinikku kumbagi ca 12%. Põlemise korral moodustuvad rasvast söehappegaas ja vesi järgnevalt:



Sellest valemist nähtub, et rasva põlemisest saadud CO_2 ja selleks kulu- tatud O_2 ruumiline vahekord on (114:163) 0,7. Tähen- datud vahekord (füsioloogias respiratoorseks kvotsiendiks — RQ — nimetatud) püsib samasugusena ka kehas toimuva aeglase oksüdatsiooni korral. 1 grammi puhta rasva põlemisel vabaneb 9,3 kilokalorit soojust.

¹ Tavalises temperatuuris vedelaid rasvu nimetatakse õlideks.

Kui enamik taimi salvestab oma potentsiaalse energia karbo-
hüdraatidena (tärglis, tselluloos jt.), siis loomad kasustavad sel-
leks peamiselt rasva. Nii ületab hiirel salvestatud rasva energia
20-kordselt sama looma karbohüdraatides (glükogeenis ja glükoosis)
leiduva energia. Nuumatud härja ja lamba tapakaalust võib rasv
moodustada kuni 50%. Rasva konsistentsus ja sulamistäpp muutuvad
ka ühe ja sama looma mitmesugustest keharegioonidest pärinevas
rasvas.

LIPOIDIDEKS nimetatakse koostiselt glütseriididest erinevaid,
kuid lahustuvuses viimastega sarnanevaid (rasvataolisi) aineid. Nende
keemiline koostis on rasvade omast tavaliselt keerukam, kuna peale
alkoholi ja rasvahapete neis esinevad veel teised komponendid. Tun-
tumaks ja olulisemaks loomakehas (eriti tsentraalnärvisüsteemis) lei-
duvaks lipoidiks on letsitiin, fosforhapet ja koliini sisaldav ester.
Vastandina rasvadele ei vähene letsitiini hulk looma nälgides või see
väheneb üsna vähesel määral. Fosforhapet sisaldavaid lipoide nime-
tatakse fosfatiidideks. Vahad, kõrgemolekulaarsete rasvahapete estrid
üheväärsete alkoholidega, kuuluvad samuti lipoidide hulka.

Loomse päritoluga rasvade konsistentsus, värvus, maitse ja seega
ka keemiline koostis on mõjustatavad teatud määral söödarasvast, eriti
teatava rasva- või õliligi pikemaajalise tarvitamise korral.

Söötvahendite analüüsides eraldatakse rasva teda lipoidsolventi-
dega (eeter, alkohol) ekstraheerides. Et aga selle juures ühes rasvaga
ekstraheeruvad ka teised, nendega lahustatavuses sarnanevad ühendid
(rasvahapped, vaigud, vahaained), siis arvestatakse söötvahendite
rasvasisaldust sel teel leitava TOORRASVA (eetrikestrakti)
hulgaga.

Valgud.

Valkudeks e. proteiinideks nimetatakse kõikides orga-
nismides esinevaid, komplitseeritud koostisega, kõrgemolekulaarseid
(tuhandettesse ulatava molekulaarikaaluga), kolloidseid, lämmastikku-
sisaldavaid, hüdrolüüsil (vee liitudes) amiinohapeteks lõhus-
tuvaid, loomorganismi orgaanilisest ollusest tavaliselt enamikku moo-
dustavaid aineid, milleles alaliselt leiduvad elemendid C, H, O, N ja
S esinevad järgnevas protsentuaalses vahekorras:

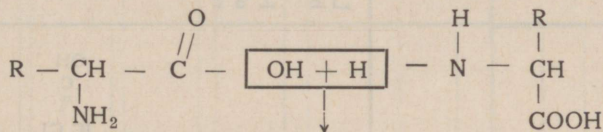
C	50—54,5%
H	6,5—7,3%
O	21,5—23,5%
N	15—17,6%
S	0,3—2,2%

Vaatamata sellele, et loomorganismid valkaineid suhteliselt roh-
kem sisaldavad kui taimed (taimede orgaanilisest ollusest moodustavad
peaosa karbohüdraadid), on ometi just viimased valkude sünteesijaiks,
milleks kasustavad glükoosi, ammoniaaki ja sulfaate. Taimsöödaga
jõuavad valgud looma kehasse, kus nad seede teel resorbeeritavateks,
kergesti lahustuvateks, kristalloidseteks aineteks, amiinohapeteks

lõhustatakse; ja ainult neist suudab loomorganism üles ehitada liigiomaseid valke. Loomalise valgu süntees teistest ainetest võib toimuda vaid väheolulisel määral.

Valgud esinevad puhtal kujul värvuseta, lõhnata ja maitseta, enamasti amorfse ollusena, mis lahustub kolloidselt, raskelt difundeeruvatena. Kuivalt omavad nad valge pulbri või kollaka, sarvja, poolläbiipaistva massi kuju, mille kuumutamisel eraldub karakterne, põleva sarvolluse lõhn. Kõikidele neile on ühine, et nad täielikult (proteiinid e. lihtvalgud) või vähemalt osaliselt (liitvalgud e. proteiidid) amiinohapeteks lõhustuvad hüdrolüüsisel.

Amiinohapped on mono- või dikarboonhapped, milles tavaliselt karboksüülrühmi (COOH) naabruses asetseva C üks vesiniku aatom on asendatud amiinogrupiga (NH₂). Nende ühinemisel astub ühe amiinohappe karboksüülrühm ühendusse teise happe amiinogrupiga, kusjuures üks vee molekul vabaneb:



Valgud koosnevad väga suurest hulgast selliselt ühinenud amiinohapetest, kusjuures amiinohapete iseloom, nende molekulide arv ja seostuse järjestus tingivad valkainete äärmist mitmekesisust.

Valkudest leitud amiinohapete arvu, nimetust, keemilist koostist jm. näitab tabel lk. 10 ja 11.

Üksnes amiinohapetest koosnevad **PROTEIINID** e. **LIHTVALGUD** sisaldavad järgnevaid alarühmi.

Albumiinid: vees, nõrkades hapetes ja alustes lahustuvad, ammooniumsulfaadiga küllastatult sadestuvad, glütsiinivabad valgud (seerumalbumiin veres, lümfis ja transsudaatides; laktalbumiin piimas; ovalbumiin munavalges).

Globuliinid: nõrkhappelise iseloomuga, nõrkades soola- ja alkalilahustes, mitte aga puhtas vees lahustuvad valgud, mis ammooniumsulfaadiga poolküllastudes sadestuvad (seerumglobuliin, laktoglobuliin, ovoglobuliin; fibrinogeen veres ja müosiin lihastes).

Histoonid ja protamiinid: baasilised, arginiinirikkad, alkalite ja ammoniaagi toimel (protamiinid) või happelises keskuses (histoonid) sadestuvad valgud, mida saadakse lümfoidsetest organitest, munanditest ja (protamiine) kalade spermast. Histoonide hulka kuulub ka hemoglobiini valgukomponent globiin.

Albuminoidid, protenoidid e. skleroproteiinid on enamasti lahustumatud ja raskeltseeditavad (ensüümidest vähemõjustatavad) valgud, mis loomas täidavad umbes taimse tselluloosiga võrreldavat (täite- ja toe-) ülesannet. Üksikud amiinohapped neis sageli puuduvad ja kõik nad on rikkad monoamiino-karboonhapetest, eriti glükokollist. Siia kuuluvad karvade ja muude sarvestunud marris-derivaatide peaosa moodustavad keratiinid (sarvained),

Küsimusmärk (?) tähendab andmete puudulikkust, täht (*) andmete puudumist. Dijodotürosiini ja

Üldine keemiline iseloomustus	Baasilised amiinohapped			Neutraalsed amiinohapped (amiino-)																
	Kaks või rohkem amiinogruppi (NH ₂) ühe karboksüülgrupi (COOH) kohta. Sarnanevad alkaalsuses ammoniaagiga			Bensoolrõngast sisaldavad (aromaatsed) amiinohapped																
				Lihne bensoolrõngas	Hüdro-oksübensool-rõngas	Joodi sisaldav(-ad) bensool-rõngas(-ad)		Indooli kaksirõngas	Pürolidiin-rõngas											
Orgaanilised ühendid	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C-NH} \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{HC-N} \\ // \quad \backslash \\ \quad \quad \quad \text{C} \\ \\ \text{C-NH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH} \\ \backslash \quad / \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ // \quad // \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \backslash \quad / \\ \quad \quad \quad \text{C} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{C} \\ \backslash \quad / \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ // \quad // \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \backslash \quad / \\ \quad \quad \quad \text{C} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{C} \\ \backslash \quad / \\ \text{JC} \quad \text{CJ} \\ // \quad // \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \backslash \quad / \\ \quad \quad \quad \text{C} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{C} \\ \backslash \quad / \\ \text{JC} \quad \text{CJ} \\ // \quad // \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \backslash \quad / \\ \quad \quad \quad \text{C} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \backslash \quad / \\ \quad \quad \text{N} \quad \text{C} \\ // \quad // \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ // \quad // \\ \text{C}-\text{C} \quad \text{CH} \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH} \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2 \\ \\ \text{C} \\ \backslash \quad / \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad (\text{OH}) \\ \\ \text{C} \\ \backslash \quad / \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	Arginiin	Lüsiin	Histiidiin	Fenüülalaniin	Türosiin	Dijodotürosiin	Türoksiin	Trüptofaan	Proliin	Oksüproliin
Söödas asendamatud (+) või mitte (-)	-	+	+	*	?	(?)	(?)	+	*	?										
Moodustavad glükoosi (+) või mitte (-)	+	-	-	-	-	(-)	(-)	-	+	+										
Moodustavad ketoone (+) või mitte (-)	-	-	+	+	+	(+)	(+)	-	-	-										

H A P P E D,
saatus ainevahetuses.

türoksiini saatus metabolismis võrdub türosiini saatusega vaid oletatavasti. (Peters'i ja van Slyke järgi.)

ja karboksüülgrupe ühevõrdselt)								Happelised amiinohapped		
Ainult alifaatseid kette sisaldavad amiinohapped								Kaks karboksüülgrupp (COOH) ühe amiinogrupi (NH ₂) kohta. Sarnanevad happesuses äädikhappega		
Väävlit sisaldavad amiinohapped										
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ CH}_3 \\ \vee \\ \text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \text{ CH}_2 \\ \vee \\ \text{CH} \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ CH}_3 \\ \vee \\ \text{CH} \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C (OH)} \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH(OH)} \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$
Tsüstiin	Metioiniin	Leutsiin	Iso-leutsiin	Valiin	Alaniin	Seriin	Glütsiin	Glutaamiinhape	Hüdroksü-glutaamiinhape	Aspargiinhape
+	*	*	?	*	*	*	-	-	-	-
+	*	-	-	-	+	+	+	+	+	+
-	*	+	-	-	-	-	-	-	-	-

elastset kudet moodustavad elastiinid, kõhres leiduv kondriin ja valgeid (kollageenseid) sidekoelisi kiude moodustav, keetes liimiks muutuv aine kollageen. Albuminoidide toiteväärtus on nende raskeltseeditavuse tõttu vähene või puudub hoopis (sarvaine).

LIITVALKUKES e. PROTEIIDIDES esineb valguosaga ühinenult mittevalk, mis on lõhustuse teel esimesest eemaldatav. Liitvalke liigitatakse nende mittevalgulise komponendi järgi. Siia kuuluvad:

Fosforproteiidid: fosforhapet sisaldavad valgud (kaseinogeen piimas; vitelliin munarebus).

Glükoproteiidid: karbohüdraadigrupiga liitunud valgud (mutsiinid süljes, bronhiaallimas, sapis; mukoidid veres, munavalges, kõhres, luudes; amüloid patoloogiliselt muutunud organites).

Kromoproteiidid: värvainega ühinenud valgud. Neist tuntuim on vere punaliblede esinev hemoglobiin, mis koosneb histoon globiinist ja raudasisaldavast värvikomponendist hemokromogeenist.

Nukleoproteiidid: nukleiinidega (valkudest ja nukleiinhapetest koosnevate ainetega) ühinenud valgud, mis karaktersest esinevad kõikides rakutuumades. Nukleoproteiinidest rikkad on põrn, harknääre, vere valgelibled ja seemnekehakesed.

Valkude lõhustumisel amiinohapeteks tekivad albumoosidena, peptoonidena ja polüpeptiididena tuntud vaheproduktid. Neist valkudele kõige lähemal seisvad albumoosid sadestuvad ammooniumsulfaadi ja fosforvolframhappe toimel, mitte aga keetes. Peptoone ammooniumsulfaat ei sadesta, kuid, nagu albumoosidki, nad annavad valkudele omast biureetreaktsiooni. Neist veelgi lihtsamad ühendid kannavad seostunud amiinohapete arvule vastavalt polü-, tri- või dipeptiidide nimetust.

Üksikutes valguliikides esinevad amiinohapped protsentuaalselt erinevas vahekorras ning mõned amiinohapped võivad üksikutes neist koguni puududa. Amiinohapete % mõnedes tuntuimates valkainetes näitab (Marshall & Halnani õpperaamatust pärinev) tabel lk. 13.

Asjaolu, et esitatud tabelis üksikute valkude amiinohapete koguprotsent ühelgi juhul sajaga ei võrdu, on seletatav sellekohaste analüüside raske teostatavusega ja ka sellega, et täpsalt teada pole hüdrolüüsiumisel saadavate produktide üksikasjalik saatus. Andmete puudulikkusele vaatamata selgub tabelist ometi, et enamik taimse päritoluga valke omavad animaalsest valkudest heterogeensemata ja seega viimastest märgatavalt erinevat koostist. See diferents peegeldub samuti valkude väärtuses toiteainetena. Üldiselt omavad animaalsed valgud loomasöödana taimsetest valkudest suuremat tähtsust; viimastest vaid üksikud, nagu linaseemnete globuliin ja turnipsi proteiin, sarnanevad oma koostiselt (ja seega ka väärtuselt) lähedalt loomavalkudega. Taimsete proteiinide väiksem väärtus on suurel määral korrigeeritav sööda mitmekesisamisega.

	Protamiinid (salmiin)	Histoonid (globiin)	Harakäärme histoon	Albumiinid (muna albumiin)	Globuliinid (seerumi globuliin)	Edestiin kanepi-seemneist	Globuliin lina-seemneist	Protamiinid (hordein)	Gliadiin niisust	Zeiin	Skleroproteiinid (gelatiin)	Elastiin	Keratiin	Fosforproteiinid (kaseinogeen)	Proteiin rootsi naerist
Glütsiin e. glükokoll	—	—	0,5	0,0	3,5	3,8	+	0,0	0,4	0,0	16,5	25,8	4,7	0,5	0,3
Alaniin	—	4,2	3,5	2,1	2,2	3,6	1,0	1,4	0,3	2,2	0,8	6,6	1,5	1,9	3,6
Valiin	4,3	—	—	—	+	+	12,7	1,4	0,0	0,3	1,0	1,0	0,9	7,9	10,0
Leutsiin	—	29,0	11,8	6,1	18,7	20,9	4,0	7,0	4,1	18,6	2,1	21,4	7,1	9,7	9,0
Fenüülalaniin	—	4,2	2,2	4,4	3,8	2,4	4,1	5,5	1,0	4,9	0,4	3,9	0,0	3,9	4,5
Türosiin	—	1,3	5,2	1,1	2,5	2,1	0,7	4,0	1,9	3,6	0,0	0,4	3,2	4,5	2,9
Seriin	7,8	0,6	—	—	—	0,4	+	0,1	—	0,6	0,4	—	0,6	0,5	—
Tsüstiin	—	0,3	—	0,3	0,7	0,3	—	—	—	—	—	—	10,0	0,0	+
Proliin	11,0	2,3	1,5	2,3	2,8	1,7	2,9	5,9	4,0	6,5	5,2	1,7	3,4	7,6	4,2
Oksüproliin	—	1,0	—	—	—	2,0	—	—	—	—	3,0	—	—	0,2	—
Aspargiinhape	—	4,4	0,0	1,5	2,5	4,5	1,7	1,3	0,7	1,4	0,6	+	0,3	4,1	7,0
Glutamiinhape	—	1,7	0,5	8,0	8,5	6,3	11,6	41,3	24,0	18,3	0,9	0,8	3,7	21,8	3,2
Hüdroksüglutamihape	—	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0	—	—	10,5	—
Trüptofaan	—	+	—	+	+	+	+	—	+	0,0	0,0	—	—	1,5	+
Arginiin	87,4	5,4	15,5	—	—	11,7	6,1	3,2	4,4	1,2	7,6	0,3	—	3,8	3,1
Lüsiin	0,0	4,3	6,9	—	—	1,0	1,2	0,0	2,2	0,0	2,8	—	—	7,6	4,4
Histiidin	0,0	11,0	1,5	—	—	1,1	1,7	0,5	1,2	0,4	0,4	—	—	2,5	3,0
Ammoniaak	—	—	—	—	—	—	—	4,4	2,5	3,6	0,4	—	—	1,6	—
	110,5	69,7	49,1	25,8	45,2	61,8	47,7	76,0	46,7	61,6	42,1	61,9	35,4	90,1	55,2

Valkude hulka mittekuuluvaid N-sisaldavaid orgaanilisi aineid nimetatakse tavaliselt amiidideks (lahustuvad e. mittevalgulised lämmastikained). Nende koostis on väga mitmekesine, kuid üldiselt omavad nad tihedat seost valkudega, pakkudes taimele, teataval määral ka loomale, materjali valgu sünteesiks (amiinohappeid leidub nende hulgas 50—70 kaalu %). Taimedes on valgu ja amiidide hulgad tavaliselt vastupidises vahekorras; noored taimed on amiididerikkad, kuid vanemad taimed sisaldavad neid vähe. Valkudega on lugu vastupidine.

N-sisaldavate ainete koguhulka, mis saadud söötvahendi lämmastiku kaalu kasvatamisega 6,25 (= 100 jagatud lämmastiku umbkaudse %-ga), nimetatakse TOORPROTEIINIKS. Toorproteiin koosneb (päris-) valkudest ja amiididest.

Lämmastiku (N) määramisviisidest on tuntuim Kjeldahl'i meetod, mille printsiip on järgmine. Peaegu kõikide lämmastikku-sisaldavate orgaaniliste ainete kuumutamisel kontsentreeritud väävelhappega, katalüsaatoorselt toimuva vasesulfaadi, elavhõbeda või keemistäppi tõstva kaaliumsulfaadi manulusel eraldub lämmastik ammoniaagina süsinik-vesinik-kestist, mis samas söehappegaasiks ja veeks oksüdeerub. Väävelhappega ammoonsulfaadiks $[(NH_4)_2SO_4]$ ühinenud ammoniaak vabastatakse naatriumleelisega keetes uuesti $[(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O + 2NH_3]$ ning juhitakse nüüd mõdetud hulka n:10 väävelhappelahusesse, kusjuures viimasest ammoonsulfaadiks mitte kasutatud osa n:10 naatriumleelisega värvilise indikaatori (kongopuna, metüülpuna) abil tagasi titreeritakse. Ammoniaagi sidumiseks äratarvitatud n:10 väävelhappe 1 cm³ = 1,4 mg N.

Käesoleva peatüki lõpetame kolme järgneva tabeliga, milledest nähtub kogu looma (hobune) üksikute organite ja mõnede (söötvahenditena kasustatavate) taimede või nende osade keemiline koostis.

Hobuse lihakeha keemiline koostis (Mitchell'i ja Hamilton'i, 1927 järgi).

Vanus aastais	Sugupool	Vee %	Kuivolluse %	Toorproteiini %	Rasva %	Tuha %	Ca %
5	mära	62,8	37,2	17,8	12,4	5,03	1,70
17,5	„	60,1	39,9	16,8	16,7	4,52	1,46
22	täkk	62,8	37,2	19,9	13,2	4,43	1,49

Noore tibu keha ja üksikute organite koostis (Atwater'i, 1916 järgi).

	Jätted %	Vee %	Proteiinide %	Rasva %	Karbo- hüdraatide %	Tuha %
Tibu tervena	18,8	55,5	17,8	7,2	—	0,9
Söödav osa	—	68,4	21,9	8,9	—	1,1
Rasvast puhastatud lihased	—	74,5	21,8	2,5	—	1,1
Maks	—	69,3	22,4	4,2	2,4	1,7
Süda	—	72,0	20,7	5,5	—	1,4

Mõningate söötvahendite keemiline koostis
(Kellner'i järgi Seuffert'i õpperaamatust).

	Vee %	Toorpro- teiini %	Toorrasva %	N-ta eks- traktainete %	Toor- rasva %	Tuha %
Rohi	75—80	3—4	0,8—1	10—11	4—6	2
Ristik	80—84	3—4	0,6—0,7	7—8	3—5	1,6
Kartul	75	2,1	0,1	21,0	0,7	1,1
Loomanaerid	85—90	1,2	0,1	7—10	0,8—1	1
Hein	15	12	3—4	40	20—30	6—8
Põhk (õled)	14—15	3—5	1,5—2	33—35	35—40	5—6
Kaer	13,8	10,3	4,8	58,2	10,3	3,1

Üksikasjalisemad andmed söötvahendite keemilisest koostisest leiduvad loomade söötmist käsitlevates õpperaamatutes.

Ensüümid.

Ensüümideks, fermentideks e. orgaaniliseks katalüsaatoriteks nimetatakse ainult elavast rakust produtseeritud, lõplikult selgitamata koostisega¹ orgaanilisi aineid, mis vaid teatavale substraadile (kas valgule, rasvale, karbohüdraatidele või nende alaosadele jt.) kohastunult väikeses hulgas ja toimet kaotamata selle keemilisi ümbermuutumisi (lõhustumist, oksüdatsiooni, sünteesi jne.) organismis juhivad.

Ensüümid, nagu anorgaanilised katalüsaatoridki, toimivad nähtavasti ainete sisemist resistentsust oma juuresolekuga vähendades (analooiselt määreõliga mootoris), mitte aga mõjustatavale reaktsioonile energiat lisandades. Viimane asjaolu teeb mõistetavaks, miks näiteks inverteas oma toime märgatava kaota lõhustada suudab teda miljoni-kordselt ületavat sahharoosi hulka. Vastandina keemilises laboratooriumis kasustatavaile menetlusile, kus vajalik kõrge kuumus ja kontsentreeritud happed ning alused, võimaldavad ensüümid keemiliste reaktsioonide toimetulekut nõrkalkaalses, nõrkhappelises või neutraalses keskses ja kehale omases temperatuuris. Nende maksimaalseks toimeks on vajalik kindel H ionide kontsentratsioon (optimaalne pH pepsiinile on 1,5—1,6, trüpsiinile 7,8—8,7 ja erepsiinile 7,8)² ja teatav, enamasti keha soojuskraadiga võrduv temperatuur. Optimaalsete tingimuste kadu ensüümi lähikonnas tõkestab ta toimet, inaktiveerib ta või hävitab ensüümi hoopis. Enamik ensüümidest häviv niiskes olekus 70—100° C t⁰-s.

Kõik ensüümid omavad teatavat spetsiifilisust substraadi suhtes. Nii proteaasid lõhustavad vaid proteiine (valke), olles inaktiivsed rasvade ja karbohüdraatide suhtes. Seejuures on ühe ensüümi kohastu-

¹ Teada on, et ensüümid vaid valkudega seostunult oma toimet avaldavad. Ensüüme valgumolekulist vabastades inaktiveeruvad nad. Selline eraldumine toimub kergesti kuumendamisel ja keemiliste vahendite toimele. Valk on seega ensüümi („toimegrupi“) „kandjaks“. Toimegrupi keemiline iseloom on veel selgumata.

² Neutraalses keskses on pH võrdne 7-ga; happelises keskses on ta 7-st väiksem ja alkaalse reaktsiooni puhul sellest suurem.

mine teisest piiratum: trüpsiin hüdrolüüsib peaaegu igat valguliiki, maltaas disahhariididest vaid maltoosi. Ensüümide spetsiifilisus võimaldab nende identifitseerimist ja jaotust.

Ensüümidest tingitud keemilised reaktsioonid on kas hüdrolyütilised (lõhustus toimub vee assimileerudes), oksüdatiivsed (lõhustus toimub O_2 lisandumisega või H eemaldumisega) või reduktiivsed (kus O_2 eraldub või H lisandub). Kõik seedekanalisis leiduvad ensüümid on hüdrolaasid. Enamik fermentidest tingitud reaktsioonid on reversiivsed ehk nn. tasakaalureaktsioonid, — lõhustusproduktide akumuleerudes võivad nad sama ensüümi manulusel dehüdratsiooni teel uuesti liituda: $AB \rightleftharpoons A + B$. Paljud hüdrolyütilised lõhustused toimuvad soojust eraldamata, mille tõttu lõhustusproduktide soojusväärtus on võrdne hüdrolyüsunud aine omaga.

Ensüüme nomineeritakse neist mõjustatud substraadi nimetuse lõppu „aas“ sufiksiga asendades. Nii kõneldakse proteaasidest (proteiin e. valke lõhustavatest ensüümidest), lipaasidest ja karbohüdraasidest. Nende kõrval tarvitatakse ka vanemast ajast pärinevaid nimetusi (ptüaliin, pepsiin), või kõneldakse proteo-, lipo- ja amülolyütilistest (või -klastilistest), s. o. tähendatud aineid lõhustavatest ensüümidest.

Ensüüme klassifitseeritakse (Oppenheimer'i ja Kuhn'i, 1932 järgi) järgnevalt:

A. HÜDROLAASID, hüdrolyütilist lõhustust tingivad ensüümid.

1. ESTERAASID, estreid lõhustavad e. Siia kuuluvad:
 - a zoolipaasid, mis olulist osa etendavad soole keemilises seedes, lõhustades rasva glütseriiniks ja rasvahapeteks.
 - b letsitinaas, letsitiini glütserofosforhappeks, rasvahapeteks ja koliiniks lõhustav e.
 - c fütolipaasid, taimeriigi ensüümid, nagu klorofüllaaas, mõningates seemnetes leiduv fütolipaas jt.
 2. KARBOHÜDRAASID, süsivesikuid hüdrolyüüsivad e.
 - a disahharaasid, disahhariide monosahhariidideks lõhustavad e.
 - aa maltaas, linnasesuhkrut glükoosiks lõhustav e.
 - ab invertaas e. sahharaas, roosuhkrut glükoosiks ja fruktoosiks lõhustav e.
 - ac laktaas, piimasuhkrut glükoosiks ja galaktoosiks lõhustav e. (vt. skeem lk. 5).
 - b trisahharaasid, trisahhariide lõhustavad e. Siia kuulub näit. rafinaas, rafinoosi fruktoosiks (monosahhariid) ja melibioosiks (disahhariid) lõhustav e.
 - c glükosidaasid, arvukad, glükosiide lõhustavad e.
 - d polüsahharaasid, polüsahhariide lõhustavad e.
 - da fütotoamülaas, taimedes esinev tärklis (polüsahhariid) dekstriiniks ja maltoosiks lõhustav e.
 - db zootamülaas, loomse päritoluga analoogne e. tärklise ja glükogeeni lõhustamiseks. Siia kuuluvad sülje ptüaliin, kõhunäärme amülopsiin ja organite, vere ning lümfi amülaasid.
 - dc tsellulaas, tselluloosi suhkruks lõhustav e.
- Nukleaaas, nukleiinhappeid püramidiinideks ja puriinideks lõhustav e.

3. **AMIDAASID**, lämmastiku- ja süsinikuvahelist seost amiidühendites lõhustavad e. Siia kuuluvad ureaas (kusinikku söehappeammooniumiks lõhustav e.), arginaas (arginiini ornitiiniks ja kusinikuks lõhustav e.), kreatinaas (kreatiini lõhustav e.) ja puriinaamidaasid (amiinopuriine ammoniaagiks ja oksüpuriinideks lõhustavad e.).

4. **PROTEAASID**, keemilises seeses tähtsat osa etendavad, valke lõhustavad e.

a **peptaas** (ereptaas), lõhustab valgu esmalised laguproduktid amiinohapeteks.

b **trüptaas**, lõhustab valgu molekuli polüpeptiidideks.

c **pepsinaas** (pepsiin), lõhustab valgud peptonideks ja albumoosideks.

d **kudede proteaasid**.

e **laabiensüüm**, lõhustab kaseiini parakaseiiniks, mis kaltsiumisoolade manulusel sadestub (kalgendub).

f **trombaas** (vere fibriniensüüm), fibrinogeeni fibriniks muutv e.

g **fütoproteaas**, taimse päritoluga, toimelt trüptaasiga sarnanev e.

B. **DESMOLAASID**, süsinik-kettide vahelisi seoseid lõhustavad, enamasti rakusiseselt toimivad e. Suurt tähtsust omavad nad ainevahetuses. Siia kuuluvad käärimisensüümid, oksüdaasid, peroksüdaasid, fenolaasid (fenoole oksüdeerivad e.), türosinaasid (türosiini melaniinini lõhustav e.) ja katalaasid, vesnikuülilhendit veeks ja hapnikuks lõhustavad ensüümid.

Ensüümid esinevad organismis kõikjal. Kõige üksikasjalisemalt on tunda õpitud seedekanalises leiduvad ensüümid. Seedemahlu produtseerivatest näärmetest erituvad nad inaktiivsetena, tsümogeenidena e. profermentidena. Soolhappe või orgaanilise päritoluga kinaaside toimel aktiveeruvad nad, s. o. muutuvad toimivateks ensüümideks.

Mõningaid andmeid seedekanalises leiduvatest ensüümidest esitab järgnev (Duke's'i õpperaamatust pärinev) tabel.

Ensüüm	Leiukoht	Substraat	Lõpp-produktid
Ptüaliin (sülje amülaas)	sülg	tärklis	dekstriinid, maltoos
Pepsiin (mao proteaas)	maomahl	proteiinid	proteoosid, peptonid,
Laabiensüüm	„	kaseiin	parakaseiin
Mao lipaas	„	rasvad	glütseriin + rasvahapped
Trüpsiin (pankrease proteaas)	kõhunäärme mahl	proteiinid, proteoosid, peptonid, peptiidid	peptonid, peptiidid, amiinohapped
Amülopsiin (pankrease amülaas)	„	tärklis, dekstriinid	dekstriinid, maltoos
Steapsiin (pankrease lipaas)	„	rasvad	glütseriin + rasvahapped

Ensüüm	Leiukoht	Substraat	Lõpp-produktid
Erepsiin	peensoole mahl	proteosid, peptoonid, peptiidid	amiinohapped
Invertaas (sahharaas)	„	sahharoos	glükoos + fruktoos
Maltaas	„	maltoos	glükoos
Laktaas	„	laktoos	glükoos + galaktoos
Nukleinaas	„	nukleiinhape	puriin- ja pürimidiin-nukleotiidid
Nukleoidaas	„	puriin-nukleotiidid	puriin-nukleosiidid + fosforhape

Vitamiinid ¹.

Vitamiinid (nutramiinid, eutoniinid, kompletiinid, aktsesoorsed toiteained, toiduhormoonid) on (enamasti) taimse päritoluga ja mitmekesise koostisega (valkude, rasvade ja karbohüdraatide hulka mittekuuluvad), looma kehas erineval määral salvestuvad spetsiifilis-bioloogiliselt toimelt hormoonidega sarnastatavad orgaanilised ained, millede kestev puudumine toidus põhjustab inimesel ja loomal sageli surmaga lõppevaid häireid — insufitsients-haigusid e. AVITAMINOOSI.

Nimetus vitamiin (*vita* = elu; *amiin* = lämmastikku sisaldav keemiline ühend) on pärit 1912. aastast Funk'ilt.

Vitamiinide uurimise alguseks tuleb lugeda 1897. aastat, mil hollandi arst Eijkman selgitas puudushaiguse beriberi seose poleeritud riisi tarvitamisega toiduks. Tarvitatava toidu ja haiguse sageduse seost Hollandi Ida-India vangide seas statistiliselt kontrollides selgus, et 10 000 riisi sööjast isikust beriberisse haigustus ainult üks poleerimata riisi tarvitajaist, haigustunuist 416 olid tarvitanud segariisi, kuna ülejäänud 3900 haiget 10 000 vangi hulgast olid toiduks kasustanud ainult poleeritud (kestast vabastatud) riisi. Siit nähtus, et beriberi pole tingitud riisi hallitusest või varemini kahtlustatud patogeensetest (haigust tekitavatest) pisikutest, vaid mingisugusest tollal tundmata tegurist, mis riisi poleerimisel kestadega (kliidega) eraldub. Selgitatud seosest järeldus samuti, et tundmatu, kuid inimese toiduks vajalik aine pidi esinema üsna väheses kvantumis. Problemaatilise toiteaine esinemist näisid samuti tõestavat ligikaudu samal ajal korraldatud teadlaste katsed, milledes võimatuks osutus

¹ Andmed vitamiinide kemismist pärinevad peamiselt H. Rudy tööst: „Vitamine und Mangelkrankheiten“. J. Springer, Berlin. 1936.

katseloomade loomuliku kasvu ja arenemise saavutamise vajaliku hulga keemiliselt puhastatud orgaaniliste toiteainetega (kaseiin, tärkliis, rasv) ja mineraalsooladega.

Vitamiinid toimivad üsna väikeses hulgas¹, mille tõttu nad, vastandina teistele orgaanilistele toiteainetele (valgud, rasvad, karbohidraadid), loomakehas energiaallikana ning koe ehitusmaterjalina arvesse ei tule; nende toime on katalüsaatorne. Ühes ensüümidega ja hormoonidega moodustavad vitamiinid biokatalüsaatorite rühma. Nagu selgunud, võib mõne ensüümi ainus molekul ühe sekundi jooksul umbes 100 000 teise aine molekuli keemilist reaktsiooni tingida, oma toimet seejuures kaotamata. Ligikaudu analoogilist katalüsaatorset toimet omavad ka hormoonid ja vitamiinid. Kõikidele biokatalüsaatoritele on karakterne nende toime spetsiifilisus, s. o. nad võivad ainult teatavaid reaktsioone põhjustada. Nagu pepsiin lõhustab vaid valke ja insuliin korrastab vaid suhkruainevahetust, nii antiskorbuutne vitamiin ei toimi preventiivselt rahhiidi suhtes. Biokatalüsaatorid täiendavad üksteist funktsionaalselt. Nii suguorganite normaalseks funktsiooniks on vajalikud asjaomased hormoonid ja vitamiin E koos.

Vastandina hormoonidele on vitamiinid enamikus taimsed produktid (taimsed hormoonid). Mitte kõik vitamiinid ei satu aga looma kehasse valmis kujul. Nii võib piimas ja kalamaksaõlis leiduv vitamiin A asendatud saada porgandite punase värvainega karotiiniga, mis loomakehas vitamiin A-ks muutub. Samuti konsumeerib loom vitamiini D harva valmis kujul, vaid enamasti mõjuta substraadina (ergosteriin jt.), seda endas valguse abil vitamiin D-ks muutes. Selliseid mõjuta vitamiinide eelastmeid nimetatakse PROVITAMII-NIDEKS. Keemiliselt koostiselt sarnanevad viimased lähedalt vitamiinidega. Peale taimede võib mõnda vitamiini sünteesida ka loomade seedekanalisis leiduv mikrofloora (bakterid). Sel puhul loom ei kannata vastava vitamiini puudumise all. Nii on lugu vitamiin B₁-ga ruminantidel. Vitamiini C näivad mõned loomad (rotid, koerad, ruminandid) aga koguni otseselt (ilma bakterite abita) sünteesida suutvat. Vastandina inimesele, ahvidele ja meriseale sellised loomad skorbuuti ei haigustu. Inimesel püsib vitamiin C sünteesivõime vaid esimestel elukuudel ja kaob 5. kuust alates aegamööda. Seega osutub vitamiin C vitamiinide ja hormoonide vaheastmeks, sünteesudes taimedes ja loomades ühtlasi.

Vitamiine jagatakse rasvas ja vees lahustuvateks. Piimas, näiteks, kus kõik vitamiinid esinevad ühtlaselt segunenult, eralduvad rasvas lahustuvad vitamiinid (A, D ja E) piima seistes koorekihisse (piimarasvasse), kuna teised, vees lahustuvad vitamiinid

¹ Nagu asjaomased arvutused näitavad, tuleb normaalselt toidetud ja terves rotis

vitamiin	A	1	molekuli kohta ca	40	miljonit valgu ja lipoidide molekuli				
"	B ₂	1	" "	ca	2	"	"	"	"
"	D ₂	1	" "	ca	800	"	"	"	"

(B vitamiinide grupp, C) peaaegu täielikult rasvavabasse kooritud piima jäävad. Vees lahustuvad vitamiinid (või provitamiinid) ekstraheeruvad söödast veega (keeduveega!), rasvas lahustuvad vitamiinid aga eetri, alkoholi, kloroformi või õliga. Keemiliselt ehituselt sarnanevad rasvas lahustuvad vitamiinid isekeskis suuremal määral kui vees lahustuvad vitamiinid. Vitamiinid A ($C_{20}H_{29}-OH$), D ($C_{28}H_{43}-OH$) ja E ($C_{29}H_{59}O-OH$) karakteriseeruvad kõrge C ja H ning väikese O sisaldusega, küllastumatusena ja ainsa hüdroksüül- (OH) grupiga. Vees lahustuvad vitamiinid sellist ühtlust ei oma. Juba nende elementaarne koostis ($B_1 = C_{12}H_{16}N_4OS$; $B_2 = C_{17}H_{20}N_4O_6$; $C = C_6H_8O_6$) pakub kirjut pilti, aga ka nende konstitutsioon on üsna ebahühtlane. Vastandina rasvas lahustuvatele vitamiinidele, kus rõngastumine toimub vaid C aatomite vahel (isotsüklilised ühendid), sisaldavad vees lahustuvates vitamiinides esinevad rõngad C aatomite kõrval ka S või N (B_1, B_2) või hapnikku (heterotsüklilised ühendid). Üldiselt ei moodusta vitamiinid keemiliselt ühtlast ainete rühma. Võrreldes teiste orgaaniliste ainetega (eriti valkudega) pole nende konstitutsioon väga komplitseeritud. Tänapäeval on õnnestunud sünteetiliselt valmistada kaht vitamiini, peale selle mõnda osaliselt.

Söötade vitamiinide sisaldust (hulka) mõõdetakse bioloogilisel teel (loomkatse abil) nn. profülaktiliste ja kuratiivsete (terapeutiliste) ühikutega. Esimesega tähendatakse söötvahendi hulka (g või cm^3), mis vajalik juurde lisada katselooma päevasele, uuritava vitamiinivabale ratsioonile vastava avitaminoosi ärahoidmiseks. Kuratiivne ühik on see söötvahendi hulk, mis vajalik avitaminoosihaige katselooma (merisiga, kodujänes, rott, hiir, tuvi) tervistamiseks. Kuratiivne ühik on alati tunduvalt suurem profülaktilisest. Arusaadavalt varieeruvad bioloogilisel teel saadud vitamiiniühikud vastavalt katseloomade liigile ega ütle nad midagi vitamiini absoluutsest hulgast vastavas söödas. Vitamiinide resp. provitamiinide absoluutset hulka määratakse nn. internatsionaalsete ühikutega. Viimaseid avaldatakse mg või miljonindikes grammides ($= \gamma$). Bioloogiliste ja internatsionaalsete ühikute vahel on alati kindel suhe, mis asjaolu võimaldab neid üksteiseks ümber arvutada. Nii vastab vitamiini C profülaktiline meriseaühik 10 internatsionaalsele ühikule resp. 0,05 mg puhtale C vitamiinile.

Tänapäevani on tundma õpitud üle 10, alfabeedi järgi ja teistel alustel nomineeritavat vitamiini ühes niisama paljude puudushaigustega. Mõningaid andmeid neist ja nende puudumisest tingitud avitaminoosidest esitavad järgnevad read ühes juuresoleva tabeliga.

VITAMIIN A (antikseroftalmiline, antiinfektsioosne, epiteelikaitse vitamiin) leidub loomakehas vaid valmis kujul, jõudes siia taimse päritoluga provitamiinide (karotiinide) näol. Kõige rikkalikumalt leidub teda võis, piimas ja kalamaksaõlis. Ka kuivamaa-loomadel on maks peamiseks vitamiin A deponeerimiskohaks (90—95% kogu tagavarast), kuid ometi on veise maksa vitamiin A sisaldus umbes 100 korda väiksem tursa maksa

omast. Loomadel puudub vitamiin A sünteesivõime resp. see piirdub vaid provitamiini muutmisega vitamiiniks. Ka kaladesse jõuab ta taimse planktoni kaudu.

Provitamiinid A kuuluvad taimse päritoluga värvainete, karotiinide klassi. Helekollased kuni punakasvioletsed karotiinid esinevad peaaegu kõikides taimedes; enamasti saadavad nad rohelist klorofüllit, mis nende värvust varjab. Umbes 20 tuntud karotiinist muutuvas kehas täielikult (β -karotiin) või osaliselt A vitamiiniks vaid sellega kõige suuremat sarnasust omavad 4 karotiini. Neist kolm kannavad α -, β - ja γ -karotiini ning neljas krüptoksantiini nimetust. Kõige hulgalisemalt esineb β -karotiin. Igast β -karotiini molekulist tekib 2 vitamiin A molekuli ja ülejäänud kolme provitamiini igast molekulist vaid üks A vitamiini molekul. Provitamiini β -karotiini konstitutsionaalne sarnasus vitamiin A-ga nähtub nende järgnevalt (lk. 22) esitatud struktuurivalemeid võrreldes.

Vitamiini A internatsionaalseks ühikuks on 0,6 γ β -karotiini.

Vitamiini A toime on kilpnäärme hormooni türoksiiniga vastandlik. Türoksiin tõkestab vitamiin A salvestumist maksas ja vastupidiselt võib vitamiin A korrigeerida kilpnäärme hüperfunktsiooni. Vitamiin A teiste omaduste ja ta puudumisest tingitud insufitsientshaiguste üle vt. tab. lk. 26—29.

VITAMIIN D (antirahhiitne vitamiin) esineb söödas samuti enamasti provitamiinina, mis lühilainelise (260—300 m μ) valguse mõjul organismis vitamiiniks muutub (provitamiini A vitamiinistumine toimub katalüsaatorsel e. ensüümi toimel). Et valguskiired ei tungi sügavale organismi, siis toimub vitamiini D moodustumine peamiselt nahas või (lindudel) sulgede peal.

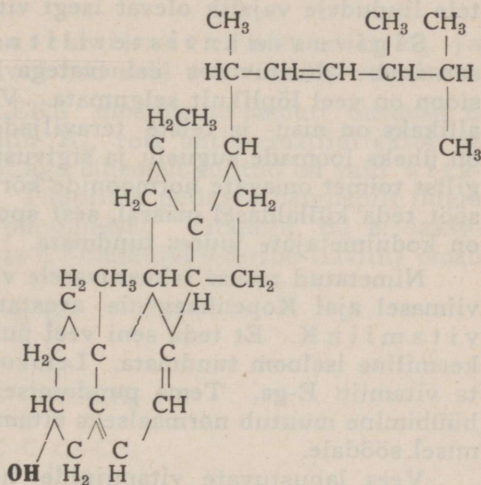
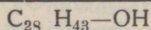
Juba varemini tunti lindude sulgede antirahhiitilist toimet, kuid alles hiljuti selgus selle lähem põhjus. Linnud neelavad alla endi puhastamisel sulestikult vabanenud rasvarikka katte ja võivad selle järel sulestiku uuesti päränipunäärme (*gl. uropygi*) pärineva õliga. Viimane sisaldab provitamiin D, mis sulestikul vitamiinistub. Päränipunäärme ekstirpatsioon tingib täiskasvanud lindudel sulestumise häireid ja noortel lindudel rahhiiti.

Valmis vitamiin D leidub kõige rikkalikumalt kalamaksaõlis. Tema konstitutsioon on veel selgumata; seevastu aga tuntakse hästi üht tema provitamiini, ergosteriini, ja sellest kunstlikul kiiritamisel saadavat vitamiini. Et kalamaksaõlis leiduv D vitamiin ergosteriini kiiritamisel saadud vitamiinist teataval määral erineb, siis nimetatakse esimest vitamiin D-ks ja teist vitamiiniks D₂ e. kaltsiferooliks. Ergosteriin, nagu teisedki steriinid, on suure molekulaarkaaluga, vees lahustumatu üheväärne (ainsat OH-gruppi omav) alkohol. Omavahel seostudes moodustavad C aatomid fenatreenitaolise kolmikrõnga ühes 5 C aatomist koosneva rõngaga ja viimasega seostuva kõrvalketiga. Vitamiinistumisel katkeb nimetatud kolmikrõngas üks C aatomitevaheline seos, asendudes kahekordse seosega teisal.

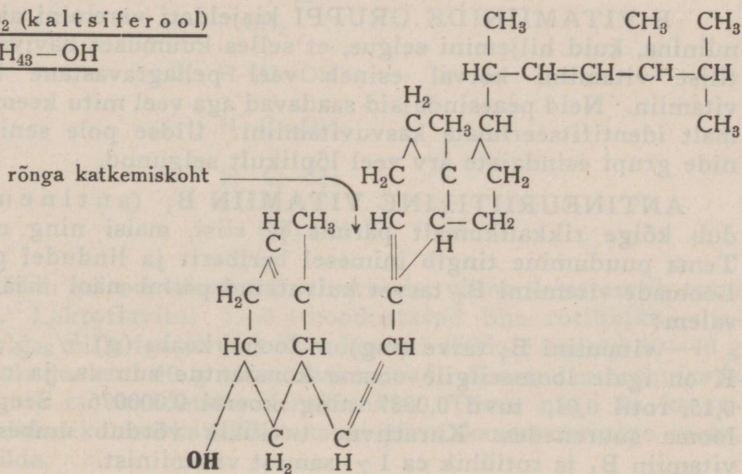
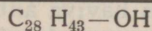
Vastavalt sellele saadakse ergosteriini kiiritamisel alati mitmekesisest derivaati, milles leiduvad kõik loendatud ühendid korraga — asjaolu, mis võimatuks teeb ergosteriini ümbermuutmise võrdseks kaltsiferooli hulgaiks.

Peale steriinide omavad kiiritamise tagajärjel (ultravioletvalgusega) antirahhiitset toimet ka tavalised rasvad ja isegi enamik teisi toiteaineid (kaseiin, tärklis, dekstriin). Loomade eneste kiiritamine põhjustab nende produktide (piim, munad) rikastumist vitamiinidega. Sama kehtib ka taimsete söötvahendite kohta: päikeseüllaste ilmadega kogutud ja kuivatatud hein on vitamiiniderikkam niiskel ajal kogutud heinast, jne. Kanakasvandustes väidetakse kiiritamise tagajärjena munaproduktiiooni tõusu ja kiiritamise perioodist pärinevate munade suuremat haudeprotsenti ühes samadest väljunud tibude suurema elujõuga.

Ergosteriin



Vitamiin D₂ (kaltsiferool)



Vitamiin D internatsionaalseks ühikuks on 1 mg kindlate reeglite järgi kiiritatud ergosteriini 0,1% oliiviõlilahusest. See vastab kiiritamata ergosteriini 0,1 γ . Nn. kliiniline ühik võrdub 1,5 γ ergosteriiniga. Tuntumaks vitamiin D preparaadiks on *vigantool*, ultraviolettkiirtega aktiveeritud ergosteriini õlilahus.

D avitaminoos, rahhiit, esineb niihästi inimestel kui ka kõikidel noortel loomadel vitamiin D või päikese otsese valguse puudumisel (tavalist aknaklaasi ultraviolettkiired ei läbi!). Noortel tibudel on sagedaks D avitaminoosiks jalutus jäsemete lihaste nõrkuse tagajärjel. Kiiritamine otsese päikesevalgusega ja kalamaksaõli tarvitamine on selle puudushaiguse spetsiifilised ravivahendid. Paljude asjaomaste tähelduste põhjal näib otsene päikesevalgus noortele lindudele vajalik olevat isegi vitamiinide külluse korral söödas.

Sigivus - e. antisteriliteedi VITAMIIN E ($C_{29}H_{60}O_2$) sarnaneb lahustuvuses eelnevatega (A ja D). Tema konstitutsioon on veel lõplikult selgumata. Vitamiini E kõige rikkalikumaks allikaks on nisu- ja teiste teraviljade eod. Antisteriliteedivitamiin on üheks loomade suguelu ja sigivust reguleerivaks teguriks analoogilist toimet omavate hormoonide kõrval. Nähtavasti sisaldab looma sööt teda küllaldasel määral, sest spontaansed E avitaminoosi juhud on koduimetajate juures tundmata.

Nimetatud rasvas lahustuvatele vitamiinidele on lisandunud üsna viimasel ajal Kopenhaagenis avastatud antihemorraagiline vitamiin K. Et teda seni veel puhtana isoleeritud pole, on tema keemiline iseloom tundmata. Leiukohtadelt ja stabiilsuselt sarnaneb ta vitamiin E-ga. Tema puudumisel konstateeritav puudulik verehüübimine muutub normaalseks vitamiin K sisaldava vahendi lisandamisega söödale.

Vees lahustuvate vitamiinide hulka kuuluvad B vitamiinide grupp ja vitamiin C.

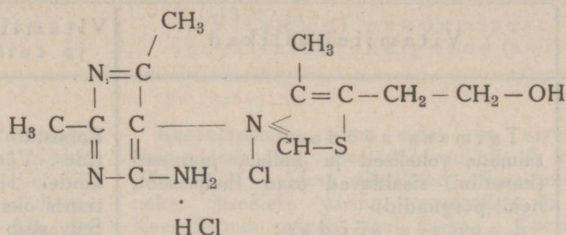
B VITAMIINIDE GRUPPI kirjeldati varemini ainsa B vitamiinina, kuid hiljemini selgus, et selles kuumuses häviva antineuriitilise vitamiini kõrval esineb veel pellagravastane keedukindel vitamiin. Neid peaesindajaid saadavad aga veel mitu keemiliselt lähemalt identifitseerimata kasvuvitamiini. Üldse pole seni B vitamiinide grupi esindajate arv veel lõplikult selgunud.

ANTINEURIITILINE VITAMIIN B_1 (antineuriin) leidub kõige rikkalikumalt pärmis ja riisi, maisi ning nisu idudes. Tema puudumine tingib inimesel beriberit ja lindudel polüneuriiti. Loomade vitamiini B_1 tarvet kuivatatud pärmil näol määrab järgnev valem:

$$\text{vitamiini } B_1 \text{ tarve (mg)} = \text{looma kaalu (g)}^{5/3} \times K.$$

K on igale loomariigile omane konstantne suurus, ja nimelt hiirel 0,15, rotil 0,01, tuvil 0,0037 ning koeral 0,000076. Seega langeb K looma suurenedes. Kuratiivne tuviühik võrdub umbes 2 γ puhta vitamiin B_1 ja rotiühik ca 1 γ samast vitamiinist.

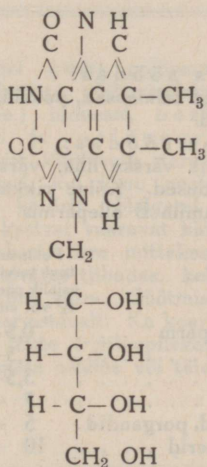
Vitamiini B₁ dikloorhüdraat omab järgnevat konstitutsiooni:



Seega sisaldab ta üht kuusrõngast ühes kahe N aatomiga ja üht viisrõngast ühe N ja ühe S aatomiga. Soola moodustamine näitab vitamiini baasilist iseloomu.

Vitamiin B₁-ga kaasuvad nn. tuvikasvufaktorid B₃ ja B₅. Kasvu stimuleerivalt toimivad nad vaid vitamiin B₁ manusel.

ANTIPELLAGRAKOMPLEKS moodustub samuti mitmest B vitamiinist (vitamiin B₂, vitamiin B₄, roti antidermatiidifaktor ja antianeemiline faktor), milledest aga lähemalt tuntud on vaid vitamiin B₂ (laktoflaviin). Tüüpiline pellagra haiguspilt ilmub vaid kogu kompleksi söödas puudumisel. Vitamiin B₂ e. laktoflaviin (keemilises terminoloogias 6,7-dimetüül-9-d-ribo-flaviin) omab järgnevat konstitutsiooni:



Üksikult toimib ta roti kasvu stimuleerivalt; viimane sisteerub tema puudumisel. Laktoflaviini 7—8 γ moodustavad ühe rotiühiku, vitamiini B₂ hulga, mille igapäevsel lisandamisel söödale noored 30—40 g rotid 4 nädala jooksul 40 g võrra raskenevad. Seostudes organismis valguga toimib ta oksüdatsiooniensüümuna. Tema, nagu ka kasvufaktori B₄ rikkalikumateks allikateks on pärm, kanamunavalge, maks, neerud ja süda.

Vitamiini nimetused	Vitamiini allikad	Vitamiini füüsikalised ja teised omadused
<p>Vitamiin A (antikseroofthalmiline e. keratomalaatsiat ärahoidev vitamiin).</p>	<p>Taimses söödas: taimede rohelised ja kollast pigmenti (karotiini) sisaldavad osad (haljassööt, hein, porgandid).</p> <p>Loomses söödas: loomsed rasvad e. õlid (täispiim ja piimasaadused — eriti suvel —, kalamaksaõli, munarebu).</p> <p>Porganditega ohtralt toidetud loomade või ja rasv on vit. A - rikkam tavaliselt toidetud looma omast.</p> <p style="text-align: right;">Rotiühikute hulk toit- (sööt-) vahendi 1 kg või 1 l:</p> <p>Kalamaksaõli 10 000—500 000 Või 5 000— 50 000 Munarebu 10 000— 50 000 Piim 500— 2 000 Juust 4 000— 8 000 Spinat 25 000— 60 000 Porgandid 20 000 Tomatid 4 000</p>	<p>Lahustub tavaliselt rasva solventides. Võrdlemise temperatuurikindel. Hävib kõrges temperatuuris oksüdatsiooni võimalusel. Salvestub loomakehas rikkalikult, mille tõttu vitamiin A küllaldase söödaga toidetud loom tema puudumist üsna kaua (kuid) märkamatuks üle elab.</p>
<p>Vitamiin B₁ (antineuriitiline vitamiin, antineuriin).</p>	<p>Taimses söödas: kõik rohelised taimeosad, puuvili, idanev teravili, kliid.</p> <p>Loomses söödas: munad (rebu), värske liha, värske piim ja piimasaadused. Kõige rikkalikumalt sisaldub vitamiin B õllepärmis.</p> <p style="text-align: right;">Polüneuriithaige tuvi tervistumiseks vajalik päevane hulk (g või cm³) leidub</p> <p>Kuivatatud pärm 0,5— 1,0 Nisueod 1,5— 2,5 Odraterad 3,5— 4,5 Kaerajahu 7 —10 Salat, kapsad, porgandid 5 —10 Kartulid, naerid 10 —15</p>	<p>Lahustub vees. Võrdlemise termostabiilne; resistentne oksüdatsiooni suhtes, kuid tundlik alkaalses keskkuses. Toidu kuivatamisel ei hävi, küll aga keetmisel. Organismis salvestub vähesel määral, mispärast tema alatine esinemine söödas on oluline.</p>
<p>Anti-pellagra-kompleks: B₂ e. laktoflaviin, B₄, roti dermatiidivastane faktor ja antianeemiline faktor.</p>	<p>Vitamiin B₁-ga ühised.</p>	<p>Lahustub vees. Termostabiilne, s. o. keetmise või küpsetamise korral ei hävi ta. Valgusest mõjustatav.</p>

AVITAMINOOSID.

Vitamiini vajadus
ja toime

Vitamiini puudumisest tingitud
insufitsientsahaigused (avitaminoosid)

Vajalik kõigile kasvavatele loomadele, vähem aga täiskasvanutele. Ainult tuvile näib tema puudumine mitteolulisena.

A (aga ka C ja D) vitamiini puudumine teeb loomad (ka täiskasvanud) vastuvõtlikuks infektsioon- ja invasioonhaigustele (seal eriti hingamiseliandide tabavatele nakkustele).

Kseroftalmia, silma side- ja sarvkestas lokaliseeruv haigus (inimene). Seal tekivad vit. A mitmekuulise puudumise järel toidust närvilised sümptomid ebakindla kõnaku, jäsemete värina, vaarumiste ja paralüüside näol. Kseroftalmia esineb seal harva. Koeral kirjeldatakse sel puhul kõhulahtisust, lahjumist ja sagedast oksendust.

A - avitaminoos näib koduloomadel esinevat üsna harva. Spontaanse A - avitaminoosi hulka arvatakse Ameerikas ja Saksamaal kirjeldatud mitteküllaldase haljassööda puhul tekkinud lindude haigust — „nutritional roup“ e. toit-difteeriat, millega kaasuvad nõrkus, lahjumine, limaseroosne ninanõre, pisaravool, silmalaugude kleepumine ning kollakasvalgete mädasõlmekeste teke suu-kurgu ja pugu limaskestal. Haljassööt ja kliide lisamine söödale kõrvaldavad haiguse. Kuivõrra on tingitud A ja B vit. puudusest kasvukite kängus või kuivõrra on selles süüdi pidamis- ja söötmisolud kui ka muud haigused, peavad selgitama edasised uurimised (Wellmann, 1930).

Peaaegu tarbetu ruminantidele (ka kasvavatele), kuna vit. B₁ tekib bakterite mõjul nende eesmagudes. Linnud nõuavad temast suuremaid hulki kui teised loomad.

Beriberi (raske polüneuriit, mis seostunud halvustega, seedehäiretega, südamenõrkusega, vesitõvega, üldise nõrkusega jne.) inimesel, beriberitaolised haigused loomadel ja polüneuriit lindudel. Kanadel ilmub polüneuriit kliidevaba terasööda tarvitamisel ja haljassööda puudumisel, kui kanu pealegi peetakse prügitatud õuel või pimedas keldris. Haigetel loomadel märgatakse alul 3—4 nädalat kestvat vaaruvat käiku, jalgade harkseisakut, kukkumist jooksul, õrre mittekasustamist jne. Hiljemini järgneb sellele halvatus tiibades, kehas ja kaelas, hingeldamine ning lõpuks linnu surm. Söötmis- ja pidamisolude vahetus mõjub kiiresti tervistavalt. Ka koertel on kirjeldatud üksikuid avitaminoosi juhte (ristluupiirkonna kangustus, lihaste krampid, tagajäsemete osaline või täielik halvatus).

Koerad ja rotid on ta puudumise vastu tundlikud.

Pellagra inimesel, koeral ja rotil. Koeral ilmestub see kestva oksenduse, kõhulahtisuse, dermatiide ja lihastenõrkuse näol. Katsetingimuisis järgneb surm alles 200—300 päeva jooksul; haigus areneb seega aeglaselt ja võib koduloomadel vaevalt esineda spontaanselt.

Vitamiini nimetused	Vitamiini allikad	Vitamiini füüsilised ja teised omadused																
<p>Vitamiin C (askorbiinhape, skorbuidvastane vitamiin).</p>	<p>Taimses söödas: kõikides kasvavates taimedes (karjamaa rohi, juurvili, värsked puu- ja aedvili).</p> <p>Loomses söödas: värsked liha ja suvine piim.</p> <p>Inimese C vit. tarve ületab merisea oma umbes 50-kordselt.</p> <p>Päevane profülaktiline merisea doos sisaldub g või cm³</p> <table border="0"> <tr> <td>Sidrunimahla</td> <td>1 — 1,5</td> </tr> <tr> <td>Tomatid</td> <td>1,5 — 5</td> </tr> <tr> <td>Õunad, pirnid</td> <td>10 — 15</td> </tr> <tr> <td>Rohi, kaunvili</td> <td>1 — 5</td> </tr> <tr> <td>Kapsas, salat, spinat</td> <td>1 — 2</td> </tr> <tr> <td>Kartulid</td> <td>3 — 4</td> </tr> <tr> <td>Piim</td> <td>20 — 150</td> </tr> </table>	Sidrunimahla	1 — 1,5	Tomatid	1,5 — 5	Õunad, pirnid	10 — 15	Rohi, kaunvili	1 — 5	Kapsas, salat, spinat	1 — 2	Kartulid	3 — 4	Piim	20 — 150	<p>Lahustub vees. Termolabiilsuse ja tundlikkuse tõttu oksüdatsiooniprotsessidele hävib ta toidu kuivatamisel ja konservimisel. Kehal vähene salvestusvõime, mistõttu tema puudumisel avitaminoosi nähud (skorbuit) ilmuvad kiiresti</p>		
Sidrunimahla	1 — 1,5																	
Tomatid	1,5 — 5																	
Õunad, pirnid	10 — 15																	
Rohi, kaunvili	1 — 5																	
Kapsas, salat, spinat	1 — 2																	
Kartulid	3 — 4																	
Piim	20 — 150																	
<p>Vitamiin D (antirahhiitne vitamiin, kaltsiferool).</p>	<p>Taimses söödas: haljassööd ja hein.</p> <p>Loomses söödas: kalamaksaõli, munarebu ja peaaegu kõik teised, ultravioletvalgusega kiiritatud toitvahendid.</p> <p>Lapsele vajalik päevane vitamiini hulk leidub</p> <table border="0"> <tr> <td>Lehma piim (harilik)</td> <td>1 — 2 l</td> </tr> <tr> <td>" " (kiiritatud)</td> <td>1 — 2 cm³</td> </tr> <tr> <td>Või</td> <td>1,0 — 50 g</td> </tr> <tr> <td>Munarebu</td> <td>10 g</td> </tr> <tr> <td>" (kiiritatud)</td> <td>0,003 g</td> </tr> <tr> <td>Kalamaksaõli</td> <td>0,5 — 5 g</td> </tr> <tr> <td>Vigantool</td> <td>0,02 g</td> </tr> <tr> <td>Vitamiin D₂</td> <td>0,000002 g</td> </tr> </table>	Lehma piim (harilik)	1 — 2 l	" " (kiiritatud)	1 — 2 cm ³	Või	1,0 — 50 g	Munarebu	10 g	" (kiiritatud)	0,003 g	Kalamaksaõli	0,5 — 5 g	Vigantool	0,02 g	Vitamiin D ₂	0,000002 g	<p>Lahustub rasva solventides. Avitaminiist oksüdatsioonile resistentsem. Eraldatud kristalne aine — kaltsiferoolina, mille 30 grammist jätkuks antirahhiidilise vahendina ööks-päevaks 1 000 000 lapsele ja 0,12 grammist 400 000 rahhiidilise roti tervistamiseks.</p>
Lehma piim (harilik)	1 — 2 l																	
" " (kiiritatud)	1 — 2 cm ³																	
Või	1,0 — 50 g																	
Munarebu	10 g																	
" (kiiritatud)	0,003 g																	
Kalamaksaõli	0,5 — 5 g																	
Vigantool	0,02 g																	
Vitamiin D ₂	0,000002 g																	
<p>Vitamiin E (sigimisvitamiin, antisteriliteedivitaamiin).</p>	<p>Taimses söödas: taimede rohelised osad, idanev teravili ja vähemal määral kõikides taimsetes õlides.</p> <p>Loomses söödas leidub teda vähe (piim ja kalamaksaõli).</p>	<p>Lahustub rasva solventides. Kuumus, valgus, õhk ja keemilised reaktsioonid mõjustavad teda vähe. Keetmisel ja küpsetamisel ei hävi. Nähtavasti puudub organismil tema salvestamisvõime.</p>																

AVITAMIINOOSID (järg).

Vitamiini vajadus ja toime

Vitamiini puudumisest tingitud insufitsientsshaigused (avitamiinoosid)

Inimene, ahv, merisiga ja kasvav kodujänes on vit. C puudumisele söödas tundlikud. Rotile, kanale, tuvile ja kõigile koduimetajaile on ta, kui arvata- vasti nim. loomades enestes sünteesitav, tarbetu.

Tema puudumine vähendab looma resistentsust teatavate infektsioonide suhtes ning näib soodustavat reumaatilisi häireid.

Skorbuut inimesel (igemete pundumine, hammaste lahtitulek, luude pehmunine, verevalumid limaskestadel, nahal ja liigestes, nõrkus, kõhulahtisus, depressioon). Koduloomadest näib analoogsete sümptomitega haigus harva esinevat vaid koeral (ühekülgse söötmise korral koerakookidega, mäda- neva lihaga jne.) ning arvatavasti sagedamini noortel kutsi- katel. Eksperimentaalselt on C-avitamiinos demonstreeritav ka seal.

Vajalik kõikidele noortele ver- tebraatidele. Toimib Ca resorptsiooni soodustades resp. tema roojakaudset eliminat- siooni pidurdades.

Fosfori ja kaltsiumi ebaõige vahekorra puhul söödas tingib vitamiin D puudumine **rahhiiti**. Haiguse silmapaistvamaiks tunnuseiks on luude väärareng, kehvvveresus ja seedehäired. Rahhiidi ravil võib vitamiini D asendada päikese- või kunstlik ultraviolet-valgus (mis organismis leiduva ergoste- riini D vitamiiniks muudab).

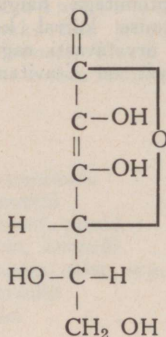
Vitamiin D liigne (toksiline) doos põhjustab samuti rahhiiti. Rahhiiti soodustava söötvahendina on tuntud teravilja-jahud (mitteresorbeeritavate fosforühendite, „antivitamiin D“, sisal- duse tõttu).

Vajadusest vähe andmeid.

E-avitamiinos esineb **steriliteedi** näol. Isasloomal munandid atrofeeruvad ja seemnerakud hävivad. Emasloomas arenev idulane sureb ja resorbeerub.

Vit. E toimeid selgitavaid eksaktseid katseid on toimetatud vaid valgete hiirtega. Sigimisvitamiini abil pole võimalik tõsta katseloomade (rott, hiir) fertiilsust. Kõneldavat vita- miini rikkalikult sisaldavate nisulinnastega on tagajärjekalt ravitud selliseid naise steriilsuse juhte, kus suguorganid osutusid normaalsseteks. Spontaanset E-avitamiinooosi kodu- loomadel ei tunta.

Antiskorbuutne VITAMIIN C (askorbiinhape) leidub rikkalikult rohelistes taimeosades, eriti kapsastes ja lutsernis, aga ka kartuleis. Puhta C-vitamiini 0,05 mg moodustavad internatsionaalse ühiku. Profülaktiline meriseaühik võrdub 10 intern. ühikuga. Vitamiin C on konstitutsioonilt heksoosidega sarnasust omav orgaaniline hape, mille nimetus on tuletatud tema antiskorbuutsest toimest (askorbiinhape). Koduloomad ja -linnud näivad teda sünteesida suutvat ka otseselt, mille tõttu nad peaaegu kunagi skor-



l-askorbiinhape = vitamiin C

buuti ei haigustu. C-vitamiiniga analoogilist, kuid nõrgemat toimet omavad askorbiinhappe derivaatidest l-rhamno- ja d-araboaskorbiinhapped.

Vitamiinide küsimus on eriti oluline inimese toitlustamises. Veel tänapäeval on D-avitamiinos e. rahhiit (inglistõbi) sagedaks lastehaiguseks ning sõjaaegadel tabab see haigus ka täiskasvanuid (maailmasõja aegu hukkus üksi Mesopotaamia sõjaväes 1916. a. üle 7000 sõduri skorbuuti). Varemini esines skorbuut pikkadel reisudel viibivate merimeeste seas hulgaliselt¹.

¹ Magalhães'i avastusreisu (1519—1522) kirjeldusest loeme: „Sõit üle Vaikse ookeani vältas kolm kuud ja kakskümmend päeva. Selle aja kestel me ei saanud värsket toitu. Olid viletsad päevad. Kuivik, mida pidime sööma, polnud enam leib, vaid tolm, mis oli segunenud ussidega ja haises vastikult hiirte uriinist. Vesi, mida olime sunnitud jooma, oli mädanenud ja haises. Et mitte nälga surra, pidime närima loomanahka, millega olid üle tõmmatud raad, et kaitseda kõisi rebenemise eest. Need nahatükid, mis aastate viisi olnud vihma, päikese ja tuule käes, olid nii kõvad, et pidime neid meres neli kuni viis päeva leotama, enne kui nad vähegi pehmenesid. Siis praadisime neid sütel, et saada süüa. Sageli suures hädas sõime ka saepuru. Isegi hiired, nii vastikud kui nad inimesele ongi, olid ihaldatud. Meie maksime nende eest tukati tükist.

Selle halva toidu tagajärjel valdas meid erilaadne haigus. Ülemise ja alumise lõualuu igemed paistetasid nii, et see hambaid kattis ja haiged enam süüa ei saanud (skorbuut, J. T.). 19 meest surid sisse haigusse... Kõigele sellele lisaks lamasid käte, jalgade ja teiste kehaosade valudes haigetena 25—30 meest. Need said aga jälle terveks.“ (Pigafetta A.: Esimene teekond ümber maailma. Elav Teadus nr. 3, 1932, lk. 37.) Sõrendus tsiteerijalt.

Koduimetajatel ei näi võimalikud puudushaigused (avitamiinoo- sid) omavat inimesega võrdset tähtsust, ning välja arvatud rahhiit, mille põhjustajaks samuti fosfori või lubja vähesus või nende eba- õige vahekord söödas, tohiks id herbivooridel nende peaaegu alatise loodusliku sööda tõttu avitaminoosid harva arvesse tulla. Kindlasti aga püsib avitaminooside võimalus kodukarnivooridel, kodulindudel näib nende talvine esinemine üsna sagedana. Üldiselt on aga kodu- imetajate puudushaigused veel vähe selgitatud.

Vitamiinide puudumise talumise kestus difereerub liigivaheliselt, olles tingitud a) looma salvestamisvõimest teatava vitamiini suhtes, b) vitamiini sünteesimise võimalusest loomalt endalt või tema bakter- konnalt ja c) loomale kättesaadavast päikesevalguse hulgast.

Optimaalselt toimivad vitamiinid vaid teatavas kvantumis konsu- meerituna. Nende liiga väike doos on mõjuta ning liiga suur doos (kestvama tarvitamise korral) mürgine või koguni surmav.

Avitaminooside kõrval on vitamiinid ka mõnede teiste haiguste puhul ravimitena kasustamist leidnud. Nii kalamaksaõli (vitamiin A) ulatuslikkude nahahaavade paranemise kiirendamiseks, D-vita- miin tetaaniliste krampide puhul, C-vitamiin hemofiilia korral jne.

Veri (*sanguis*).

V e r i on kinnises soonestikus asetsev, alaliselt voolav, hele kuni tumepunane, läbipaistmatu, veest veidi raskem (erikaal 1,040—1,060), soolakamaitseline, nõrkalkaalse reaktsiooniga (hobusel pH = 7,20—7,55) vedelik, mis koosneb 77—83% veest (ca $\frac{4}{5}$ kogukaalust) ja 17—22% orgaanilisest ning 0,6—1% anorgaanilisest kuivollusest. Tema peamiseks ülesandeks on toiteainete, hapniku ja ainevahetus- produktide transport tarbekohale. Vere koguhulk moodustab looma keha kaalust 5—8% e. $\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{20}$ osa. Tapmisel saadakse O s t e r t a g'i andmetel loomadelt verd järgmisel hulgal:

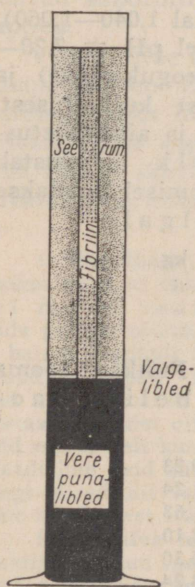
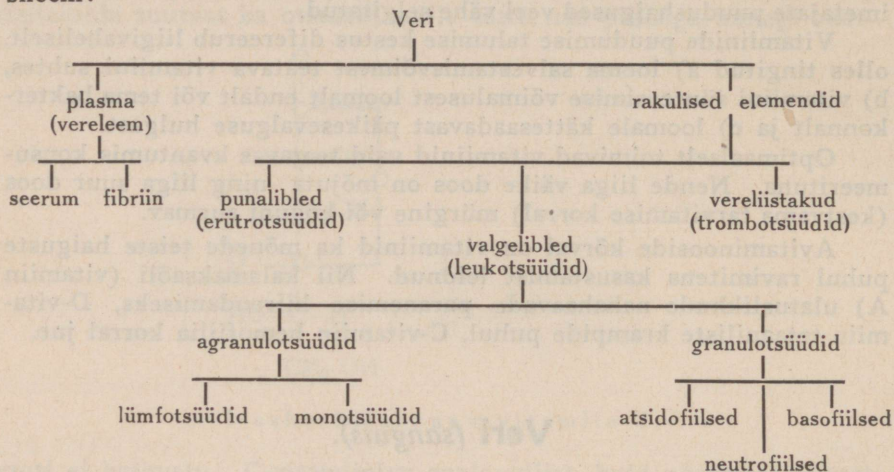
veiselt eluskaaluga	700 kg	25	kg
vasikalt	60 „	3,5	„
lambalt	50 „	2,25	„
sealt	200 „	6,20	„

Nuumatud loomad on relatiivselt verevaesemad. Puhkava looma (kodujänese) vere protsentuaalset organitevahelist jaotust näitavad järgmised (R a n k e) andmed:

Põrn	0,23
Pea- ja seljaaju	1,24
Neerud	1,63
Nahk	2,10
Mao-soolekanal	6,30
Luud	8,24
Süda, kopsud ja suured veresooned	22,76
Puhkavad lihased	29,20
Maks	29,30

millede põhjal nii maks, skeletilihased kui ka süda ühes kopsude ja suuremate veresoontega sisaldavad üksikult ca $\frac{1}{4}$ ja kokku ca $\frac{3}{4}$ vere koguhulgast. Arusaadavalt on elavas loomas vere hulga organitevaheline jagunemine alati muutuv, vere valgudes eeskätt töötavatesse organitesse.

Vere HISTOLOOGILIST KOOSTIST illustreerib järgnev skeem:



Joon. 2. Vere koostisosad separeerunult.

Mahult moodustavad RAKULISED ELEMENTID verest ca $\frac{1}{3}$ (hobusel 32,9%, veisel 31,9%, lambal 30,9% ja seal 39,4%) ja plasma ca $\frac{2}{3}$ osa. Seisvas ja hüübimata veres settivad kõige suuremat erikaalu (1,090) omavad punalibled nõu põhja, nende peale vahepealset erikaalu omavad valged verelibled, kuna kõige peal püsib värvitu (seal ja karnivooridel) või helekollakas (teistel koduimetajatel) plasma. Selliselt eraldunud vere histoloogiliste komponentide mahulist vahekorda mõõtklaasis määrates leiamegi ülaltähendatud arvud. Mõnda aega jahedas ruumis liigutamata seisnud verepreparaat omandab lõpuks plasma eraldudes fibriiniks ja seerumiks joon. 2 skeemiliselt edasi antud kuju.

Vere PUNALIBLED¹ on imetajail kollakasrohelist, ümmargused (välja arvatud tülopoodid — kaamel, laama), külgedelt bikon-

¹ Avastatud konna veres Swammerdam'i poolt 1658. a. ja inimese veres Leeuwenhoek'i poolt 1673. a.

kaavsed, lühialised (1—3 kuud kestvad) tuumata kettad. Teistel vertebratidel (lindudel, reptiilidel, amfiibidel ja kaladel) on nad ellipsoidsed ja neis leiduva tuuma tõttu servalt vaadates bikonveksed. Nende suur arv veres (5—10 miljonit 1 mm³-s) teeb mõisteta-vaks nende kolossaalse kogupinna, mis võrdub hobusel 14 000, veisel 16 000, lambal 1280 ja seal 3000 m²-ga.

Igale kehakaalu kilogrammile langeb seejuures erütrotsüütide välispinnast 27—36 m². Punaliblede suur välispind on oluline gaaside (peamiselt O₂) transpordil. Üksikasjalisemaid andmeid vere raku-liste elementide arvust, diameetrist ja protsentuaalsest vahekorrast leiame kõrvalseisvast tabelist.

Keskmised koduloomade vereliblede suuruselt ja arvust.

Loom	Erütrotsüüdid		Leukotsüüdid						Trombo-tsüüdid
	1 mm ³ leiduvate arv miljonites	Diameeter mikronites (μ)	1 mm ³ leiduvate arv tuhandetes	Protsentides					
				Lümfotsüüte	Neutrofiil-seid leukotsüüte	Atsidofiil-seid leukotsüüte	Basofiil-seid leukotsüüte	Mono-tsüüte	
Hobune	7—10	4,5—5,5	9	35	60	3	0,5	3	350
Veis . .	5—7	4,4—5,5	5—10	50	30	6	0,1	5	400
Lammas	10	3,5—4,5	8—10	55	30	8	0,5	3	367
Siga . .	6,5	5—6	10—15	24	72,9	0,4	0,1	0,9	300
Koer . .	6	5—9	9—10	20	70	3	0,5	4	300
Kass . .	8	5,9	10—15	40	60	4	0,1	2,5	493
Kana . .	3—4	11—13× 7—8	23—35	60	30	5	3	2	106

Punalibled on painduvad ja elastsed; peeni kapillaare läbides võivad nad mitmeti deformeeruda, muutudes aga rõhu alt vabanedes uuesti normaalkujulisteks. Oma ümbruse suhtes on nad väga tundlikud: hüpertoonilises lahuses erütrotsüüdid kortsubad (ogakera kujud) ja hüpotoonilises lahuses punduvad nad ning lõhkevad viimaks, hemoglobiini vabastades (hemolüüs). Füsioloogilises keedusoolalahuses (0,85% vesilahus) püsib nende kuju muutumatult.

Hemolüüsi korral lahkub hemoglobiin erütrotsüütidest, lahustudes plasmas. Peale hüpotooniliste lahuste põhjustavad seda alkohol, eeter, kloroform ja vereplasma eneses leiduvad hemolüsiinid. Viimased tavaliselt avaldavad oma mõju vaid liigivõrastele erütrotsüütidele (kodujänese ja merisea punalibled hävivad koduimetajate vereseerumis).

Erütrotsüütidele on karakterne nende lapiti kleepumine, mille tagajärjel nad isegi ringivas veres raharullikujulisi sambakesi moodustavad. Libled vahelise nõrga seose tõttu on selliste sambakeste iga voolavas veres üsna lühike ega häiri nad tsirkulatsiooni üldse.

Nimetatud aglutinatsiooni kõrval esineb patoloogilistes tingimustes punaliblede korrapäratu kuhjumine veresooni, eriti aga kapillaare sulgevateks ja seega tsirkulatsiooni häirivateks kogumiteks.

Patoloogilisele hemaglutinatsioonile (vereliblede kleepumisele) on ulatuslikku tähelepanu omistatud vaid käesoleval sajandil, paralleelselt vere transfusiooni tarvituselevõtmisega. Toimetatud transfusioonid ei andnud alul alati soovitud tulemusi, tingides paljudel juhtudel patsiendi surma. Sellekohastel uurimistel selgus, et inimeste veri transfusiooni või segatavuse seisukohalt jaguneb nelja gruppi, mis on päritavad ega muutu inimese elu kestel.

Inimese kuuluvust teatavasse VEREGRUPPI põhjustavad ühest küljest erütrotsüütides esinevad aglutineeritavad ained — aglutinogeenid (A ja B) ning vereplasmas leiduvad aglutiniinid — anti-A (e. α) ja anti-B (e. β). Nii aglutinogeenid kui aglutiniinid võivad ühe ja sama isiku veres esineda kas üksikult (punalibledes ainult A või B ning seerumis ainult anti-A või anti-B), mõlemad üheaegselt, või puuduvad veres nii ühed kui teised. Aglutinogeenide puudumist tähendatakse O-ga ja plasma aglutiniinide puudumist o-ga. Et ühe ja sama inimese veres ainult üksteist mitteühendav aglutinogeenid ja aglutiniinid esineda võivad, siis saavad veregrupe määravad tegurid esineda järgmises neljas kombinatsioonis: veregrupp I $O^{\alpha\beta}$, grupp II A^{β} , grupp III B^{α} ja veregrupp IV ABo. Tavaliselt tarvitatakse veregrupide märkimiseks numbrite asemel neis esinevate aglutinogeenide nimetusi (veregrupp O, A, B ja AB).

Vere transfusiooni puhul avalduvad häired on põhjustatud verd andva organismi erütrotsüütide aglutinatsioonist ja osalisest hemolüüsist. Sissenõristatava verehulga suhtelise vähesuse tõttu ei suuda selle plasma mõjustada vastuvõtva organismi erütrotsüüte. Sellepärast on arusaadav, et veregruppi O omavad inimesed, keda muu hulgas leidub ca 50%, võivad nende erütrotsüütide aglutineerimatus tõttu olla vereandjaks kõigile teistele; grupi ABo (mida omab umbes 5% inimestest) erütrotsüüdid seevastu aglutineeruvad kõikide ülejäänud gruppide (s. o. ca 95% inimeste) plasmas.

Isiku veregruppi määramiseks on müügil kahesugust testseerumit, üks aglutinogeen A ja teine aglutinogeen B leidmiseks või nende puudumise tõestamiseks. Annavad aglutinatsiooni ühes ja samas veres mõlemad testseerumid, siis kuulub vastav isik veregruppi AB.

Nagu tähendatud, on veregruppi määramine oluline vere transfusiooni puhul. Maailmasõja ajal märgiti samaks otstarbeks Ameerika sõjaväes sõduri veregrupp tema isiklikku kausta ja mitmed suuremad haiglad on tänapäev soetanud enestele tuntud veregruppidega vereandjaid võimalikkude transfusioonide korraks. Peale selle kasutatakse inimese veregruppide määramist veel ka kohtulikis meditsiinis. Kuid uurimise resultaati saab kõnelda positiivsel korral vaid kahtlustatava kasuks; uuritava verepleki kuuluvusest kahtlustatava isiku veregruppi ei saa aga teha mingeid konkreetseid järeldusi. Kahtlustatava kasuks võib sama meetod kõnelda ka lapse isa määramise korral.

Vere transfusiooni toimet koduloomadel on vähem uuritud. Teada on, et vere transfusioon hobusel ja

veisel pole seotud inimesele omase ohuga veregruppide mitteamvestamise korral. Võimalikkude tüsistuste vältimiseks soovitatakse koduloomadel transfusiooni alustada vähese verekvantumiga (suurtel loomadel ca 100 cm³); ei näita loom sellele järgnevalt rahutust, värisemist või pulsi ja hingamisfrekventsuse kasvamist, siis võib transfusiooni jätkata.

Koduimetajaist veisel, lambal ja seal eristatakse analoogselt inimesega kaht aglutinogeeni (A ja B) ning neile vastavaid aglutiniine (α ja β); kuid nimetatud loomadel võivad aglutiniinid vastandina inimesele puududa ka seal, kus nad (Landsteiner'i reegli põhjal) esineda võiksid. Seega on veisel, lambal ja seal eristatavad järgmised 4 verepeagrupperi ühes mõnede kõrvalgruppidega:

- | | |
|----------|--|
| grupp 1. | O β , selle kõrval ka O α , ja Oo |
| " 2. | A β ja selle kõrval ka Ao |
| " 3. | B α |
| " 4. | ABo. |

Hobusel on hemaglutinatsiooni tingivaid tegureid kuus paari (A, B, C, D, E, F ja α , β , γ , δ , ϵ , φ); üksikud tegurid esinevad siin järgmise sagedusega:

O = 0,6 %	o = 49,9 %
A = 74,6 %	α = 27,3 %
B = 84,3 %	β = 15,7 %
C = 20,1 %	γ = 11,5 %
D = 26,2 %	δ = 8,9 %
E = 23,7 %	ϵ = 7,1 %
F = 30,0 %	φ = 5,1 %

Aglutiniinidest vaid α ja β alluvad siin Landsteiner'i reeglile, s. o. nad esinevad alati seal, kus A või B puuduvad (vrd. kummagi paari esinemissagedust!). Teoreetiliselt on hobusel võimalikud 486 veregruppi. Kõige sagedamini esineb veregrupp ABo (20,9%) ning selle järel grupid ABFo ja ABEo (kumbki 6% sagedusega). Enamiku gruppide esinemissagedus seisab allpool 1% (S c h e r m e r, 1936).

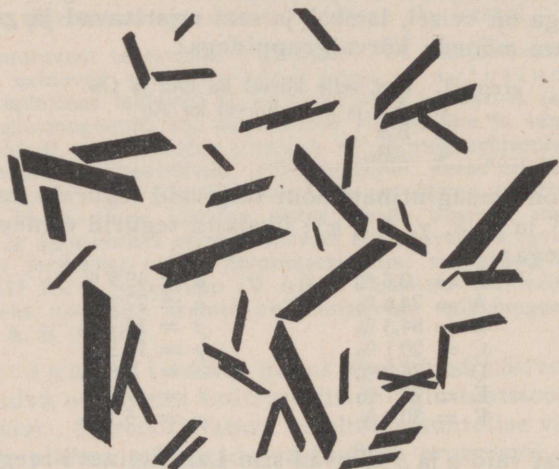
Koeral, kassil, kitsel, kodujänesel, meriseal ja kanal esineb liigisisene hemaglutinatsioon (isoaglutinatsioon) harva või üldse mitte.

Samaselt märgitavad hemaglutinatsiooni tingivad tegurid omavad liigivahelist sarnasust, mitte aga täielikku identsust. Veregruppide esinemise % difereerub tõuvaheliselt.

Erütrotsüüdid on vere värvust tingiva kromoproteiini HEMOGLOBIINI (verevärvniku) kandjaks. Viimane moodustab nende kuivollusest ca 90%, kuna ülejääv osa kuulub lipoiide (letsitiin, kolesteriin) sisaldavale stroomale. Vere 100 cm³-s leidub hemoglobiini: hobusel 12,4 g, veisel 10,8 g, seal 11,95 g ja koeral 15,8 g. Üldiselt on ta hulk sõltuv loomaliigist, vanusest, aastaajast ja haigusest. Hemoglobiin koosneb baasilisest valgust globiinist (96%) ja raudsisaldavast värvikomponendist, hemokromogeenist (4%). Hemoglobiin on punaliblede toime kandjaks. Hapnikurikkas keskkuses (kopsude alveoole ümbritsevas kapillaaristikus) seostub ta lõdvalt sellega o k s ü h e m o g l o b i i n i k s, kuid suurest ringest varus-

tatud kapillaaristikus (milles ringlev veri peatub vaid ca 1 sekundi) vabaneb ta hapnikust uuesti. Oksühemoglobiini vesilahus kui ka arteriaalne veri omavad helepunast, venoosne veri aga, temas esineva redutseerunud hemoglobiini tõttu, purpurpunast värvust.

Teatavail puhkudel tekib veres püsiva iseloomuga hapniku ja hemoglobiini ühend, methemoglobiin, mis hapniku transportist osa ei võta. Sama lugu on CO-hemoglobiiniga. Vingu-gaas omab hapnikust 200—300 korda suuremat afiniteeti hemoglobiini suhtes, asendab seetõttu juba väheses kontsentratsioonis oksühe-



Joon. 3. Hemiinikristallid lamba verest.

globiini hingamiseks kasutu CO-hemoglobiiniga, millest ongi tingitud vingusse lämbumine. Vingu surnud looma veri on violett- kuni hele-kirsspunane.

Hemoglobiini, oksühemoglobiini ja CO-hemoglobiini eraldatakse spektroskoobi abil, milleks uuritavat verd destilleeritud veega lahjendatakse. Hemoglobiin põhjustab laia absorptsioonivööti spektri kollases ja rohelises osas, kuid oksü- ja CO-hemoglobiini korral on samal kohal kaks vööti. Lisatakse viimasel puhul uuritavale verele redutseerivat vahendit (näit. väävelammooniumi), siis oksühemoglobiini korral vöödid ühinevad, CO-hemoglobiini puhul püsivad nad aga endiselt. Neutraalne methemoglobiini lahus põhjustab spektris nelja vööti, milledest punases asetsev on eriti selge (P a e c h t n e r).

Vere eraldamiseks temaga sarnanevast värviplekist kasustatakse esimesele karakterset T e i c h m a n n'i katsu, mille printsiip seisab hemokromogeeni ümbermuutumises karakterset kristalset kuju omavaks hemiiniks (soolhappehematiin). Selleks kuumutatakse kuiva verd (kaheldava päritoluga plekki) ühes keedusoola terakese ja 1—2 äädikhape tilgaga esemeklaasil. Vere puhul leiame sellist preparaati mikroskoobiga uurides pruune rombilisi (hemiini) kristalle (joon. 3).

Hemoglobiinivabad, tuuma omavad VALGELIBLED (leukotsüüdid) esinevad veres erütrotsüütidest palju väiksemal arvul (iga 700—1000 punalible kohta tuleb üks leukotsüüt). Geneesilt ja struktuurilt jagunevad valgelibled kahte gruppi. Ühed neist, a g r a n u l o t s ü ü d i d (lümfotsüüdid ja mononukleaarsed leukotsüüdid), tekivad peamiselt lümfisõlmedes ja nende tsütoplasma ei oma silmatorkavat granulatiooni (teralisust). Teised, g r a n u l o t s ü ü d i d (leukotsüüdid kitsamas mõistes), arenevad luuüdis, omavad mitmekujulist tuuma ja nende tsütosoomis esineb kas atsidofiilne, basofiilne või neutrofiilne granulatatsioon (atsidofiilsed e. eosinofiilsed, basofiilsed ja neutrofiilsed granuloosüüdid). Andmeid nende hulgast ja protsentuaalsest vahekorrast esitab lk. 33 asetsev tabel.

L ü m f o t s ü ü t i d e arvataavaks funktsiooniks on antikehade produtseerimine, bakterite mürgiste produktide detoksikatsioon ja abiksolek rasva resorptsioonil. Fagotsütoosivõime neil puudub. Nagu teisedki valgelibled, leiduvad lümfotsüüdid suurel hulgal ka väljaspool soonestikku, eriti seedekanali proprias (päriskestas).

Basofiilsest tsütoplasmast ümbritsetud suurt ümmargust või kühmalist tuuma sisaldavad, 12—15 μ diameetriga m o n o t s ü ü d i d (mononukleaarsed leukotsüüdid) esinevad veres ja koes aktiivsete fagotsüütidena, võttes enesesse ning seedides (või deponeerides) baktereid kui ka eluta võõrkehi. Ligikaudu analoogilist toimet omavad ka liikumisvõimelised (amööboidselt liikuvad) neutrofiilsed granuloosüüdid. Viimaste arv veres tõuseb tunduvalt püogeensete infektsioonide (mädanemisprotsesside) puhul. Eosinofiilsete ja basofiilsete granuloosüütide toime on üldiselt tume. Esimeste arv veres tõuseb mõningate parasitaarsete haiguste korral.

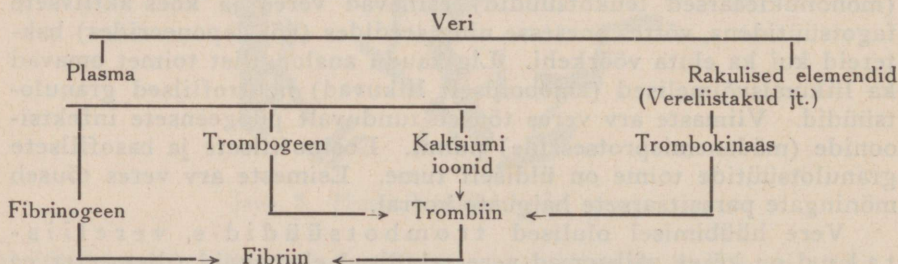
Vere hüübimisel olulised t r o m b o t s ü ü d i d e. vereliis-ta k u d on kõige väiksemad vere rakulised elemendid (diameeter ca 3 μ). Fikseeritult omavad nad tsentraalset, tuumavärvidega tingeeruvat osa, k r o m o m e e r i, ja perifeerset, nõrgalt värvustuvat h ü a l o m e e r i. Tüüpiline tuum neis puudub. Ühelt poolt peetakse kõneldavaid, kergesti hävivaid (labiilseid) struktuure luuüdis leiduvate rakkude, polükarüotsüütide eraldunud osakesteks, teisalt nähakse neis erütrotsüütidest elimineerunud tuumi. Trombotsüüte leidub 1 mm³ koduimetajate veres ca 350 000—400 000.

Vastavalt sellele, kas teatava looma veres arvulises ülekaalus leiduvad lümfotsüüdid või granuloosüüdid, kõneldakse lümfotsütaarsest või leukotsütaarsest verepildist. Esimest omavad mäletsejad (veis, lammas), teist ülejäänud koduimetajad (hobune, siga ja karnivoorid) kui ka inimene.

Vere mahust 60—70% moodustav VEREPLASMA (*liquor sanguinis*) sisaldab ca 92% vett ja ca 8% proteiinidest, rasvadest, süsivesikuist, sooladest ja mitmesugustest ainevahetusproduktidest koosnevat kuivollust. Proteiinid, mida leidub koduimetajate veres 100 cm³-s 6—7,5 g, koosnevad peamiselt albumiinist ja globuliinist ning üsna vähesest hulgast (0,34—0,72 g 100 cm³-s veres) vere koagulat-

sioonil tähtsat osa etendavast fibrinogeenist. Vere plasma proteiinide arvatavaks tekkekohaks on maks. Nende toime arvatakse olevat füüsikaline (osmootset rõhku, verekehakeste suspendeerumist jne. mõjustav); koe toiduks pole nad kasustatavad. Samal ajal näivad vereplasma globuliinid olevat antikehade kandjateks (antikehad eralduvad verest ühes globuliiniga).

VERE HÜÜBIMIST (koagulatsiooni) tingib plasmas lahustunud fibrinogeeni muutumine lahustumata, kiulist struktuuri omavaks fibriiniks. Verehüübe (*coagulum*) ülesandeks on haavatud vere-soone sulgemine ning selle toimetulekuks on vajalik *intima* (seesmise soonekihi) vigastus. Koagulatsiooni arvatav kemism on järgmine. Fibrinogeeni muutmiseks fibriiniks on vajalik veres tavaliselt inaktiveerituna (protrombiini e. trombogeeninina) esinev, tundmatu koostisega orgaaniline aine, t r o m b i i n e. fibriini-ferment. Trombogeeni aktiveerumine (trombiiniks muutumine) toimub vigastatud koerakkudest, eriti aga trombotsüütidest (vereliistakutest), viimaste hävimisel vabaneva aine t r o m b o k i n a a s i ja veres leiduvate kaltsiumi ionide ühisel mõjul. Öeldut illustreerib järgmine (Fuld'i koostatud) skeem:



Seega on vere hüübimises eristatavad kaks osa: (1) trombogeeni aktiveerumine ja (2) fibrinogeeni muutumine fibriiniks trombiini toimele. On arusaadav, et mõne loendatud komponendi puudumine vere hüübimist tõkestab. Nii 1 osa 2% naatriumtsitraati 4 osale verele lisades püsib viimane hüübimata, kuna sel teel saadav kaltsiumiühend ioniseerub väga nõrgalt. Analoogilist toimet omavad ka teised lahustuvad oksalaadid ja tsitraadid.

Vere koaguleerumise tähtsus avaldub kõige reljeefsemalt sellise vereomaduse puudulikkuse või puudumise korral, mis inimesel hemofiilia e. veritsustõvena on tuntud. Selle, ainult mehi tabava, kuid naiste kaudu pärandatava haiguse puhul on väiksemadki haavad elukardetavad.

Vere hüübimiseks vajalik aeg varieerub liigivaheliselt, olles (25° C t⁰-1) koeral, kassil ja lambal ca 2,5 minutit, seal 3,5, veisel 6,5 ja hobusel üle 10 minuti. Hüübimisel tekkiv verekämp sisaldab fibriinikiudude vahel punaseid ja vähemal määral valgeid vereliblesid. Hobuse vere aeglane hüübimine võimaldab verelibledel vähem setti-

mist, mille tagajärjel kämbu pealne kiht (kui erütrotsüütidevaba) jääb kollakaks (pekikiht). Fibriinikiudude kokkutõmbumise tõttu väheneb verekämp ning vereseerum eraldub temast. Seerum erineb keemiliselt koostiselt vereplasmast peale fibrinogeeni puudumise vähe.

Lipoidide hulk on plasmas üsna väike (0,1—0,25%). Mittevulgulistest N-sisaldavatest ainetest leiduvad veres amiinhapped, karbamiid, kusihape, kreatiniin, kreatiin, ammoniumisoolad jt. Sooladest (ca 0,85%) seisab esikohal NaCl (ca 0,45%). Peale nende leidub vereplasmas ensüüme, hormoone, antikehasid ja gaase (hapnikku, lämmastikku ja söehappegaasi).

Värskest arteriaalsest verest vaakumpumba abil gaase eraldades selgub, et 100 cm³ verd neid 60—70 cm³ sisaldab. Peaosa sellest gaaside segust moodustab söehappegaas (nii arteriaalses kui ka venooses veres), sellele järgneb hapnik, ning lämmastiku % on kõige väiksem. 100 cm³ vere gaaside sisaldust 0° C t⁰-1 ja 760 mm Hg rõhul näitab järgnev tabel.

Arteriaalses veres:

	Inimesel	Koeral	Herbivooridel ja lindudel	mahu %
Hapnikku	19	20	10—15	
CO ₂	44,6—54,7	35—45	45—50	„
N + vääriskaase	1,0	1,0	1,0	„

Venooses veres:

Hapnikku	13	11,9—17,3	6,7	„
CO ₂	48—60	44—54	55,9	„
N + vääriskaase	1,0	1,0	1,0	„

Lämmastik ja vääriskaasid leiduvad veres vaid absorbeeritult, hapnik ja söehappegaas peale selle ka keemilises seoses (vt. Hingamine, lk. 47).

Vere ligikaudu neutraalne reaktsioon püsib peaaegu konstantsena, mis asjaolu suurt tähtsust omab organismi majapidamises. Vere ja kehavedelikkude konstantse reaktsiooni alalhoidmist võimaldavad peamiselt neis esinevad bikarbonaadid ja fosfaadid. Neist bikarbonaadid omavad suuremat tähtsust vedelikkudes, fosfaadid aga kooses eneses. Happe sattumisel verre reageerib see veres leiduva bikarbonaadiga neutraalset naatriumisoola moodustades ja CO₂ gaasina vabastades, mis viimane kopsudes verest lahku. Ning senikaua kui pole verest või lümfist lõppenud bikarbonaatide tagavara, püsib nende reaktsioon muutumata. Fosfaatidest tulevad samast seisukohast arvesse mononaatriumfosfaat (NaH₂PO₄) ja dinaatriumfosfaat (Na₂HPO₄). NaH₂PO₄ vesilahus on vesiniku ionide ülekaalu tõttu happeline, Na₂HPO₄ vesilahus seevastu hüdroksüüli ionide ülekaalu tõttu aluseline. Leelise lisandamisega muutub mononaatriumfosfaat dinaatriumfosfaadiks, ning senikaua kui jätkub esimest, neid sisal-

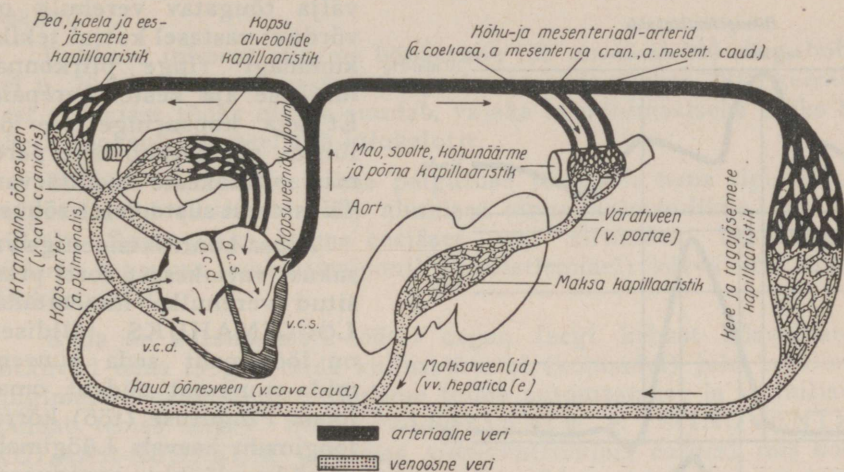
dava keskuse reaktsioon oluliselt ei muutu. Sama tagajärg on happe lisandamisel, mispuhul dinaatriumfosfaat muutub mononaatriumfosfaadiks. Peamiselt selliste reaktsioonide tõttu püsibki kehavedelikude reaktsioon ligikaudu neutraalsena.

Vereplasmaga koostiselt lähedalt sarnanev LÜMF on selge, värvitu, veest vähe raskem (erikaal ca 1,015) vedelik, mis koosneb ca 96% veest ja ca 4% kuivollusest. Kuivollusest langeb peamine osa valgule. Rasv, mida tavaliselt lümfis vaid jälgedena leida, esineb rasvarikka sööda seedimise ajal soolelümfis sellisel määral, et lümf temast piimjaks (valgeks) muutub. Piimjat soolelümfii nimetatakse külluseks (*chylus*). Rakulistest elementidest leiduvad lümfis alaliselt vaid lümfotsüüdid. Punalibled temas enamasti puuduvad ja monotsüütide ning vereliistakute esinemine on kaheldav. Neutrofiilsed granulotsüüdid satuvad lümfii vaid infektsioonide puhul. Lümf on vere ja koe „vahemeheks“, kannab imendunud rasva soolest verre ja temas leiduvate lümfotsüütide abil aitab kaasa organismi kaitsel mikroorganismide vastu. Lümfii vool toimub vaid ühes (tsentripetaalses) suunas, suuremates soontes kiirusega 10—30 cm/min.

Vere tsirkulatsioon.

Verevool toimub ringlevalt. Südamest arteride (aordi ja pulmonaalarteri) kaudu lahkuv veri läbib kapillaaristiku ja voolab veenide kaudu uuesti südamesse. Täieliku ringe sooritamiseks, s. o. (südamest) väljumiskohale (näit. vasakusse vatsakesse) tagasijõudmiseks peab veri läbi voolama kahest üksteisele järgnevast teest. Lahkudes aordis vasakust vatsakesest, läbib veri keha kogu kapillaaristiku peale kopsu alveoole ümbritsevate juussoonte ja jõuab südame paremasse kotta kahe (kraniaalse ja kaudaalse) õõnesveeni (v. cava) kaudu. Verd südame vasakust poolest paremasse juhtiv soonestik moodustab SUURE e. KEHARINGE tee. Paremasse kotta jõudnud veri valgub paremasse vatsakesse ning viimasest kopsuarteri kaudu kopsu alveoole ümbritsevasse kapillaaristikku, kust ta kopsuveenide kaudu uuesti südamesse (vasakusse kotta) voolab. See osa vere ringest kannab VÄIKESE e. KOPSURINGE nimetust. Kopsuringel rikastub veri hapnikuga ja keharingel vahetab ta selle söehappegaasiga. Vastavalt öeldule voolab südame vasakus pooles (kojas ja vatsakeses) vaid arteriaalne (hapnikuküllane, helepunane) ning paremas pooles ainult venoosne (söehappegaasiküllane, tumepunane) veri. Keharinge venoossesse ossa lülitatud PORTAALRINGE tee moodustub maost, soolestikust, kõhunäärdest ja põrnast tulevat verd maksa juhtivast värati- (portaal-)veenist, selle kapillaaristikust maksa ning maksa veenidest. Portaalringe ülesandeks on temase ülal- tähendatud organitest resorbeerunud ainete juhtimine maksa, kus neid toiteainetena (glükogeenina näiteks) deponeeritakse, ümber töötatakse või toksiliste ainete puhul mürgitustatakse.

Tsirkulatsiooni korraldava keskuse, SÜDAME, rütmilised KONTRAKTSIOONID sunnivad vere liikuma südame ehitusest (klapid) määratud suunas. Südame tegevuses eristatakse kolm faasi: 1) kodade kontraktsioon (mille puhul vatsakesed on lõtvunud), 2) vatsakeste kontraktsioon (mis toimub kodade süstooli lõppedes) ja 3) paus. Viimases faasis täitub lõtvunud süda uuesti verega.



Joon. 4. Vere tsirkulatsiooni skeem.

Mõlemapoolsed kobjad kontraheeruvad üheaegselt, samuti ka mõlemapoolsed vatsakesed.

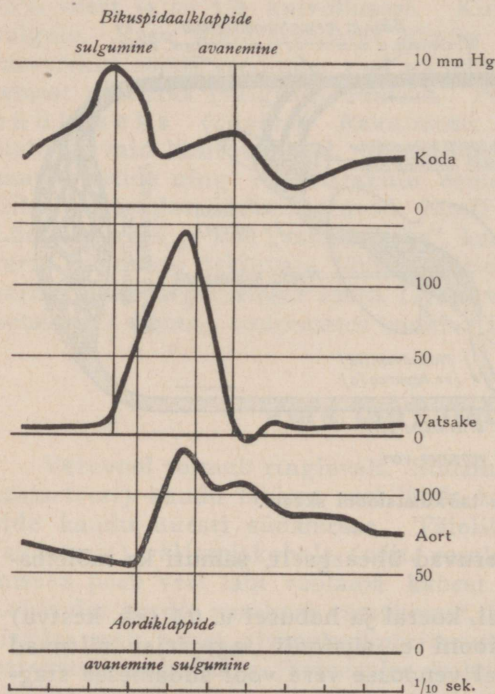
Kodade lühiajalise (inimesel, koeral ja hobusel u. 0,1 sek. kestva) ja nõrga (joon. 5) kontraktsiooni e. süstooli tagajärjel täituvad vatsakesed lõplikult. Samal ajal venoosse vere vool südamesse stagneerub silmapilguks, põhjustades südamelähedaste veenide perifeerselt kulgevast laienemist, nn. veenipulssi. Viimast märkame sageli veiste (pinnalist paigutusega) jugulaarveenides.

Kodade süstooli lõppedes algav vatsakeste kontraktsioon kestab eelmisest kauem (u. 0,3—0,4 sek.) ning ületab seda tugevuselt (nii paremal kui vasakul poolel) mitmekordselt. Peale kontraktsiooni alguses toimuva puriklappide sulgumise tõuseb intraventrikulaarne rõhk momentaanselt aordis ja pulmonaalarteris valitsevast vererõhust kõrgemale, avades seega semilunaarklappe ning surudes vatsakeste vere tähendatud arteritesse. Järsku aorti tõugatud suur verehulk põhjustab viimase seina laienemist, mis pulsina perifeerselt edasi kandub. Vatsakeste süstooli lõppedes ning seega intraventrikulaarse rõhu vähenedes sulguvad semilunaarklapid uuesti. Kõige pikema kestusega on südamefaasidest paus (u. 0,8 sek.).

Südamelööke saadavad kaks SÜDAMETOONI, üks süstoolne ja teine diastoolne. Esimene, pikem ja madalam neist, mis langeb ajaliselt ühte vatsakeste süstooliga, tekib vatsakeste kontraktsi-

oonist (kontraheeruva lihase toon) ja puriklappide vibratsioonist viimaste sulgumisel. Puriklappide fikseerides vatsakeste seinale süstoolne toon muutub. Lühem ja teravam diastoolne toon tekib poolkuu-klappide vibreerumisest nende sulgumisel (vatsakeste lõtvumise alguses).

On arusaadav, et paremast ja vasakust vatsakesest üheaegselt



Joon. 5. Intrakardiaalse ja aordisese rõhu muutumise ning südamekontraktsiooni faaside kestuse diagramm. Skaala iga jaotus võrdub $\frac{1}{10}$ sek.

inimese ja koduimetajate keha iga kilogrammiline osa varustub iga südamelöögi korral 1,4—1,8 cm³ värsket verega. Mõningaid andmeid kõneldavaist ühikuist esitab järgnev (Clar k'i) tabel.

Andmeid löögi- ja minutimahust loomadel ning inimesel.

Loomaliik	Eluskaal kg	Minutimaht cm ³ (a)	Südamelöö- kide minuti- frekventsus (b)	Löögimaht cm ³ $\left(\frac{a}{b}\right)$
Veis	500	34 800	50	696
Hobune	500	29 000	34	852
Inimene	70	5 070	70	72
Lammas	50	3 980	75	53
Koer	10	1 450	100	14

välja tõugatav verehulk on võrdne; vastasel korral tekiks kummagi ringe piirkonnas lühikese aja kestel verepais. Et aga kopsuringe tee on lühem, siis jätkub talle paremas vatsakeses valitsevast väiksemast süstoolsest rõhust.

Ainsa kontraktsiooniga vasakust vatsakesest aorti pressitud verehulka nimetatakse LÖÖGIMAHUKS. Üldiselt on löögimaht seda suurem, mida suuremat südant omab loom. Pingutuse (töö) korral löögimaht kasvab. Löögimahtu südamelöökide sagedusega minutis korrutades saame MINUTIMAHU. Minutimaht, mis suurtel loomadel väiksemate omast üldiselt suurem, võib pingutava töö puhul kasvada mitmekordseks. Kuupsentimeetrites avaldatud löögimahu jagades looma eluskaalu kilogrammidega saadakse LÖÖGIINDEKS. Viimastest nähtub, et

Tõepoolest pole organismi alaosad verevarustuse mõttes kaugeltki üheväärsed, ja ainsagi organi verevarustus muutub tema funktsiooni erifaasil. Nii puhkavast skeletilihastest minuti kestel läbi-voolav veri moodustab esimese mahust vaid u. ühe kümnendiku, neerumanuses ja kilpnäärmes seevastu ületab minutiline verehulk 4- kuni 5-kordselt organi mahu. Teised organid on kõneldavas osas vahepealsed.

Puhkava inimese südame ööpäevane töö on u. 16 000 mkg, hobusel u. 70 000 mkg. Arvestades asjaolu, et süda umbes 28% keemilisest energiast tööks muuta suudab, vajaks ta minimaalseks tööks ööpäeva jooksul inimesel 132 kilokalorit.

Südame ebasümmeetrilise paigutuse tõttu on tema tipu löögid palpeeritavad (kombeldavad) alumises rinna kolmandikus vasakult küljelt. Sama paika, looma eesjäset ette sirutades, kasustatakse südame tegevuse auskultatsioonil (kuulatlemisel) kõrva või fonendoskoobi abil.

Süda on automaatselt töötav organ. Isegi kehast kõrvaldatult jätkuvad tema löögid, mida külmaverestel (konnadel) juba tavalistes tingimustes näha võime. Südame toime automaatsust ja rütmilisust kannab temas esinev nn. ärritusjuhte- e. SIINOVENTRIKULAAR-SÜSTEEM (*systema sino-ventriculare cordis*), mis koosneb siinus- e. Keith-Flack'i sõlmest ning viimasest eraldatud atrioventrikulaarkimbust ühes samanimelise sõlmega.

Muutunud südamelihaskiududest ja närvirakkudest moodustatud, inimesel umbes 2×20 —30 mm mõõtev siinussõlm paikneb kraniaalse õõnesveeni (*v. cava cran.*) suudme naabruses, selle ja koronaarsüüsi vahel. Siin tekkev südame kontraktsiooni impulss kandub südamelihase kaudu kodadele ning sealt atrioventrikulaarkimbu kaudu vatsakestele. Analoogselt siinussõlmega moodustub atrioventrikulaarkimp kui ka tema, kodadevahelises septis paiknev kompaksem osa, atrioventrikulaar- e. Tawara sõlm modifitseerunud südamelihaskiududest, Purkinje kiududest ühes närvikoe elementidega. Kodade ja vatsakeste vahelist fibrooset seina läbides langeb atrioventrikulaarkimp alul kaheks, hiljemini paljudeks parema ja vasaku vatsakese endokardi all kulgevaiks harudeks. Atrioventrikulaar- e. His'i kimp on ainsaks kodade ja vatsakeste vaheliseks muskulaarseks ühendiks ja ainult tema kaudu võimaldub erutuse edasikanne kodadelt vatsakestele. Juhtivuse kiirus on 3—5 m sekundis. Olles tavaliselt erutuse juhtijaiks, võivad Tawara sõlm kui ka His'i kimpude harud siinussõlme funktsionaalse väljalange korral ise südame automaatsust (kontraktsioonide edasikestmist) tingida. Atrioventrikulaarkimp ühes samanimelise sõlmega moodustavad hästieraldatava, sidekoest ümbritsetud terviku, milles asetsevad Purkinje kiud südamelihaskiududega otseselt kokku ei puutu.

Südame funktsionaalsele autonoomsusele vaatamata on tema toime (löökide sagedus ja tugevus, erutatavus, erutuse juhtivuse kiirus jt.) mõjustatav südant innerveerivatest, autonoomsesse süsteemi kuuluvatest närvidest. Motoorseid närve, s. o. selliseid, mille erutusel südamelihaskiud kontraheeruksid, süda ei sisalda. Tsentrifugaalsetest närvidest sisaldab *n. vagus* südame tegevust pärssivaid kiude. Sümpaatilisest süsteemist pärinevad (tähtjast tängust, *ganglion stellatum*, väljuvad) *nervi accelerantes* kiirendavad südame tegevust. Kummagi närviga edasi kantav erutus võib tekkida kas peajus, seljaajus, reflektorselt keha pinnalt või mujalt pärineva stimulatsiooniga tagajärjel. Meie tahtele südame tegevus ei allu.

Vastandina skeletilihastele vastab süda ainult puhkeajal (diastoolis) teda tabanud ärritusele. Ärrituse tugevusele vaatamata (kui see vaid ületab ärritusekünnise) on südamelihase kontraktsioonid alati maksimaalsed (kõik- või midagi-seadus).

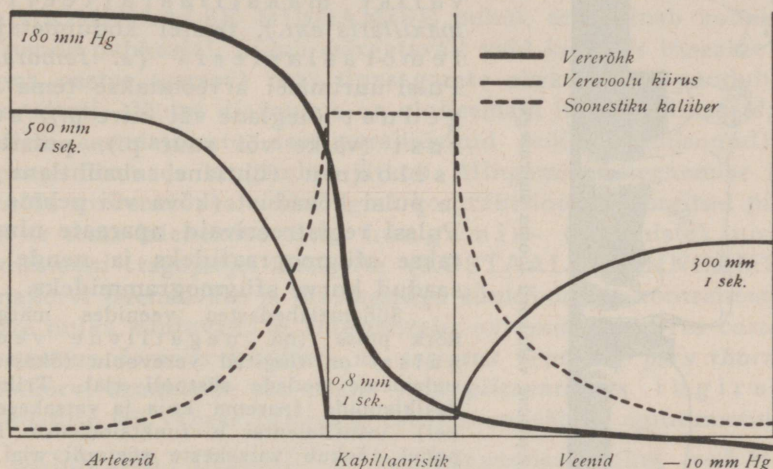
Südame rütmilised kontraktsioonid tingivad rõhu diferentsi kaudu temast väljuvates ja temasse suubuvates veresoontes alalist VEREVOOLU. Mida ligemale kapillaaristikule jõuab veri, seda laiemaks muutub ta tee; kuigi üksiksooned perifeerselt ahenevad, kasvab seevastu nende koguvälendik. Kõige laiemaks muutub vere tee kapillaaristikus: suure ringe teel asetseva kapillaaristiku ühiskaliiber ületab aordi oma u. 800-kordselt. Vastavalt sellele on verevool kõige kiirem südamest väljudes (aordis ja pulmonaalarteris) või sellesse suubudes (õõnesveenides). Üldiselt on arterides verevoolu kiirus 10—50 cm/sek. (hobuse karotises u. 30 cm/sek.), kapillaarides aga vaid 0,6—0,8 mm/sek. Suurtes veenides on verevool ligikaudu 2 korda aeglasem kui arterides.

Voolu kiirus arterides kasvab süstooli ajal ja väheneb diastooli puhul. Samuti, kuid vähem reeglipäraselt muutub kiirus ka soonestiku teistes osades, olles tingitud nende kaliibri muutustest. Soonestiku kaliibri ja voolu kiiruse vahetõlge kui ka vererõhu muutumist soonestiku alaosades näitab joon. 6.

Kõige lühemat aega, mida verevool vajab täieliku (keha- ja kopsu-) ringe sooritamiseks (määratav veenisisesi süstitud värvilahuse, näit. metüleensinise, taasilmumisega süstekohale), nimetatakse RINGIMISAJAKS. Ringimisaeg on vähem kui minut, olles hobusel, koeral ja inimesel u. 30, 15 ja 25 sekundit respektiivselt. Väiksema looma ringimisaeg on lühem suurema omast.

Verest soontele avaldatud rõhku nimetatakse VERERÕHUKS. Ta on mõõdetav elava looma veresoonega ühendatud vertikaalsesse klaastuubi tõusva veresamba kõrgusega või selleks otstarbeks valmistatud manomeetritega. Kõige suurem on vererõhk arterides, võrdlemisi väike kapillaaristikus ja puudub peaaegu või esineb negatiivsesena veenides. Südamest eemaldudes langeb vererõhk alul vähe märgatavalt, üsna väikestes arterides (arterioolides) aga kiiresti. Sellekohaseid andmeid võrreldes selgub, et vererõhk ei sõltu märgatavalt

looma suurusel; nii kõikide koduloomade (ka lindude) karotiidarteris on ta umbes 125—175 mm Hg. Pulmonaalarteris valitsev vererõhk moodustab aordi vererõhust (inimesel 100—120 mm Hg) vaid ühe kolmandiku kuni ühe kuuendiku. Kapillaaride vererõhk on 3—23 mm Hg ja veenides +10 kuni -10 mm Hg. Negatiivne on vererõhk õõnesveenides, eriti inspiratsiooni ajal. Verevoolu veenides, mida siin valitsev väike rõhk vaevalt kõikides kehaosades alal hoida suudab, abistavad (eriti jäsemetes) lihaste kontraktsioonid ühendu-



Joon. 6. Vererõhu, verevoolu kiiruse ja soonestiku kaliibri vahekord skeemiliselt.

ses veeniklappidega. Vanematel, pikemat aega tallis seisnud hobustel tekkiv jäsemete turse kaob seepärast loomade tööl tarvitamisel.

Arteeride lainelist laienemist, mis algab südame juurest igakordse süstooli puhul ning edasi kandub 6—10 m/sek. (s. o. verevoolust mitmekordselt suurema) kiirusega üle kogu arteeride süsteemi, lõppedes vaid kapillaaristikus, nimetatakse PULSIKS. Pulsi sagedus langeb ühte südamelöökide sagedusega ja pulsiline (kiire leviku tõttu) teda põhjustava südame (vatsakeste) kontraktsiooniga.

Pulsi minutifrekventsust näitavad järgmised arvud:

Hobune	28—40 (täkk 28—36; mära ja ruun 36—40)
Veis	60—80 (pull ja härg 36—60; lehm 60—80)
Inimene	60—80
Siga	60—80
Lammas	70—80
Koer (suur)	66—80
Koer (väike)	80—120
Kass	110—130
Kana	120—300

Üldiselt on pulsi frekventsus suurem noortel, väikese kasvuga ja emastel loomadel. Vastsündinud varsal on ta 100—120 ning vastsündinud vasikal 154—175; 380 kg hobuse pulsi frekventsus on umbes 55,

450 kg hobusel aga umbes 38. Koeral näitab tabel analoogset difereentsi. Pulsi sagedus kasvab töötamisel, aga ka palavikuga kulgevate haiguste puhul.

Tavaliselt uuritakse pulssi palpat-siooni e. komplemense teel, milleks kasustatakse kõval (luulisel) alusel seisvaid arteere: hobusel ja veisel enamasti välist maksillaararteri (*a. maxillaris ext.*), teistel koduimetajatel femoraalararteri (*a. femoralis*). Pulsi uurimisel arvestatakse tema sagedust (aeglane või kiire p.), suurus (väike või suur p.), pulsilaine iseloomu (ühtlane, ebahütlane p.) ja pulsi kõvadust (kõva või pehme p.). Pulssi registreerivaid aparate nimetatakse sfügmograafideks ja nende abil saadud kurve sfügmogrammideks.

Südamelähedastes veenides märgatav nõrk pulss (nn. negatiivne veenipulss) on tingitud verevoolu tõkestusest südamesse kodade süstooli ajal. Trikuspiidaalklappide (parema koja ja vatsakese vahel) insufitsiensi e. funktsionaalse häire puhul tõukub vatsakeste süstooli ajal osa verd ka paremasse kotta ning viimasest veenidesse, põhjustades positiivset veenipulssi. Ka see esineb vaid suurtes veenides. Üldiselt toimub veenides verevool tõugeteta, ühtlaselt, mis asjaolu võimaldab eraldada vigastatud veeni arterist.

Veresoonte, eriti väiksemate arteride ja arterioolide kaliiber muutub vasomotoorsete närvide ärritusel kui ka mõningate humoraalselt mõjuvate ainete (näit. adrenaliini) tagajärjel.

Autonoomsesse närvisüsteemi kuuluvad vasomotoorsed kiud jagunevad oma toimelt sooneahendajateks (vasokonstriktorid) ja soonelaiendajateks (vasodilataatorid). Nende (välja arvatud koronaar-, pulmonaal- ja tsentraalnärvikava arteride süsteem, kus vasokonstriktorid tundmata) kõrvuti esine-

vate närvikiudude antagonistlikku toimet balansseerib piklik-ajus paiknev vasomotoorne tsenter. Vasokonstriktoriteks on sümpaatilised ja vasodilataatoriteks parasümpaatilised närvikiud. Vasomotoorse tsentri stimuleerijaiks on vere muutunud koostis, suurajast pärinevad psüühilised afektid kui ka kehapiinnalt tulevad erutused.



Joon. 7. Pulsi frekventtsuse vahakord looma suurusega.

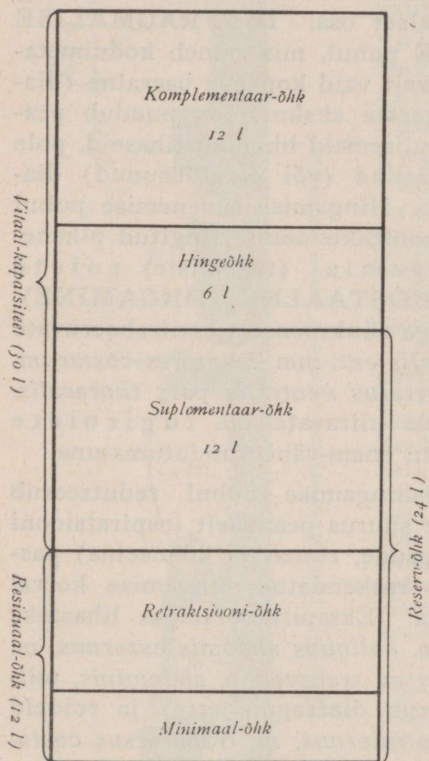
Hingamine.

INSPIRATSIOON e. sissehingamine, s. o. õhuvool kopsudesse toimub rinnakorvi igakordse suurenemise tõttu. Peamiseks inspiraatorseks lihaseks on kuplikujuliselt rinnaõõnde ulatuv diafragma. Tema perifeersed osa moodustava vöötlihaskoe kontraktsiooni tagajärjel diafragma kuppel lamestub, muutudes madalkooniliseks ning suurendades seega rinnaõõne kaudaalset osa. DIAFRAGMALISE e. ABDOMINAALSE HINGAMISE puhul, mis esineb koduimetajail nende puhkeajal, liigub märgatavalt vaid kopsude basaalne (diafragma vastas asetsev) osa; tippsagarate ekskursionsioon puudub peaaegu täiesti. Kuigi diafragma on olulisemaid hingamislihaseid, pole ta ometi asendatamatu, sest paralüüsitud (või paralüüsunud) diafragmaga loomade hingamine jätkub. Hingamise süvenemise puhul rinnaõõs suureneb peale diafragma kontraktsioonist tingitud pikene-
mise ka tema laienemise tõttu hingamis- (tagumiste) roiete ekskursionsiooni tagajärjel üles-ette (KOSTAALNE HINGAMINE). Rinnakorvi laiendavate ja diafragmaga sünkroonselt kontraheeruvate lihaste hulka kuuluvad: *m. intercostalis ext. mm. levatores costarum*, *m. serratus dorsalis inspirat.*, *m. serratus ventralis pars thoracalis*. Rinnakorvi kraniaalne osa püsib teda piiravate nn. tugiroiete liikumatuse või vähese liikuvuse tõttu enam-vähem muutumatuna.

EKSSPIRATSIOONI e. väljahingamise puhul redutseerub rinnaõõne maht ja seega ka kopsude suurus peamiselt inspiratsiooni korral pingutatud struktuuride (kopsude, rinna- ja kõhuseina) passiivse retraktsiooni tõttu. Ainult raskendatud hingamise korral muutub ka eksspiratsioon aktiivseks. Eksspiratoorseteks lihasteks on kõik pehme kõhuseina lihased (*m. obliquus abdomis externus*, *m. obl. abd. int.*, *m. rectus abdominis et m. transversus abdominis*, millele toimel pressitud kõhuseina surub diafragma ette) ja roideid tagasi-alla tõmbavad *m. intercostalis internus*, *m. transversus costarum*, *m. serratus dorsalis expiratorius*, *m. longissimus costarum*.

Iga inspiratsiooni ja järgneva eksspiratsiooni korral kopsudest läbi käivat õhku nimetatakse hingamisõhuks (hobusel u. 6 liitrit, inimesel 0,5 liitrit). Töö korral suureneb hingamisõhu maht. Hingamisõhu mahtu silmas pidades kõneldakse normaalsest, sügavast ja pealiskaudsest hingamisest. Õhu hulka, mida võimalik on sisse hingata lisaks tavaliselt inspireeritavale õhule, nimetatakse komplementaarõhuks (hobusel u. 12 l, inimesel u. 1,5 l). Kõige sügavama in- ja eksspiratsiooni puhul kopsudest läbi käinud õhu hulgaga mõõdetakse kopsude vaitalkapatsiteeti (hobusel u. 30 l, inimesel u. 3,5 l). Rahuliku hingamise korral toimuva eksspiratsiooni järel kopsudesse jäävat õhku nimetatakse reservõhuks (hobusel u. 26 l, inimesel u. 2,6 l) ning kõige sügavama

eksspiratsiooni järel kopsudesse jäävat õhku residuaalõhuk (hobusel 12 l, inimesel u. 1 l). Kehast resp. rinnaõonest eemaldatud kopsudesse jäävat õhku nimetatakse minimaalõhuk; kopsudest ei eemaldu see isegi nende tugeval rõhumisel mitte. Minimaalõhu tõttu kopsud ujuvad vee peal. Loote kopsud õhku ei sisalda, mille tõttu nad vees põhja vajuvad.



Joon. 8. Hobuse kopsude kapatsiteet.

diku), siis on kopsu alveoolide õhu koostis, in- ja eksspiratsioonile vaatamata, ligikaudu konstantne. Kuna surnud ruumi mahutavus enam-vähem konstantsena püsib, siis on arusaadav, et sügavama hingamise puhul kopsude ventilatsioon toimub põhjalikumalt.

Noore looma arenemisel on kopsud oma kasvus rinnakorvi resp. rinnaõone suuruselt maha jäänud, mistõttu nad elastsete organitena püüavad oma loomulikku suurust (mida näeme neid looma kerest eemaldades) püsivalt restaureerida, s. o. rinnaseinast eemalduda. Selle asjaolu põhjal valitseb rinnaõones nii in- kui ka eksspiratsiooni puhul alati negatiivne INTRATORAKAALNE RÕHK (koeral ja

Öö-päeva (24 t.) jooksul eksspireeritud õhu maht on inimesel ja kodumetajatel (Colin'i andmetel) järgmine:

hobune	96000	liitrit
veis	79000	"
sig <td>34000</td> <td>"</td>	34000	"
lammas	20000	"
inimene	10000	"
koer	8000	"
kass	1400	"
kana	500	"

Et teada saada, kui palju hingamisõhust leiab igakordset kasutamist kopsu alveoolidesse tungides, peame sellest „surnud ruumi“, s. o. söörmetest alveoolideni ulatuvasse hingeteedesse (ninakoobas, kurk, kõrisõlm, kõri ja kõriharud) jääva õhu maha arvama. Inimese hingamisõhust jääb surnud ruumi u. üks kolmandik. Hobuse hingamisorganite surnud ruum on u. 1,5 l, mille tõttu temal igakordsest inspireeritavast hingeõhust (u. 6 l) alveoolidesse pääseb vaid u. 4,5 l. Arvestades seda, et hobusel on reservõhku u. 24 l, toimuks temal kopsudes täielik õhu uuendus vaid u. 5 hingetõmbe tagajärjel. Et hingamisõhk moodustab reservõhust vaid vähese osa (hobusel u. ühe viien-

lambal u. —3 kuni —5 mm Hg, hobusel u. —20 kuni —60 mm Hg). Eksspiratsiooni korral on ta (imev rõhk) vähem ja inspiratsiooni korral pisut suurem (koeral —3,9 ja —10 mm Hg vastavalt). Intratorakaalse rõhu muutused mõjuvad rinnaõõnes asetsevaile suurtele veenidele ja rinnajuhale imev-pumbana ning negatiivse rõhu märgataval suurenemisel avaneb isegi neelu kardiaalne osa (oksendamise ja rejektiooni puhul).

Hingamisliigutuste sagedust määratakse ühes minutis korduvate liigutuste arvuga. Koduloomade ja inimese HINGAMISFREKVENTSUS on järgmine:

hobune	10—14
veis	10—30
lammas	12—20
sigal	8—18
koer	10—30
kass	20—30
kana	15—30
inimene	14—20

Respiratsiooni ülesanne — keha varustamine hapnikuga ja oksüdatsioonil tekkiva CO₂ elimineerimine — selgub in- ja eksspireeritava õhu keemilise koostise võrdlemisel.

Sissehingatav õhk on vabast loodusest pärinedes järgneva, võrdlemisi konstantse koostisega:

hapnikku (O ₂)	20,93%
söehappegaasi (CO ₂)	0,03%
lämmastikku (N)	
+ vääriskaase	79,04%

Loomalautades ja inimese eluruumides leiduv õhk võib sisaldada nimetatule lisaks veel teisi gaasilisiprodukte (NH₃, H₂S, metaani, indooli jt.) ning CO₂ mahu % on siin välisõhu omast suurem.

Eksspireeritavas õhus on vaid O₂ ja CO₂ mahuline vahekord muutunud, kuid lämmastikku leidub endisel määral¹. Väljahingatavas õhus kõigub hapniku % 16,5 ümber ning söehappegaasi % 3—4,5 piirides.

Seega on õhu kopsudest tagasi tulles tema O₂ sisaldus vähenenud ja CO₂ sisaldus kasvanud u. 4% võrra (joon. 9). Lisaks sellele on eksspireeritav õhk veeaurust küllastatud ja ta sisaldab, vähemalt herbivooridel, vähest hulka (hobusel alla 0,05%) põlevaid gaase, H₂ ja CH₄. Hingamisel organismi pääsenud O₂ ei püsi selles, vaid eraldub oksüdatsiooniproduktides (CO₂ ja H₂O) uuesti.

Gaasivahetuse kohal, kopsu alveoolides, leiduv õhk erineb oma koostiselt nii in- kui eksspireeritavast õhust. Ülalselgitatud surnud ruumi tõttu hingamisorganites ei täitu alveoolid inspiratsiooni korral mitte täielikult värskes atmosfäärilise õhuga, vaid segunevad ainult sellega, mille tõttu nende CO₂ protsentuaalne sisaldus suurem on sissehingatava õhu omast. Kuid sellest, et eksspiratsioonil alveo-

¹ Tõepoolest on väljahingatava õhu lämmastiksisaldus u. 1% võrra kasvanud. Juurdetulnud N₂ pärineb arvatavasti resorbeeritud soolegaasidest.

laarne õhk surnud ruumi jäänud värske õhuga seguneb, tuletub tema isegi väljahingatavast õhust suurem CO_2 sisaldus.

Alveolaarõhu koostist määratakse otseselt (alveoolidest vahenditult saadud õhu analüüsid) kui ka kaudsel teel. Viimasel juhul on teada vaja vastava looma hingamisõhu ja surnud ruumi maht kui ka in- ja eksspireeritava õhu koostis. Arutus toimub järgnevalt: hobuse väljahingatava õhu (5000 cm^3) hapniku hulk (16,5%) pärineb ühest küljest surnud ruumi (1500 cm^3) jäänud värskest atmosfäärilisest õhus leiduvast O_2 hulgast (20,9%) + sellest hapniku hulgast (x%), mis leidub eksspireeritud alveolaarõhus. Õeldu põhjal saame järgneva ekvatsiooni:

$$5000 \times 16,5\% = 1500 \times 20,9\% + 3500 \times x$$

$$(\text{O}_2 \text{ maht eksspireeritavas õhus}) \quad (\text{O}_2 \text{ maht surnud ruumi õhus}) \quad (\text{O}_2 \text{ maht eksspireeritud alveolaarõhus})$$

$$\text{ehk } 5000 \times 16,5\% - 1500 \times 20,9\% : 3500 = x, \text{ e. } x = 14,7\%.$$

Hobuse alveolaarõhk sisaldab seega vaid 14,7% hapnikku. Samal teel arvutatakse CO_2 maht.

Alveolaarõhk omab järgnevat, enam-vähem püsivat, in- ja eksspiratsioonist vähe mõjustatavat koostist:

		partsiaalrõhk
hapnikku	u. 15%	103 mm Hg
söehappegaasi	5,5—6,5%	u. 39 mm Hg
lämmastikku	79,5—80,5%	u. 568 mm Hg
Küllastunud veeauru rõhk		50 mm Hg
		<hr/>
Kokku		750 mm Hg

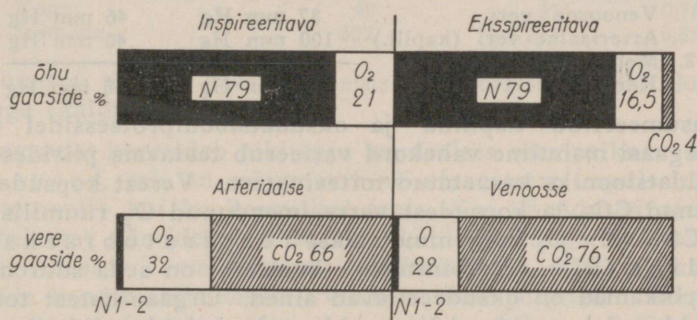
Välise hingamise, s. o. alveolaarõhu ja vere vahel toimuva gaasivahetuse määra tingib gaaside partsiaalrõhk kummaski, gaaside difusiooni kiirus, difundeeritava kihi paksus ning difusioonipinna (alveoolide kogupinna) suurus.

Nii arteriaalse kui ka venoosse vere 100 cm^3 -s leidub 0°C ja normaalsel rõhul u. 60 cm^3 gaase, mis on verest vaakumpumbaga eemaldatavad. Nagu alveolaarõhki, koosnevad veregaasid vaid hapnikust, söehappegaasist ja lämmastikust. Neist viimase maht on ühesugune nii arteriaalses kui venoosses veres (u. 2 cm^3), O_2 ja CO_2 hulk aga erineb kummaski: hapnikku sisaldab arteriaalse vere kõneldav hulk (100 cm^3) u. 20 cm^3 , söehappegaasi vastavalt u. 38 cm^3 ; venoosse vere 100 cm^3 aga leidub esimest vaid u. 12 cm^3 ja söehappegaasi u. 46 cm^3 (üksikasjalisemaid andmeid vt. tabel lk. 39; veregaaside protsentuaalset vahekorda näitab joon. 9). Hapnik ja söehappegaas esinevad veres nii absorbeerituna kui ka keemiliselt seotatult.

Gaasi vedelikuga kokku puutudes absorbeerub temast viimases teatav osa. Gaasi maht cm^3 -eis, mõõdetud 0°C t^0 -l ja 760 mm Hg , mis absorbeerub 1 cm^3 -s mingis vedelikus, moodustab viimase absorptsioonikoefitsiendi sama gaasi suhtes. Gaasi absorptsioon väheneb vedeliku temperatuuri tõustes ning kasvab paralleelselt gaasi rõhu suurenemisega. Nii absorbeerub hapnikku 1 cm^3 0°C vees 760 mm Hg korral $0,0489 \text{ cm}^3$, kuid rõhu kahekordistudes (1520 mm Hg) suureneb vee absorptsiooni võime samuti $2 \times$ (O_2 absorbeerub siis $0,0978 \text{ cm}^3$). Gaaside segu korral toimub absorptsioon iga üksiku gaasi enda partsiaalrõhu kohaselt, kusjuures viimane omakorda on proportsionaalne nende hulga (mahuga).

Kehatemperatuuris ja 760 mm Hg puhul omab veri hapniku, CO_2 ja lämmastiku suhtes järgnevaid absorptsioonikoefitsiente: 0,022, 0,511 ja 0,011 vastavalt. Tõeliselt absorbeerunud gaasi hulka 100 cm^3 veres leidmiseks peame esitatud koefitsiente suurendama sajakordselt ning siis igapäheast leidma tema partsiaalrõhule vastava hulga. Sellistest arvutustest selgub, et absorbeerunud 100 cm^3 veres leiduda võib vaid $0,3 \text{ cm}^3$ hapnikku, $2,7 \text{ cm}^3$ söehappegaasi ning u. 1 cm^3 lämmastikku. Neid arve vere tõelise gaasidesisaldusega võrreldes selgub, et veres leiduvast hapnikust ja söehappegaasist vaid üsna vähene hulk absorbeerituna esineb ja et kaugelt suurem osa kumbagi peab leiduma keemiliselt seostatuna. Lämmastik üksi näib veregaasidest esinevat ainult absorbeeritult.

Vere hapnik on peaaegu tervikuna seostunud hemoglobiiniga ja ainult hoopis vähene osa temast esineb plasmas absorbeerituna. Hemoglobiini 1 g suudab enesega siduda $1,34 \text{ cm}^3$ hapnikku. Seejuures



Joon. 9. Sisse- ja väljahingatava õhu ning arteriaalse ja venoosse vere gaaside protsentuaalne koostis (Paton'i & Orr'i järgi).

tekkiv oksühemoglobiin on üsna labiilne ühend, mille teke sõltub kapillaaristikku ümbritseva hapniku partsiaalrõhust: rõhu suurenedes kasvab oksühemoglobiinihulk ja O_2 rõhu vähenedes lahkub hapnik hemoglobiinist uuesti. Vere hemoglobiini seostumist hapnikuga ühenduses viimse rõhuga jälgides selgub, et kopsualveoolides leiduva hapniku partsiaalrõhu (103 mm Hg) puhul alveoole ümbritsevas kapillaaristikus voolava vere hemoglobiin hapnikuga peaaegu küllastuda võiks ja tõepoolest on kopsudest lahkuvas veres u. 95% hemoglobiinist oksühemoglobiiniks muutunud. Hapnikurikkama õhu sissehingamine võiks seepärast O_2 hulka veres vaid mõne protsendi võrra tõsta. On oluline lisada, et viimaseks otstarbeks pole kasutatav puhas hapnik, resp. viimase tõstmise hingatavas õhus 100% -ni, sest et selle mõjul alveoolide epiteel vigastudes hapniku läbipääsu koguni tõkestab. Imetajatel võib inspireeritavas õhus O_2 protsent tõusta vaid 70% -ni. Venoosse vere hapniku $\%$ (u. 12) vastab umbes 40 mm Hg rõhule ja on seega tunduvalt väiksem intrapulmonaalsest hapniku rõhust. Kõneldavast hapniku rõhu diferentsist on arusaadav tema ühesuunaline transport kopsudest verre (väline hingamine) ja verest kudedesse, kus ta oksüdatsiooniprotsessideks kasutatakse (sisemine e. koehingamine).

Ka söehappegaasist esineb veres suurem osa keemiliselt (verealkalitega) seostatuna, kusjuures u. $\frac{1}{3}$ temast leidub vere rakulistes elementides ja ülejäänud osa ($\frac{2}{3}$) plasmas. Naatriumbikarbonaat (NaHCO_2), CO_2 seostaja veres, on, nagu oksühemoglobiingi, kergesti dissotsieeruv ühend: söehappegaasi suurema rõhu puhul (keharinge kapillaaristikus) tekib ta ning rõhu langedes (kopsus) lahkub temast CO_2 uesti. Seejuures söehappegaasi keemiline seostumine toimub hõlpsamalt hapnikuvaeses (kehakapillaaristiku) veres ja eraldumine kergemalt hapnikuküllases (kopsualveoolide kapillaaristiku) veres. Skeemiliselt toimub gaaside vahetus kopsudes (1) ja keha kapillaaristikus (2) järgnevalt: O_2 rõhk CO_2 rõhk.

	O_2 rõhk	CO_2 rõhk.
Alveolaar-õhk	106 mm Hg	40 mm Hg
1. Membraan	<hr/>	
Venoosne veri	37 mm Hg	46 mm Hg
Arteriaalne veri (kapill.)	100 mm Hg	40 mm Hg
2. Membraan	<hr/>	
Kude	30 mm Hg	46 mm Hg

Konsumeeritud hapniku ja oksüdatsiooniprotsessidel tekkiva söehappegaasi mahuline vahetuskord varieerub teatavais piirides, sõltu- des oksüdatsiooniks kasutatud toiteainetest. Verest kopsude kaudu eemaldunud CO_2 ja kopsudest verre imendunud O_2 ruumilist vahetuskorda (CO_2 vol.: O_2 vol.) nimetatakse *respiratoorseks kvotsiendiks* (RQ). Respiratoorne kvotsient on seda suurem, mida hapnikurikkamad on oksüdeeritavad ained. Orgaanilistest toiteainetest sisaldavad hapnikku kõige rohkem karbohüdraadid ning kõige vähem rasvad. Esimese puhul on produtseeritud söehappegaasi ja konsumeeritud hapniku mahud võrdsed ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$): RQ võrdub ainult karbohüdraatide oksüdatsiooni puhul ühega. Rasvade ja valkude oksüdatsiooni puhul ei seostu hapnik mitte ainult C-ga, vaid ka teiste elementidega, mille tagajärjel RQ nende kasutamise korral on väiksem ja nimelt rasvade puhul 0,7 ja valkude puhul 0,8.

RQ määramisega on võimalik selgust muretseda oksüdatsiooniks kasustatavate orgaaniliste toiteainete suhtes. 1 lähedal seistes näitab ta, et loom peamiselt süsivesikuid kasustab, kuna ta 0,7 ligidal seistes sunnib oletama rasvade kasustamist energiaallikana. Üldiselt on herbivooride RQ karnivooride omast suurem (0,9—0,99).

Gaasidevahetus, s. o. hapniku tarvitamine ja CO_2 produktsioon näitab metabolismi intensiivsust. Suuremate loomade gaasidevahetus on ulatuslikum väiksemate loomade omast, kuid kõneldavate gaaside mahtu (cm^3) looma eluskaalule (kg) ja võrdsele ajaühikule (1 tund) redutseerides selgub vastupidine suhe: väikeste loomade suhteliselt suurem välispind võimaldab suuremat soojuskadu, mille tõttu keha püsiva temperatuuri alalhoidmiseks ka nende ainevahetus intensiivituma peab. Üsna vähene on gaasidevahetus poikilotermsetel loomadel, kuid nende temperatuuri tõusmisel imetajate kehasoojuse tasemele (u. 38°C) tõuseb ka esimene mammaalidega ligikaudu võrrel-

davale kõrgusele. Gaasivahetuse määra ja RQ üksikutel loomadel näitavad järgnevad andmed:

L o o m	Ühes tunnis ühe elus- kaalu kg kohta kon- sumeeritud O ₂ hulk cm ³ -tes	Ühes tunnis ühe elus- kaalu kg kohta pro- dutseeritud CO ₂ hulk cm ³ -tes	R Q
Hobune	253	241	0,95
Veis	382	383	1,00
Vasikas	336	290	0,86
Lammas	347	304	0,88
Siga	331	302	0,91
Koer	847	652	0,77
Kass	699	549	0,80
Kana	831	678	0,82
Varblane	6710	5334	0,79
Konn	49	37	0,76
Inimene	302	257	0,85

Töötades tõuseb gaasivahetus proportsionaalselt kulutatud energiaga (kaloritega).

Hingamist korraldab piklikaju kaudaalses osas paiknev hingamistsenter, mis on mõjustatav nii aferentsete impulsside kaudu (reflektoorselt) kui ka keemilisel teel. Kui ühendused aferentsete (sensiiabelsete) närvidega on katkenud, töötab hingamistsenter automaatselt edasi. Tema automaatne funktsioon näib sõltuvat vere H-ioonide kontsentratsioonist: viimase tõus põhjustab hingamisliigutuste süvenemist ning kiirenemist ja ta langus pealiskaudsemat respiratsiooni. H-ioonide kontsentratsioon kasvab CO₂ ja happeliste ainevahetuse produktide akumulierudes ja O₂ kahanemise tagajärjel veres, mis asjaolud omakorda resulteeruda võivad kopsude respiratoorse pinna vähenemisest, hingamisteede stenoosist, hemoglobiini vähesusest veres, füüsilisest tööst jt. Väiksemal, tavalist respiratsiooni (eupnoe) tingival määral toimub H-ioonide kontsentratsiooni muutus iga hingamisliigutuse faasil. Hingamisliigutuste erineva sageduse ja sügavusega saavutab respiratsioonitsenter veregaaaside enam-vähem konstantse vahekorra.

Nagu näitavad hilisemad uurimised, tekib hingamistsentri keemiline stimulus temas eneses. Hingamistsentri, nagu lihaskiududegi tegevusest resulteeruvad happelised metabolismi produktid, CO₂ ja piimahape, põhjustavad H-ioonide teket, mis ongi kõneldava tsentri stimuleerijaiks. Nende kontsentratsioon aga sõltub ümbritseva vere koostisest: O₂ vähesuse korral veres aeglustuvad hingamiskeskmes oksüdatsiooniprotsessid, mille tõttu happelisi metabolismiprodukte (seega ka H-ioone) tas koguneb rohkem; CO₂ seevastu mõjustab tsentris tekkinud H-ioonide resp. sõehappegaasi pääsemist verre.

Ka kopsudest algavate vagus-närvi kiudude kaudu kanduvad hingamistsentriale alaliselt impulsid, missugustest kopsude laienemise ajal tekkivad ekspiratsiooni, ja kopsude kollabeerumise ajal tekkivad inspiratsiooni põhjustavad. Teiste tsentripetaalsete närvide kaudu kanduvad impulsid on juhuslikuma iseloomuga, tingides hingamisliigutuste ajutist alteratsiooni.

Hingamisteid (ninakoobast, kurku, kõrisõlme, kõri) sensiibelselt innerveerivate närvide (*n. trigeminus*, *n. glossopharyngeus* ja *n. laryngeus*) või limaskesta ärritusele järgneb enamasti lühiajaline hingamisliigutuste seisak eksspiratsioonistaadiumis (neelamise momendil, Cl, NH₃ ja HCl sissehingamisel), või jõuline eksspiratsioon (aevastus nina limaskesta ärritusel; kõha kõrisõlme ja kõri tugevamaal ärritusel). Viimaste reflekside ülesanne on hingamisteede ja kopsude kaitsemine ohtlikkude gaaside eest. Hingamine on tahteliselt mõjustatav; tavaliselt toimub ta aga meile märkamatuult, resp. meie tähelepanuta.

Hingamise iseloomu (sagedust, sügavust) arvestades kõneldakse rahulikust hingamisest (*eupnoe*), raskendatud hingamisest e. hingeldamisest (*dyspnoe*) ja lühiajalisest (lootel kestavast) hingamise seisakust (*apnoe*). Pikemate ja korduvate hingamisseisakutega vahelduvat hingamist nimetatakse Cheyne-Stokes'i hingamiseks. Inimesel esineb ta mõningate südamehaiguste, ureemia ja peaaegu häirete puhul.

Seede.

Söödavõtt ja suuseede.

SÖÖDAVÕTUL kasustavad loomad mokki, keelt ja hambaid, kusjuures üksiku osatoime liigivaheliselt erineb.

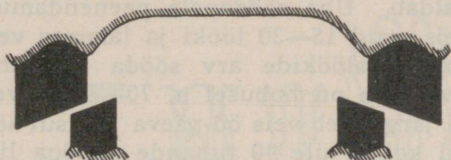
Ettepanud sööta haarab hobune oma tugevate, paksude, kuid tundlikkude (kompimiskehakesterikaste) mokaadega, karjamaa rohtu aga (mokaadest) paljastatud lõikehammastega. Mokki motoorselt innerveeriva näonärvi (*n. facialis*) halvatus korral on hobusel söödavõtt osaliselt häiritud. Veis juhhib sööda suhu kaugele välja ulatuva keelega ja dentaalplaadi vastu surutud intsisiividega lõigatakse rohi maapinnalt. Lambal ja kitsel on kõneldav toime ligikaudu analoogne. Kuna nende ülamoskas esineb lõhe rohu lõikamist võimaldab madalalt, siis võivad nad kasutada suurtest karioloogidest loomadest tarvitatud karjamaad. Ruminantide (ainult alalõuas esinevate) labidakujuliste intsisiivide viltune paigutus kui ka nende vähene nõtkuvus kinnitumises võimaldab rohu lõikamist dentaalplaati vigastamata. Kuiva ja vedela sööda korral kasustab siga esmajoones lõugu ja keelt, põllult rohu haaramisel keskmisi intsisiive ning juurte ja usside otsimisel (tuhnimisel) kärssa. Karnivoorid haaravad sööda lõikehammastega. Keele liigutused on eriti ulatuslikud veisel ja koeral; hobuse keel ulatub harva suust välja. Veise keele ja kõvasuulae paks sarvestunud epiteelkiht võimaldab temal teistest koduimetajatest karedama sööda tarvitamist.

Söödavõtul orienteeruvad koduimetajad nii nägemise, haistmise kui ka maitsemise, linnud aga peamiselt nägemise ja (veelinnud) komplemense varal. Isegi nälgunud kana ei noki pimedas ruumis teda ümbritsevaid teri.

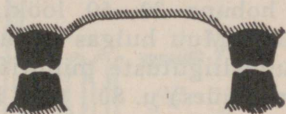
JOOMINE toimub loomadel i m e m i s e (imikud, hobune, mäletsejad ja siga) või l a k k u m i s e (koer ja kass) näol. Imemise puhul mokad ja hingekurk suletakse ning keele tagasi- ja allatõmbumisega tekitatud hõrendatud ruumi voolab vedelik mokaadevahelise vähese pilu kaudu. Lakkumisel hangitakse vedelikku lusikataoliselt kõverdatud keeletipuga. Imemine kui ka lakkumine toimub mokade, põskede, puremis-, keele- ja kurgulihaste koordineeritud koostööl. Lindudest on kanale iseloomulik pea tõstmine igakordse sõõmu neelamisel.

Hobune (E) ja mäletsejad (Rum.)

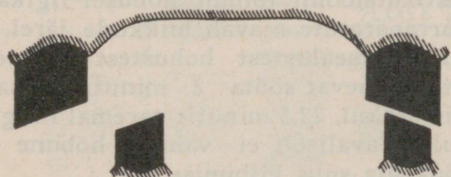
Molaaride seis puhkeajal



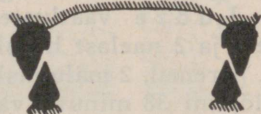
Siga (S)



Molaaride seis mastikatsioonil



Karnivoorid



Joon. 10. Koduimetajate maksillaarsete ja mõndibulaarsete purihammaste ridade vastastikune paigutus.

Hammaste abil toimuvat sööda mehaanilist peenendamist suus nimetatakse **MÄLUMISEKS** e. **MASTIKATSIOONIKS**. Mastikatsioon difereerub liigivaheliselt, mida muu hulgas juba hammaste erinevast ehitusest enesest järeldada tuleb.

Mõlemapoolsed purihammaste read asetsevad üla- ning alalõuas karnivooridel ja seal kohakuti, kuid herbivooridel on maksillaarsete molaaride ridade vahe alalõua hammaste omast tunduvalt laiem (joon. 10). Lisaks sellele on herbivooride molaaride mastikatsioonipind enam-vähem tasane või omab korrapäraseid, risti paigutatud vagusid; seal seevastu on ta ümmara- ja karnivooridel teravaköbruline. Nii öeldust kui ka ülalolevast skeemist nähtub, et karnivoorid ei saa lähendatud lõugu liigutada külgedele; tõepoolest nende mandibul liigub vaid üles-alla, kusjuures hambad ise töötavad peamiselt kääridetaoliselt, lõikavalt (sekodontsed hambad). Sea molaaride ümmaraköbruline pind võimaldab alalõua üles-alla liigutuste kõrval ka vähest nihkumist külgedele; sea hambad purustavad sööda peamiselt pigistuse teel. Herbivooridel, kel hambaridade ebauhtlase vahe tõttu korruga töötada saab vaid hammastiku parem või vasak pool, toimub sööda peenendamine eeskätt alalõua liigutustega külge-

dele, s. o. hõrde teel (veskitaoliselt). Alalõua aduktsiooni kui jõulist liigutust tingivad lihased (*m. m. temporalis, masseter, pterygoidei*) ületavad alalõua langetajaid (*m. m. digastricus, jugulomandibularis*) tugevuses resp. läbimõõdus mitmekordselt.

Keel ja põselihased juhivad sööda molaaride vahele; kõva suulae ristivaod (*rugae palatinae*) ja veisel aboraalselt suunatud põsepapillid abistavad neid selles.

Vastuvõetud sööda mälumine toimub koduimetajaist põhjalikult ainult mittemäletsejatest herbivooridel (hobusel) ja seal; ruminantidel vaid mäletsemise (remastikatsiooni) puhul. Mäletsejad mäluvad söögiajal üsna pealiskaudselt, mis asjaolu neile teistest herbivooridest kiiremat täitumist võimaldab. Ühe söödapala peenendamiseks teeb hobune 30—50 lööki, veis vaid 15—30 lööki ja lammas veelgi vähem. Muu hulgas sõltub mälumislöökide arv sööda iseloomust. Mälumisliigutuste minutifrekventsus on hobusel u. 70—80 ja veisel (heina süües) u. 80. Colin'i järgi teeb veis öö-päeva jooksul sööda mälumisel ja remastikatsioonil kokku üle 40 tuhande alalõua liigutuse.

Molaaride rea vahetus mastikatsioonil toimub hobusel ligikaudu iga 15 minuti, üldiselt aga korrapäratute ajavahemikkude järel. Nii mälus Lunze vaatlustes üks katsealustest hobustest 4 naelast heintest ja 2 naelast hekslitest koosnevat sööta 2 minutit vasakul, 2 min. paremal, 2 mälumislööki vasakul, 22,5 minutit paremal ning siis kuni lõpuni 38 minutit vasakul. Tavaliselt ei vaheta hobune ega kodumäletsejad hambarida söödapala suus viibimise ajal.

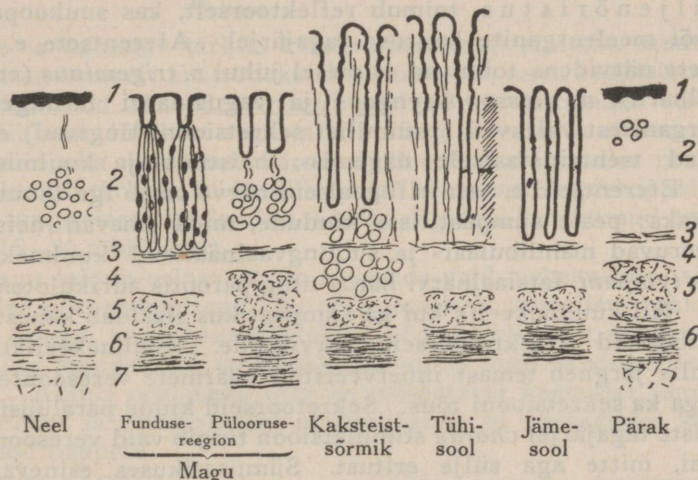
Siga mälub vedelat sööta vaid mõne korra, teratoitu aga niisama põhjalikult nagu hobune. Karnivoorid neelavad vastuvõetud liha-sööda tavaliselt otseselt ja nad purevad vaid luid ja muud kõva sööta.

Mälumislihastest innerveeruvad masseeterid, temporaal- ja pterügoidlihased (alalõua aduktorid) kui ka kahekõhuse lihase (*m. digastricus*) kraniaalne osa kolmiknärvist (*n. trigeminus*), digastrikus'e kaudaalne osa näonärvist (*n. facialis*) ja sternomandibulaarlihas aktessoornärvist. Viimasena-mainitud lihased on alalõua eemaldajateks. Alalõua horisontaalne ekskursion toimub pterügoidlihaste mõjul. Mäletsemistoime on tahteliselt mõjustatav. Tavaliselt aga toimub ta reflektorselt, looma märkamata.

Suurel määral abistab suus toimuvat sööda ettevalmistust tõeliseks seedeks SÜLG. Koduimetajatel on viimase toime eeskätt mehaaniline: sülg võimaldab söödapala kergemat moodustumist ja hõlpsamat neelamist ning mäletsejatel on ta eelmagudes alaliselt käärimise teel tekkivate hapete neutraliseerijaks. Peale selle võimaldab sülg sööda lahustuvaid aineid ekstraheerides looma orienteerumist sööda maitstes ning kõlblikkuses.

Sülg valmistub suukoopa seinas dissemineerunult asetsevates väikestes ning suukoopa seinast eraldunud ja üksnes juhade kaudu suukoopaga seostuvates suurtes süljenäärmetes: parootises (*gl. parotis*), mandibulaar- ja sublingvaalnäärmetes (*gl. mandibularis, gl. sublingualis*). Väikesi süljenäärmeid nomi-

neeritakse nende asukoha järgi (*gl. labiales*, *gl. buccales*, *gl. palatinae* etc.). Sekreedi iseloomu kui ka mikroehituse alusel jagunevad süljenäärmed seroosseteks, mukoosseteks ja seganäärmeteks. Seroosete näärmete sekreet on veetaoline, tilkuv, valgurikas ja mutsiini- (lima-) vaba vedelik, mis üksikutel loomadel ka ensüüme sisaldab. Sellist sekreti valmistavad rakud omavad enamasti ümmargust, tsentraalse paigutusega tuuma ning sisaldavad oma apikaalses (luumenipoolses) osas funktsiooniseisule vastavalt erinevat hulka atsidofiilselt tingeeruvat granulatsiooni. Parootis on kõikidel koduimetajatel seroosnäär; samuti on seda mäletsejate ventraalne põsenäär. Viskoosset, limast, valgukehva ja fermendivaba sekreedi valmistavate mukoosnäärmete rakud on võrdlemisi suured, omavad basaalse paigutusega ovaalset või korrapäratut tuuma ja sisaldavad luumenipoolses osas limavärvidega (mutsikarmiin) tingeeruvaid mutsiinilgakesi. Tavalistes preparaatides



Joon. 11. Seedekanalite struktuur skeemiliselt (Policard'i järgi).

1 — epiteel (kihistunud seedekanalite alg- ja lõpposas, mujal kihistumata silindriline), 2 — näärmed, 3 — *muscularis mucosae*, 4 — submukoosa, 5 — lihaskestast tsirkulaarne kiht, 6 — lihaskestast longitudinaalne kiht, 7 — adventitsiaal- või serooskest.

näeme neid seroosnäärmetest heledamatena. Siia kuulub enamik väikestest süljenäärmetest ja *gl. sublingualis polystomatica*. Loendamata süljenäärmed kuuluvad seganäärmete hulka; neis leidub nii mukoosseid kui seroosseid näärmelõppusi või esinevad mõlemad rakuliigid koguni kõrvuti. Ka nende sekreet omab vahepealset iseloomu. Suukoopas leidub vaid segunenud sülge.

Sülje hulka määrab eeskätt sööda iseloom. Kuiva ja kõva sööda puhul eraldub sülge tunduvalt rohkem kui vedela sööda korral. Nii heina ja põhu söömisel ületab hobuse süljekaal vastuvõetud sööda oma 4-kordselt, kaerte ja muu terasööda korral kahekordselt, kuid värsket rohtu süües moodustab sülje kaal esimese omast vaid poole. Sama asjaoluga on seletatav süljenäärmete tugevam arenemine herbivooridel. Ööpäeva jooksul eraldub sülge hobusel u. 40 ja veisel 50—60 l.

Hobusel on kõige suuremaks ja aktiivsemaks süljenäärmeks parootis. Sama looma teisi suuri süljenäärmeid ületab ta

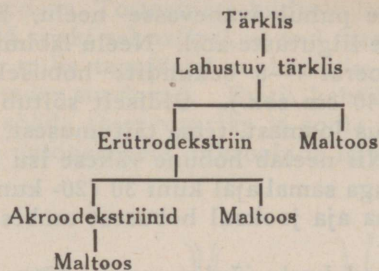
mahult umbes neljakordselt ja sülje kogu produktsioonist langeb temale u. $\frac{7}{10}$. Ka teistel loomadel on ta oma väiksemale suurusele vaatamata ometi kõige aktiivsemaks näärmeks. Nagu mastikatsioongi, toimub parootise sekretsioon hobusel ja kodumäletsejatel (peamiselt) unilateraalselt — mälumispoolsest kõrvasüljenäärrest eritub 2—5 korda rohkem sülge kui samal ajal ta kaaslasest. Mäletsejate parootis töötab püsivalt; teistel loomadel vaid mastikatsiooni ajal. Sama lugu on ka teiste suurte süljenäärmetega peale mandibulaarnäärme, mis ruminantidel töötab vaid sööda mälumisel, mitte aga remastikatsiooni ajal.

Süljenõristus toimub reflektorselt, kas suukoopa limaskestast või meeleanorganite ärrituse tagajärjel. Aferentsete e. tsentripetaalsete närvidena toimivad esimesel juhul *n. trigeminus* (eriti tema lingvaalharu), *n. glossopharyngeus* ja vagus-närvi farüingealharu. Meeleanorganitest väljuvad (psüühilist sekretsiooni tingivad) erutused kanduvad tsentripetaalselt nägemis-, haistmis- ja kuulmisnärvide kaudu. Eferentseid e. tsentrifugaalseid närve omab iga (suur) süljenäär: peale sümpaatiliste kiudude, mida omavad neist kõik, innerveeruvad mandibulaar- ja sublingvaalnäärmed kuulmekeelikust (*chorda tympani*, fatsiaal-närvi haru) ning parootis aurikulotemporaalnärvist. Nii kuulmekeelik kui ka sümpaatikus sisaldab kahesuguseid, vasomotoorseid ja sekretoorseid, närvikiude. Kuulmekeeliku stimulatsioonile järgneb temast innerveeritud näärmete veresoonte laienemine, aga ka sekretsiooni tõus. Sekretoorseid kiude paralüüsiva atropiini süste tagajärjel *chorda* stimulatsioon tingib vaid veresoonte dilatatsiooni, mitte aga sülje eritust. Sümpaatikus esinevad vasokonstriktorsed kiud ühes väheste sekretoorsete kiududega. Et sülje sekretsiooni ei tingi ainult näärme vere hulk ja rõhk, vaid et sekretsiooni toime on aktiivne, järeldeb veres puuduvatest süljekomponentidest (ptüaliin, lima) ja näärmejuhades valitsevast rõhust, mis katsetingimustes ületab karotiid-arteris valitseva vererõhu.

S e g a s ü l g on (mutsiinisisalduse tõttu) niitjas, läbipaistev või vähe hägune, nõrgalt alkaalse reaktsiooniga, veest veidi raskem (erikaal 1005), vahutav vedelik, mis kuivollust sisaldab vaid 0,5—1,5%. Sülje kuivollus koosneb peamiselt mutsiinist ja valgust ning anorgaanilistest sooladest (kaltsiumbikarbonaat, kaltsium- ja magneesiumfosfaat, kloriidid jt.). Kaltsiumbikarbonaat muutub õhuga kokku puutudes lahustumatuks kaltsiumkarbonaadiks, mis hammastele kleepudes hambakivi moodustab.

Inimese ja koduimetajatest vaid sea süljes leidub amüülolüütiline (tähtsust hüdrolüüsiv) ensüüm **ptüaliin** e. sülje amülaas. Teistel koduimetajatel ta puudub või esineb mitteolulisel määral. Aga ka seal on sülje amülaasi toime umbes 100 korda nõrgem inimese ptüaliini omast.

Ptüaliini toimel lõhustub tärkliis dekstriinide kaudu maltoosiks. Hüdrolüüsi arvatav käik on järgmine:



Tärklis ja lahustuv tärklis karakteriseeruvad siniseks muutumisega joodi lisandamisel; erütrodekstriin värvustub sama reaktsiooni puhul punaseks, kuid akroodekstriinid püsivad värvustumata. Söödapala suus viibimise lühikest aega (alla 1 min.) arvestades ei saa ptüaliini toime siin olla nimetamisväärne, vaid see avaldub alles maos. Viimases kestab tärklise hüdrolüüs ptüaliini toimel tugevhappelise mao-mahla tungimiseni neelamisel kardia regiooni ladestunud toitu (inimesel 15—30 min. järel).

Nagu selgub eelnevast, on suuseede vaid mehaaniline: sööda mehaanilise peenendamisega lõhutakse osaliselt taimeliste rakkude puitunud seinad, suus kontrollitakse sööda kõlblikkust, temperereeritakse teda ning muudetakse ta mastikatsiooni ja insalivatsiooni teel neelataavaks. Ainult seal omab sülg ka märgatavat keemilist (amülolüütilist) toimet ja ruminantidel neutraliseerib ta eelmagudes käärimisel tekkivaid happeid.

NEELAMINE (*deglutitio*). Sööda ning vee transporti suust makku nimetatakse neelamiseks. See on reflektorne, neljanda ajuvatsakese põhjas paiknevast neelamistsentrist reguleeritav toiming, mis algab kurgu limaskestas (inimesel keelepäräl) leiduvate sensoorsete neelamispunktide mehaanilisel stimulatsioonil. Neelamine toimub looma tähelepanuta, kuigi ta selle algatamist (söödapala moodustamist ja selle juhtimist keelepäräle) ise tahteliselt mõjustada suudab. Kaugele keelepäräle jõudnud söödapala (või siia asetatud ravimipillid) rändavad paratamatult (loomaa soovi arvestamata) mao suunas.

Kurgus toimuvate neelamisliigutuste otstarbeks on söödapala edasi juhtimise kõrval hingamistee ajutine sulgemine. Selleks otstarbeks hingamine sisteerub ajutiseks, kõrisõlm tõuseb ettepoole (inimesel üles) ning ta sissekäik (*aditus laryngis*) sulgub kõrikaanega (*epiglottis*); samal ajal sulguvad ka koaanid (tagasõõrmed) pehme suulae üles tõustes ning keelepära läheneb neelule: söödapalale on edasipääsuks jäänud ainult üks tee.

Neelamise puhul on oluline pea vaba seis. Pead liigselt tõstes (inimesel taha sirutades) tõkestame neelamist. Loomadele vedelaid ravimeid suukaudselt aplitseerides patustatakse kõneldavat asjaolu mitte arvestades sageli: vedelik voolab sel puhul vaba teed kaudu

(kõrisõlm, kõri) kopsudesse, põhjustades sageli surmaga lõppevat kopsupõletikku.

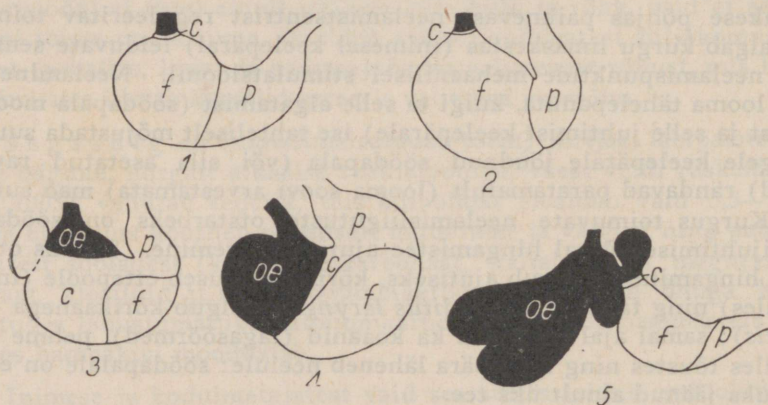
Jõudnud neelamise puhul avanevasse neelu, kandub söödapala siin edasi peristaltiliste liigutuste abil. Neelu läbimiseks vajab söödapala kassil 9—12 ja koeral 4—5 sekundit; hobusel toimub passaaž veelgi kiiremini (35—40 cm/sek.). Üldiselt sõltub neelamise kiirus ja neelatava pala suurus loomast, tema täitumusest, sööda iseloomust ja sülje nõristusest. Nii neelab hobune vähese isu korral 15 minutis 10—14, hea isu puhul aga samal ajal kuni 30 (20- kuni 100-grammist) pala. Veis neelab sama aja jooksul hobusest umbes kolm korda rohkem sööta.

Vedelikud kanduvad keele jõulise pressi tõttu kaugele neelu ja ainult mao läheduses abistab nende voolu neelu peristaltika. Hobusel läbivad vedelikud neelu umbes viis korda kiiremini kui mälutud sööt. Juues neelab hobune umbes igas sekundis 150—300 cm³, veis seevastu kuni kolmveerand liitrit.

Neelamistsentrit stimuleerivad aferentsed närvikiud kulgevad (neelamis-punktidest alates) glossofarüngeaal- ja kraniaalses larüngeaal- kui ka kolmik-närvis (*n. trigeminus*). Eferentsetest närvidest innerveerivad (motoorselt) kaelaalune ja mülohuüoid-närv (*n. hypoglossus* ja *n. mylohyoides*) keelelihaseid ning glossofarüngeaal- ja vagusenärv kurgulihaseid kui ka neelu lihaskesta. Neelu kardiaalses, silekiududest moodustatud lihaskesta osas toimuvad peristaltilised liigutused (nagu maos ja soolestikuski) on automaatsed, ainult kiiruses ja intensiivsuses vagusenärvist mõjustatavad.

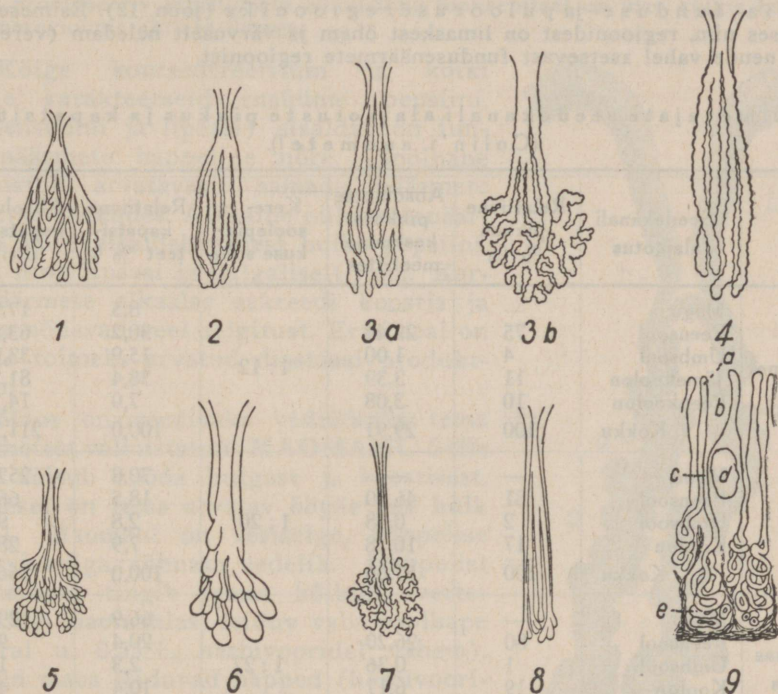
Maoseede.

Magu on oluline, kuigi mitte elutähtis seedeorgan. Tema ektirpatsioon ei põhjusta märgatavaid seedehäireid, välja arvatud sidekoe puudulik seedimine. Ometi ei vähenda see tema tähtsust, sest



Joon. 12. Inimese (1) ja kodumetajate (2 — koer, 3 — siga, 4 — hobune, 5 — mäletsejad) mao limaskesta regioonid (Ellenberger'i järgi). oe — kutaanse ja näärmetu limaskestaga kaetud mao (proventrikulaarne osa), c — kardianaärmete regioon, f — fundusenäärmete regioon, p — püloorusenäärmete regioon.

teisedki organid võivad funktsionaalselt asendada oma organismi jäänud toimekaaslastest. Mao peamiseks ülesandeks on sööda ettevalmistamine sooleseedeks. Toiteainete hüdroliüsumine toimub siin küll vaid osaliselt, kuid siiski sel määral, et nad maoseede tagajärjel lahustuvad muutuvas, mille tagajärjel soolemahla ensüümid neid palju jõudsamalt lõhustada suudavad. Eriti kehtib see valkude kohta. Ühtlasi on magu sööda reservuaariks ja soole täitumuse korrastajaks kui ka mõningate patogeensete mikroobide hävitajaks. Mao soolhap-



Joon. 13. Inimese ja koduimetajate maonäärmed. 1 — inimese mao fundusenääre, 2 — koera fundusenääre, 3a — hobuse pikk ja 3b — lühike fundusenääre, 4 — veise fundusenääre, 5 — inimese, 6 — koera, 7 — hobuse, 8 — veise ja 9 — sea püloorusenäärmed.

pest tingitud bakteritsiidne toime on üldiselt väike (tiisikuse ja põrnataudi pisikute spoorid siin ei hävi), kuid temast jätkub roiskumise ja liigse käärimise tõkestamiseks.

Maoseede difereerub liigivaheliselt, olles tingitud mao ehitusest resp. looma toitumisviisist. Eriti silmatorkavaks muutub erinevus ühelis- ja liitmaolisi koduimetajaid selles osas võrreldes.

Limaskesta ehituse alusel (kas kutaanne või näärmeline) eristatakse maos 1) neelu- e. proventrikulaarset (*pars oesophagea s. p. proventricularis*) ja 2) glandulaarset e. intestinaalset osa (*pars glandularis s. p. intestinalis ventriculi*). Sitke koetisega ja valgevärvuselise näärmetu kutaanse limaskestaga kaetud neeluosa esineb ühelismaolistest koduimetajatest vaid hobusel ja seal, võttes enda alla esimesel kaks viiendikku mao sise-

pinnast ja lõppedes näarmelise limaskesta piiril kurdäärise ga (*margo plicatus*). Sea maoläve (*cardia*) ümbritsev proventrikulaarne maosa on üsna väike ning karnivooridel ja inimesel puudub ta üldse. Koduruminantidel seevastu katab näärmetu kutaanne (nahkjas) limaskest kõiki kolme eesmagu. Näärmete puudumise tõttu ei produtseeri mao kutaanne limaskest mingit seedemahla. Samast ei järgne aga, nagu puuduksid mao proventrikulaarses osas ka seedeprotsessid: ühelismaos tungib näarmelises osas valmistatud maomahl ka proventrikulaarsesse ossa ning ruminantide eesmagudes toimub keemiline seede peamiselt bakteerselt.

Mao glandulaarse osa limaskest jaguneb temas esinevate näärmete järgi kardia-, funduse- ja pilooruseregioniks (joon. 12). Esimeses ja viimases nim. regioonidest on limaskest õhem ja värvuselt heledam (verevae sem) nende vahel asetsevast fundusenäärmete regioonist.

Koduimetajate seedekanali alajaotuste pikkus ja kapatsiteet (Colin'i andmetel).

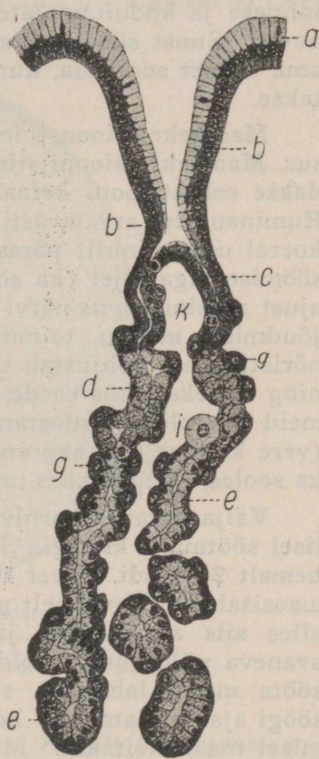
Loom	Seedekanali alajaotus	Relatiivne pikkus % %	Absoluutse pikkuse keskmine meetrites	Kere- ja soolepikkuse suhe	Relatiivne kapatsiteet % %	Absoluutne kapatsiteet liitrites
Hobune	Magu	—	—	1 : 12	8,5	17,96
	Peensool	75	22,44		30,2	63,82
	Umbsool	4	1,00		15,9	33,54
	Jämekoolon	11	3,39		38,4	81,25
	Peenkoolon	10	3,08		7,0	14,77
	Kokku	100	29,91		100,0	211,34
Veis	Maod	—	—	1 : 20	70,8	252,5
	Peensool	81	46,00		18,5	66,0
	Umbsool	2	0,88		2,8	9,9
	Koolon	17	10,18		7,9	28,0
	Kokku	100	57,06		100,0	356,4
Lammas ja kits	Maod	—	—	1 : 27	66,9	29,6
	Peensool	80	26,20		20,4	9,0
	Umbsool	1	0,36		2,3	1,0
	Koolon	19	6,17		10,4	4,6
	Kokku	100	32,73		100,0	44,2
Siga	Magu	—	—	1 : 14	29,2	8,00
	Peensool	78	18,29		33,5	9,20
	Umbsool	1	0,23		5,6	1,55
	Koolon	21	4,99		31,7	8,70
	Kokku	100	23,51		100,0	27,45
Koer	Magu	—	—	1 : 6	62,3	4,33
	Peensool	85	4,14		23,3	1,62
	Umbsool	2	0,08		1,3	0,09
	Koolon	13	0,60		13,1	0,91
	Kokku	100	4,82		100,0	6,95
Kass	Magu	—	—	1 : 4	69,5	0,341
	Peensool	83	1,72		14,6	0,114
	Jämesool	17	0,35		15,9	0,124
	Kokku	100	2,07		100,0	0,579

Tubuloossed (hargnenud) maonäärmed (joon. 13) koosnevad (peale kõiki- des näärmeregioonides leiduvate enterokroomafiinsete rakkude) kardia- ja püloorusergioonis vaid ainsast rakuliigist, mis kardianäärmetes sisaldavad atsidofiilselt tingeeruvat granulatsiooni, kuid püloorusergioonis värvustuvad limavärvidega. Fundusenäärmed koosnevad peamiselt kahest rakuliigist, p e a ja p a r i e t a a l r a k k u d e s t (joon. 14). Neist esimesed (seroostüübilised) ümbritsevad näärmevalendikku, kuna parietaalrakud paiknevad neist väljas- pool, ulatudes lumenini ainult vähese osaga või seistes sellega ühenduses peene (intertsellulaarse) kanalikesega. Kogu raku täitva atsidofiilse granulatsiooni tõttu näivad nad hematoksüliini ja eosiniiniga värvustatud preparaadis punasena. Lima produtseeriv kihistumata silindriline pinnaepiteel on mao kõigis kolmes näärmeregioonis ühtlase ilmega.

Kõige kontsentreeritum ja kõiki maole karakterseid ensüüme (pepsiini, laabiensüümi ja lipaasi) sisaldav on fundusenäärmete happeline nõre. Soolhappe valmistub arvatavasti samade näärmete parietaalrakkudes. Alkaalne püloorusenäär- mete nõre sisaldab vähest hulka pepsini, laapi ning lipaasi ja hulgaliselt lima. Kar- dianäärmete alkaalse sekreedi koostis ja toime nõuavad veel selgitust. Eriti seal on nende toimeks arvatud diastaasi produkt- siooni.

Maos on seedivaks vedelikuks tema näärmetest valmistatud MAOMAHL. Selle hulk sõltub sööda hulgast ja koostisest. Inimesel on tema arvatav ööpäevane hulk $1\frac{1}{2}$ l. Maomahl on vesiselge, happelise reaktsiooniga, lõhnata vedelik. Happelist reaktsiooni tingib temas kõikide verte- braatide maomahlas leiduv vaba soolhappe (koeral u. 0,55%, herbivooridel vähem). Teised maos leiduvad happed (herbivoori- del piima- ning vähesel määral ka äädik- ja võihape) tekivad sööda käärimisel; füsioloogilises maomahlas nad puuduvad.

Maomahla orgaanilise olluse hulgas leiduvad järgmised maoseedet kandvad ensüümid: 1) pepsin, 2) laabiensüüm e. kümosiin, 3) lipaas ja 4) diastaas. P e p s i i n esineb mao limaskestas tsümogeeni või proensüümina (pepsinogeen). Sool- happe toimet aktiveerub ja hüdro- lüüsi tingib ta ka ainult happelises keskses. Alkaalses ümbruses (sooles) pepsin inaktiveerub. Valgud lõhustuvad pepsini ja HCl toimet väiksema molekulaarsuurusega ühenditeks, albumoosideks ja peptoonideks. Valguseede lõpp-produktid — amiinohapped — maoseedel ei teki. L a a b i e n s ü ü m tekib samuti HCl aktiveeritava



Joon. 14. Koera fundusenääre (Ellenberger'i järgi).

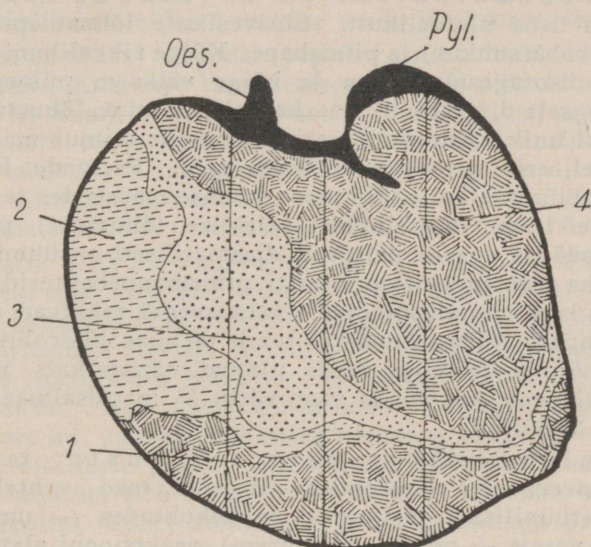
a — mao pinna epiteel; e — pearakud; g — parietaalrakud; k — poolduv rakk.

proensüümina. Rikkalikumalt leidub teda noorte loomade (imikute) maomahlas; piima toiduks mittekasustavatel vanematel loomadel ta tavaliselt puudub. Kümosiini toimel muutub piima kaseiin lahustuvaks parakaseiiniks ja see omakorda (piimas lahustunud) Ca-sooladega seostudes lahustumatuks parakaseiinkaltsiumiks (piima kalgenudud mass). Laabiensüüm toimib optimaalselt neutraalses ja nõrkalkaalses keskses. Lipaasi (rasva lõhustavat ensüümi) leidub maomahlas arvestataval määral vaid karnivooridel. Ruminantidel puudub ta peaaegu täiesti. Lipaasi toimel lõhustuvad vaid peenelt emulgeeritud rasvad nõrk-happelises keskses. Diastaasi ei näi inimese ja koduimetajate maomahlas seedel arvestataval määral esinevat. Suust söödaga kaasa toodud ptüaliin (inimesel, seal) avaldab oma toimet senikaua, kuni ta mao happelises keskses inaktiveeritakse.

Mao sekretsioon toimub pidevalt; küll aga muutub ta intensiivsus. Mao sekretsiooni stimuleerivate ärrituste pärinevuse järgi kõneldatakse sekretsiooni kefaalsest, gastrilisest ja intestinaalsest faasist. Ruminantidel arvatavasti puuduv kefaalne sekretsioonifaas algab koeral u. 5 minutit pärast söödavõtu algust. Kefaalne ärritus tekib söömise tagajärjel (ka sööda makku mitte pääsedes) ja kandub peajüst makku *vagus*-närv kaudu. Gastrilises faasis, mis algab sööda jõudmisel makku, toimub sekretsioon kõige intensiivsemalt. Seda nõristusfaasi põhjustab ühest küljest mao seina mehaaniline ärritus ning teiselt maos seede ajal tekkiv ja siit verre pääsedes maonäärmeid stimuleeriv substans (gastriin). Analoogne, humoraalsel teel (vere kaudu) mao sekretsiooni stimuleeriv substans tekib nähtavasti ka sooles, põhjustades mao intestinaalset sekretsiooni.

Välja arvatud karnivoorid, ei tühjene koduimetajate magu tavalisel söötmisel kunagi. Hobusel oleks selleks vajalik „paastuda“ vähemalt 24 tundi. Veel 10 tundi peale söödavõttu leiti temalt 7050 g maosisaldist. Tavaliselt püsib makku jõudnud sööt siin mõne tunni ja alles siis algab tema järk-järguline edasivalgumine (läbi ajutiselt avaneva pülooruse) soolde. Hobusel näib aga juba söömise ajal osa sööta maost lahkuvat, sest mõningate tähelduste järgi võib ta ühe söögi ajal neelata 2—3 korda rohkem sööta, kui seda söömise lõpetamisel maost leitakse. Maosisaldise pidevat pääsu peensoolde pidurdab tooniliselt kontraheerunud pülooruse ringlihas (*m. sphincter pylori*). Kuid et pülooruse sulgur pole ainuke mao tühjenemist reguleeriv seadeldis, näitab asjaolu, et sfinkterlihase kirurgilise kõrvaldamise järel mao evakuatsioon jätkub enam-vähem normaalselt. Vastandina varemale arvamusele, mille põhjal pülooruse sulguri toimet reguleerib mao ja soolesisaldise happelisus või alkaalsus (mao poolt pidi happeline reaktsioon tingima pülooruse avanemist sooles valitseva alkaalse reaktsiooni puhul, soole poolt aga pidi sama pülooruse sulgumist põhjustama), näib, et sellist regulatsiooni korraldab mao täitumine üldse: mao küllaldane täitumus kiirendab ta sisaldise liikumist soolde ja soole algusosa täitumine tõkestab seda.

Mao liigutustest on kõige olulisemad mao keskkohalt algavad ja pülooruse suunas kulgevad, inimesel ja koeral 3—4 korda ja kassil 4—6 korda minutis korduvad peristaltilised lained. Tühjunud maos korduvad nad harvemini (15—60 min. järel), kuid nad on ulatuslikumad ja tugevamad (näljakontraktsioonid). Koeral asenduvad nad pülooruse läheduses pülooruse süstooli ja diastooliga. Nimeetatud liigutuste kõrval esinevad lokaalsed kontraktsioonid ja lõtvumised kui ka antiperistaltilised liigutused. Peristaltilised lained põhjustavad pülooruseni jõudes selle avanemist. Liigutuste nõrga iseloomu tõttu mao vasakus osas püsib sööt selles nii hobusel kui seal



Joon. 15 Erinevate söötvahendite kihistumist näitav hobuse külmutatud mao pikilõik (Ellenberger'i järgi). oes — neel; pyl. — püloorus; 1 — hein; 2 — kaer; 3 — siniseks värvitud kaer; 4 — hein.

neelamise järjestuses ladestunud (joon. 15). Ainult pülooruse-regioonis esineb maosisaldis alati segatuna. Joogivesi lahkub maost kiiresti ja ilma et ta maosisaldist enesega kaasa võtaks või selle kihistusi segaks.

Üksikasjalisemalt vaatlеме (Mangold'i käsiraamatu¹, 1929, andmetel) hobuse ja sea maoseedet.

HOBUNE. Hästi täitunud mao sisaldis kaalub 5—15,5 kg ja tas leidub vett kaersööda puhul 60—70% ning heinsööda korral 70—80%. Joomine mao veesisaldust oluliselt ei muuda. Ligikaudu (katsetingimustes) tühjunud maku sattunud sööt omab alul mao kõikides

¹ Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. II Bd.: Verdauung und Ausscheidung. J. Springer, Berlin, 1929.

osades alkaalse sülje tõttu aluselist reaktsiooni. Umbes poole tunni järel asendub see pülooruse- ja funduseregionis happelise reaktsiooniga, kuna mao proventrikulaarses osas baasiline reaktsioon veidi kauem (u. 1 tund) säilib. Peale selle valitseb happeline reaktsioon seede lõpuni mao kõikides osades. Viimast reaktsiooni tingib seede alguses käärimisel tekkinud piimahape ja hiljemini peamiselt soolhape. Seevastu tavaliselt sööditud hobuse mao sisaldis püsib üldiselt happelisena ja ainult tugeva söögiaja järel leidub mao neelusosas söödas u. 1 tunni kestel (söömise algusest arvates) aluseline või neutraalne reaktsioon.

Nii karbohydraatide kui ka valkude seede toimub hobuse maos üsna ulatuslikult. Süsivesikute lõhustusproduktideks on glükoos (kobarsuhkur) ja piimahape. Kõige rikkalikum on suhkrusisaldus mao ösofageaalses osas ja kõige väiksem pülooruseregionis. Analoogselt difereerub ka karbohydraatide lõhustust põhjustava diastaasi hulk. Karbohydraatide lõhustus toimub maoseede kõikidel faasidel, eriti proventrikulaarses osas. Perioode, kus esineks ainult proteolüüs (valkude lõhustus), hobuse maoseedes tavalise söötmise puhul ei leidu. Amülolüüsi (tärglise lõhustust) põhjustavad esmajoones söödas eneses peituvad diastaatilised ensüümid, teataval määral aga ka mao mikrofloora, eriti piimahappebakterid. Diastaasi mõju suurendavad katalüsaatoorselt valguseedel tekkivad albumoosid ja amiinohapped. Vähesel määral tekib tärglise hüdrolüüsumine ka soolhappe mõjul. Tärglise seede ulatust näitab kats, milles u. 3 tunni jooksul peale kaersööda vastuvõttu $\frac{1}{3}$ maosisaldise karbohydraatidest oli seeditud.

Tselluloos hobuse maos ei lõhustu: ta hulk püsib siin kui ka peensooles muutumata. Hobuse mao suhteliselt väike veesisaldus (tüüpilistes tselluloosi seedekehtades — umbsooles ja ruminantide vatsas — on vee % suurem), reaktsiooni alatine muutumine ja sööda võrdlemisi lühike peatuse aeg ei soodusta tsellulaasi valmistavate bakterite arengut. Tselluloosi käärimine nõuab püsivat, ligikaudu neutraalset reaktsiooni.

Ka valguseedet abistavad hobuse maos pepsiin-soolhappe kõrval söödaga makku kantud taimse päritoluga proteaasid. Vastandina pepsiinile toimivad viimased nii alkaalses, neutraalses kui ka nõrk-happelises keskses, mille tõttu valguseede mao kõikides osades kohe peale neelamist alata võib. Selle järeldusel puuduvad valguseede seisukohalt hobuse maos regionaalsed erinevused ning valgu lõhustus toimub mao kõikides osades söötmissaegadele vaatamata püsivalt. Seedimise esimesel kahel tunnil muutub lahustuvaks $\frac{1}{3}$ ja 5 tunni kestel u. $\frac{1}{2}$ maos leiduvast valgust.

Rasvaseede omab hobusel, nagu teistelgi suurtel herbivooridel, üsna vähest tähtsust. Lipaasi leidub hobuse maomahlas tegelikult mitteamvestataval määral. Samuti vähene on laabisisaldus.

Vastavalt öeldule esineb hobuse maos püsivalt proteolüütilis-amülolüütiline seede.

SIGA. Keskmise täitumise korral kaalub mao sisaldis $\frac{1}{2}$ —2 kg, ning vett leidub selles terasööda korral 60—70% ja kartulsööda puhul 80—87%. Sööda (ka vedela) neelamise järjestuses toimuv ladesus püsib seal, nagu hobuselgi, kaua (15—16 tundi) peale sööda vastuvõttu. Ainult põlooruseregioonis esineb sööt tugevamate liigutuste tagajärjel alati segatuna. Sööda viibimine maos sõltub ta iseloomust ja hulgast kui ka söötmise sagedusest. Üldiselt tühjeneb sea magu pikkamisi ja nagu hobuselgi tavalistes söötmisoludes mitte kunagi täielikult. Kõige kiiremini lahkub lihasööt, selle järel kartulid ning kõige hiljem kaersööt. Kartulite 556 g kuivainest leidus 2 tunni pärast maos 57,6% ja $6\frac{1}{2}$ tunni järel veel vaid 22%. Kaerte ligikaudu sama hulga kuivollusest leidus 8-tunnise seede järel maos veel 40%.

Sea maomahl sisaldab pepsiini, laapi, amülaasi ja lipolüütilist ensüümi. Kutaanse limaskestaga kaetud, näärmetu proventrikulaarne osa ei valmista (nagu hobuselgi) mingisugust sekreeti; kardinaäärmete nõre on pepsiinivaba, ka diastatilise ensüümi esinemine temas on küsitav. Kõiki mainitud ensüüme (peale diastaasi) kui ka soolhapet sisaldab fundusenäärmete sekreet. Vähe pepsiini ja hulgaliselt lima leidub neutraalses põloorusenäärmete nõres.

Ulatuslik karbohüdraatide lõhustus toimub sea maos peale vähese mao amülaasi sülje ja sööda diastaasi mõjul. Teatavat osa selles kannab ka bakteriaalne lõhustus (piimahappe käärimine). Taimse päritoluga diastaas leidub paljudes tärklist sisaldavates söötvahendites (kaer, mais, kartulid, riis, herner, rukis, vikk jt.). Keetmisel hävib ta. Nagu hobuselgi, avaldub tema mõju siin nii neutraalses, alkaalses kui ka nõrkhappelises keskuses, lõppedes vaid maomahla 0,2% HCl sisalduse puhul. See asjaolu võimaldab vähemalt seede esimestel tundidel tärglise lõhustumist mao suuremas osas.

Ka pepsiini toimet abistavad taimse päritoluga proteaasid (mis taimse diastaasiga analoogselt mitmesuguse reaktsiooni juures mõjuvad) ja vähesel määral bakteriaalne lõhustus.

Tühjunud makku sattunud sööda seedes on seal eraldatavad 4 faasi: puht-amülolüütiline, peamiselt amülolüütiline, amülolüütilis-proteolüütiline ja puht-proteolüütiline seedefaas. Viimane neist algab kardiaregioonis alles 11 tunni järel peale söömist. Esimene ja neljas faas esinevad seal aga vaid katsetingimustes, sest tavaliselt on söögivaheajad (maksimaalselt 12 tundi) seks liiga lühikesed, et magu järgneva söögiajaks tühjeneda saaks. Uue söögiaja alguseks seisab maos leiduv sööt seede kolmandas, s. o. amülolüütilis-proteolüütilises faasis. Kuna uuesti lisandunud söödas seede algab amülolüüsiga, ligineb ta eelnevas söödas põlooruse läheduses ikka rohkem proteolüütilisele faasile.

RUMINANTIDE LIBEDIK (*abomasus*) sarnaneb oma seedetoimelt üldiselt lihtmaoga. Kümosiini maha arvates leitakse temas (lambal) ainsa mõjuva ensüümina pepsiini. Kuigi ka lipaasi ja diastaasi võib libedikust leida, on nende hulk siin ometi seevõrra väike, et neid ainult söödast pärinevateks peetakse. Vastavalt sellele ei toimu libedikus nimetamisväärset rasvade ja karbohüdraatide hüdrolyüsi.

INIMESE maos asendub segatoidu puhul amüloolüütilis-proteolüütiline seedefaas umbes $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ tunni järel puht-proteolüütilise perioodiga. Puhta lihatoidu korral esineb siin, nagu kodukarnivooridelgi, üksnes proteolüütiline seede. Rasvarikka toidu seedimist maos abistavad sel puhul soolest makku voolav sapp ja pankrease nõre. Käärimisprotsessid esinevad terve inimese ja karnivooride maos ebaolulisel määral.

Magu on oma liigutustes ulatuslikult autonoomne organ; tema kontraktsioonid jätkuvad mõnda aega isegi organismist kõrvaldatud organis. Kuid nagu teisedki autonoomsed organid (sool, süda, uterus) on ta mõjustatav väljast närvide kaudu kantavast stimulatsioonist. Magu innerveerivad sensibelsete, mootorsete, vasomotoorsete ja sekretoorsete kiududega *n. vagus* ja *n. splanchnicus*. Mõlemad nad sisaldavad nii stimuleerivaid kui ka pärssivaid mootorseid kiude; esimesed neist leiduvad ülekaalus uitnärvis ja teised splanhnikuses (*vagus*-närvi ärritus kiirendab ja splanhnikuse ärritus aeglustab maoliigutusi). Sensiibelsed kiud võimaldavad nälja, küllasuse, valu jt. tundeid. NÄLJATUNNET põhjustavad eespool-nimetatud mao ja soolekanali tugevad, perioodiselt (u. 1 tunni järel) ilmuvad, 10—20 minutit kestvad kontraktsioonid. Füsioloogiliselt tunneb magu vaid nälja-valu. Kõik teised mao limaskestast pärinevad valutunded on patoloogilised. Normaalse limaskest tunneb vaid külma ja sooja, kuid mitte kompimist ega isegi mitte pigistust või lõikamist. Samuti ei tunne kompimist ega nõrka muljumist vatsa ja võrkmiku limaskest.

JANUTUNNET põhjustab suu ja kurgu limaskesta, eriti keelepära ja suulae kuivus. Viimaseks mainitud struktuure lokaalselt anesteseerides kaob janu anesteesia kestuseni. Füsioloogiline janu kaob kas vett juues või süljevoolu tekitades. Keha üldisel veepuudusel siseerub aga ka süljeeritus, mis omakorda sööda mälumist ja neelamist tõkestab.

OKSENDUSEKS (*vomitus, emesis*) nimetatakse mao- (lindudel pugu-)sisaldise haiglast suu- või ninakaudset väljumist. Mao- gaaside neelukaudne eemaldumine kannab rõhituse (*ructus*) nimetust. Ruminantidel on viimane füsioloogiliseks ja vajalikuks toimeks. Oksendamisega kaitseb end organism mürgiste olluste satumise eest makku.

Väga kergesti oksendavad koerad, kassid ja linnud. Kabjalised ja ruminandid seevastu oksendavad üsna harva või mitte kunagi. Hobuse oksenduse arvatavateks tõkestajateks on neelu viltune suubumine makku, kardia tugev muskulatuur ja mao mitteulatamine kõhuseinani. Linnud oksendavad pugust (mitte aga lihasmaost) ja ruminandid vatsast. Oksendus toimub tahtele allumatult. Ainult koerast väidetakse, et ta ka tahteliselt oksendada suutvat, mis teed emane loom kasustavat mõnel juhul kutsikate söötmisel. Oksendus on reflektorine protsess, mida võivad põhjustada kurgust, maost, duodenumist, südamest, emakast, neerudest, põiest, sisekõrva kaarkanalitest ja mujalt pärinevad ärritused; ka psüühilised elamused võivad põhjustada teda. Kogu protsessi reguleerib piklik-ajus paiknev oksendamistsenter. Oksendamist tingivad ravimid (emeetikumid, *emetica*) toimivad kas reflektorselt või oksendustsentrisse otseselt mõjudes (apomorfiin).

Oksendamise eel suureneb tavaliselt süljeeritus, hingamine süveneb ja kiireneb, loom teeb mälumisliigutusi ja neelab õhuga segunenud sülge. Selle järel sulgub häälepilu ning tugevate spasmiliste hingamisliigutuste kaudu imetakse läbi lõtvunud kardia vahepeal mao funduseregiooni pressitud sööt neelu ning selle kaudu suhu. Okse sattumist ninna tõkestab samaaegne pehmesuulae-lihaste kontraktsioon. Häälepilu jääb suletuks oksenduse lõpuni. Kuigi oksendamise puhul ka maosein (pülooruseregioonis) ise kontraheerub, pole see kõneldavas protsessis nähtavasti mitte vajalik resp. oluline, sest oksendamist on võidud märgata ka sellistel katseloomadel, kelle magu oli asendatud kusepõiega.

Hobusel eraldub okse tema pika pehme suulae (*velum palatinum*) tõttu vaid nina kaudu. Sageli leitakse hobusel oksendamise puhul mao rebenemist.

Mõningat sarnasust omab oksendus ruminantidele omase rejektsiooniga, sest ka viimase puhul kandub mao (eesmagude) sisaldis suletud häälepilu ja avatud kardia juures tagasi suhu. Kuid vastandina rejektsioonile omab oksendusel suurt tähtsust kõhu-press (lihaste kontraktsioon) ning puuduvad neelu (*oesophagus*) kontraktsioonid. Kuna rejektsiooni teel maost suhu kandub mao sisaldisest reeglipärane kvantum (veisel u. 100 g), on okse hulk väga varieeruv.

Ruminantidel füsioloogiliselt toimuv RÖHITAMINE on mitte-tahteline reflektorne akt. Vatsas ja võrkmikus toimuva käärimise teel alaliselt tekkinud gaasid (CO_2 , CH_4 jt.) võivad maost evakueeruda vaid ainsal teel, neelukaudselt. Maosisaldist soolte suunas edasi laskvadavad asetsevad vatsa gaaside nivoost allpool, mille tõttu nende kasustamine gaasidele on võimatu. Neelu ummistus või kompressioon tingivad mäletsejatel lühikese aja jooksul puhevust (*tympania*).

Röhitused on väljast konstateeritavad neelu astsendeeruvate liigutuste kui ka auskultatsiooni kaudu. Röhitamine võib toimuda nii looma puhke- kui ka söögi- ja mäletsemisajal, ainult mitte joomisel. Röhituste sageduse suhtes on andmed väga erinevad. Wild'i andmetel röhitab 1 tunnis veis keskmiselt 17—20 korda, lammas 9—11 korda ja kits umbes niisama sagedasti. Vasikad röhitavad vaid igas tunnis üks kord.

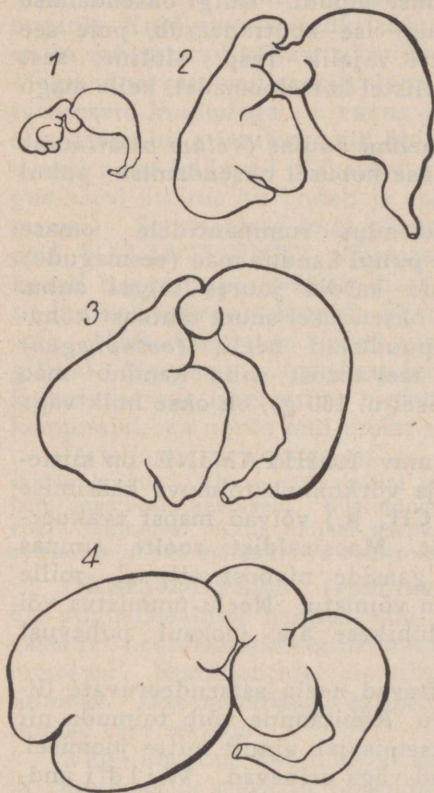
Seede esmagudes.

Ruminantide mahukas liitmagu, mis okupeerib ligi $\frac{3}{4}$ kõhuõõnest (vasak pool ja parem kõhtmine kvadrant), koosneb kolmest, näärmetu kutaanse limaskestaga kaetud esmaost — vatsast, võrkmikust ja kiidekast (*rumen, reticulum, omasus*), ning ainsast näärmekast pärismaost — libedikust (*abomasus*). Viimane on võrreldav teistele koduimetajatele omase lihtmaoga, kuid esmaod kujundavad välispidiselt eraldatud neelu seinu soppistisi. Neel (*oesophagus*) ei lõpe siin kardiaga, vaid kulgeb avatud neeluaona (*sulcus oesophageus*) edasi.

Liitmao alaosade mahutavuse suhe varieerub ühenduses looma vanusega. Vastsündinud vasikal on vats ühes võrkmikuga umbes kaks korda väiksem libe-

dikust, 10- kuni 12-nädalaselt muutub vahekord ümberpöörduks ja täiskasvanud loomal vats moodustab liitmao kogumahust umbes 80%, võrkmik u. 5% ja kiidekas ning libedik kumbki u. 7—8% (joon. 16).

Noortel, veel piimaga toidetaval mäletsejatel juhitakse neelatud vedelikud reflektorselt sulguva neeluvao kaudu otseselt libedikku. Sellist teed võimaldav neeluvao sulgerefleks püsib piima suhtes mitu kuud, või isegi üle aasta, kuid vee suhtes kaob ta varemini. Peale selle satub neelatud vedelik esmaselt alati võrkmikku ning vatsa. V ö l t z'i täheldustes jõudis joogiveest ja söodast täiskasvanud lambal ü. 85—95% vatsa, 4—5% võrkmikku, u. 1% kiidekasse ja vähem kui 1% või ei sugugi libedikku.



Joon. 16. Kapatsiteedi vahekorra muutumine veise magudes (Martin'i järgi). 1 — 6-päevase vasika; 2 — 4-nädalase vasika; 3 — 3-kuuse mullika ja 4 — 4-kuni 14-aastase veise magu.

Neelatav sööt seevastu kasustab looma eale vaatamata alati ühtlast teed: pealiskaudselt peenendatud ja süljega segunenud söödapala, mis veisel kaalub keskmiselt 100 g, jõuab alati võrkmikku või vatsa, tavaliselt mõlema vahekohtale. Söödapala edasine ränne oleneb vatsa ja võrkmiku liigutustest; viimaste mõjul võib ta neist sattuda kas ühte või teise, siiski sagedamini vatsa. Nimetatud esmagude energilised liigutused tõkestavad sööda ladestumist (kihustumist) neis. Võrkmiku sisu on veerikkam ja tavaliselt peenendatum vatsa omast. Siia sattunud sööt rändab enamasti kiideka suunas edasi. Teravad võrkehavad evakueeruvad võrkmikust raskesti. Ka mäletsetud sööt ei pääse kiidekasse või libedikku mitte otseselt, vaid käib söömisajal neelatud söödaga ühist teed. Sööda edasipääs kiidekasse toimub vaid

vatsa küllaldase täitumuse ja veesisalduse puhul ja on võimaldatud ainult tarviliselt peenendatud kõrdile. Osaliselt võib viimasele nõudele vastata ka mäletsemata sööt.

Vatsa ja võrkmiku lähedalt seostatud liigutused algavad võrkmiku kahe, kiiresti üksteisele järgneva kontraktsiooniga. Esimese kontraktsiooni puhul väheneb organi maht u. $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ võrra ning järgneva kontraktsiooni korral veelgi rohkem. Mõnikord toimub

nimetatud liigutuste ajal organi pöördumine paremale või vasakule tema pikitelje ümber. Veel enne võrkniku teise kontraktsiooni vaibumist algavad vatsa liigutused; siin kontraheerub esmalt kraniaalne piit, selle järel kaudaalne piit ühes dorsaalse koronaarpiidaga kui ka nimetatud struktuuride vahele jääv vatsa sein (ülaspõlv). Nimetatud struktuuride lõtvudes kontraheerub vatsa alasõlv ühes ventraalse koronaarpiidaga.

Vatsa liigutuste sagedus ja intensiivsus on määratavad väljastpoolt vaatlemise, komplemisi e. palpatsiooni kui ka kuulatlemise e. auskultatsiooni teel. Palpatsiooni otstarbel hoitakse rusikas käsi vasaku tühimiku kohal tugevasti vastu kõhuseina. Kuulatlemiseks kasustatakse ligikaudu sama kohta (vasakut kõhuseina). Kuna vatsa liigutused mitte alati võrdsete intervallide tagant ei kordu, määratakse nende sagedust tavaliselt 5 minuti kestel. Vatsa kontraktsioonid korduvad tähendatud aja jooksul veisel: süües u. 14 korda, mäletsedes u. 12 korda ja looma puhkeajal u. 9 korda. Samad arvud on ligikaudu maksivad ka lambal. Vatsa massaaži teel kõhuseina kaudu on ta kontraktsioonid ajutiselt intensiivistatavad. Noortel loomadil korduvad kontraktsioonid aeglasemalt kui vanadel (5-nädalasel vasikal 5 minuti kestel u. 4,5 korda, 5-kuusel mullikal 6,4 korda jne.).

Kiideka kontraktsioonide iseloomu pole suudetud tänini lõplikult selgitada. Tema katselisel ärritusel on täheldatud kogu organi pikaldast (tetaanilist) kontraktsiooni, ning sellele niisama aeglaselt järgnevat lõtvumist. Mõnel puhul valitseb lõtvumise ajal organil negatiivne rõhk, mis arvatavasti ühenduses seisab tema uue täitumisega. Kiideka kontraktsioonide tagajärjel pressitakse temas leiduvast toitkõrdist vesi suurel määral välja, mille tõttu kõneldav organ palpatsioonil tundub võrdlemisi kõvana, andes võhikuile peaaegu alati põhjust kõnelda „kiideka ummistusest“. Üsna selgitamata on ka kiidekalehtede funktsioon. Arvatavasti toimivad nad tritureerivalt, kuigi nende sellekohaseid liigutusi pole täheldatud. Lehtedevahelised söödaosakesed on libediku läheduses üldiselt peenemad kui võrkmikupoolisel küljel või vatsas. Libediku kontraktsioonid sarnanevad arvatavasti lihtmao omadega.

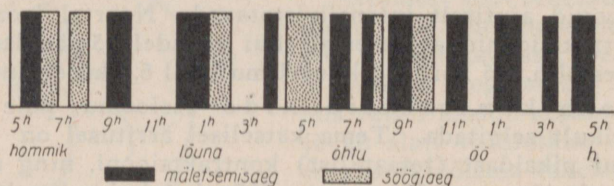
Vatsas ja võrknikus viibib sööt u. 60 tundi, kiidekas u. 8 tundi ja libedikus u. 2,8 tundi. Täielikult ei tühjene eesmaod isegi pikemaajalisel nälgimisel mitte.

Kuigi oma toimes autonoomsed, põhjustab vagus-närvi stimulatsioon ometi ruminantide lihtmao liigutuste intensiivistumist ja sümpaatikuse ärritus nende aeglustumist ning nõrgenemist. Vatsa kontraktsiooni kiirendavatest ja intensiivistavatest ravimitest on tuntuim veratriin.

MÄLETSEMISEKS (*ruminatio*) nimetatakse ruminantide (veis, lammas, kits, pühvel, põhjapõder jt.) omapära, söömisajal pealiskaudselt purustatuna makku sattunud sööta peenendamise otstarbel teiskordselt suhu saata, et teda alles siis lõplikult edasi juhtida. Mäletsemise toimes eristatakse kolme faasi: (1) sööda rännet maost suhu

(rejektsioon), (2) selle peenendamist suus (remastikatsioon e. mäletsemine kitsamas mõistes) ja (3) teiskordselt peenendatud söödapala allaneelamist.

Reflektorselt toimuv rejektsioon algab tugevate inspiratoorsete liigutustega, mis samaaegselt suletud häälepilu tõttu rinnaõõnes ja kopsudes negatiivset rõhku tingivad. Seetõttu avanenud neelu valgub peale kardia reflektorse avanemise määratud hulk (u. 100—120 g) veerikast maosisaldist, mille samas tekkiv neelu kontraktsioon suhu tõukab. Neeluvagu, eesmaod ja kõhulihased rejektsioonist otseselt osa ei võta. Rejitseeritav pala rändab neelu mööda u. 1,4 m/sek. kiirusega; ligikaudu sama kiirusega jõuab ta ka makku tagasi. Suhu jõudnud pala moodustub peamiselt koresöödast, teri sisaldab ta vähesel arvul. Kuna ka söögivõtul teri purustatakse vaid pealiskaudselt, siis läbiivad neist ligi pooled ruminandi seedekanali intaktsetena. Söödapala remastikatsioon kestab enamasti $\frac{1}{3}$ — $\frac{3}{4}$ minutit, mis aja kestel veis teeb 30—50, erakordselt aga 70—90 mälumisliigutust. Lammas



Joon. 17. Veise mäletsemisperioodide ja söögiaegade kordumine ning kestus öö-päeva jooksul. (Skeem koostatud Fuller'i andmetel.)

pureb üht pala keskmiselt 50—60 korda. Tagasi juhib (neelab) loom mäletsetava pala tavaliselt korraga, harvemini mitmes osas.

Söödast olenevalt algab ruminatsioon umbes $\frac{1}{2}$ —1 tund peale söögiaja lõppu, kestes veisel ja lambal tavalise sööda puhul keskmiselt 40—50 minutit. Koresööda puhul algab mäletsemine varem kui vähem mehaanilist peenendamist nõudva sööda korral. Üldiselt mõjustab mäletsemisperioodide kestust sööda hulk. Looma päevast ratsiooni tunduvalt vähendades ($\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ võrra) lühenevad ka ruminatsiooniperioodid (u. 20 minutit). Ruminatsiooniperioodide vahelised pausid pole reeglipärased. Ööpäevane mäletsemisperioodide arv sõltub sööda iseloomust ja hulgast; heina ja põhu söömisel korduvad nad enamasti 6—8 korda, mille jooksul u. 50—60 kg vatsasisaldisest rumineeritakse. Seejuures jagunevad ruminatsiooniperioodid öö-päeva kestel enam-vähem ühtlaselt ja tarvitavad kogusummas u. 7—8 tundi (joon. 17). Enamasti loomad mäletsesed lamavad; käimise või koguni töö korral sisteerub see.

Nagu tähendatud, ei valmista kolm, kutaanse limaskestaga kaetud eesmagu (võrkmik, vats ja kiidekas) mingisugust seedemahla. Ning et ka söödaga siia sattunud sülg ei sisalda arvestataval määral

ensüüme, siis on eesmagudes keemiline seede võimaldatud vaid söödas eneses leiduvate fermentide ja mikroorganismide kaudu. Ja tõepoolest, rikkalik gaaside produktsioon, mis avaldub alatises rõhitamises, näitab, et eesmaod pole mitte ainult sööda matsratsioonipaikadeks, vaid et neis toimub samal ajal ka sööda keemiline muutumine.

Vatsagaasid koosnevad peamiselt CO₂ ja metaanist (kokku üle 90%). Vähesel hulgal leiduvad nende kõrval veel N, H ja O₂. Söehappegaasi ja CH₄ (metaani) mahuline vahekord on tavalise sööda korral 2—2,5:1. Kõneldavad gaasid tekivad peamiselt tselluloosi käärides. Bakterse ensüümi tsellulaasi toimet peamiselt tselluloosist koosnevad taimsete rakkude seinad õhenevad, mulgustuvad ja lõpuks sulavad hoopis, võimaldades seega teiste seedemahlade ligipääsu rakkude väärtuslikule sisaldisele. Tselluloosi käärimist pole võimalik intensiivistada sööda koostise muutmisega, küll võib aga viimasega tselluloosi lõhustumist tõkestada. Viimast märgatakse koresöödale hulgaliselt tärklisrikast sööta (kartulid, peedid) lisandades. Sel puhul eelistavad käärimisbakterid kergemalt lõhustatavaid aineid (tärklist või suhkrut), jättes tselluloosirikka sööda vähem mõjustatuks, mille tagajärjel seedemahlad viimastele vaid puudulikult ligi pääsevad. Sellist tselluloosi seedimist tõkestavat toimet nimetatakse seede depressiooniks.

Käärimisel läheb tselluloosi enda energiast loomale kaotsi umbes 10%. Ülejäänud osa aga leiab käärimisel tekkinud ja sooles resorbeerivate rasvahapete (peamiselt või- ja äädikhape) näol loomaorganismis jõu- ja soojusallikana kui ka rasva tekitajana kasutamist. Arvatavasti tekib tselluloosi käärimisel vatsas ka glükoos. Tselluloosi käärimiseks on vajalik nõrkalkaalne või neutraalne reaktsioon, mille alalhoidmist võimaldab maku valguv alkaalne sülg. Peale looma surma muutub vatsasisaldise reaktsioon happeliseks. Tselluloosi käärimine lõpeb libediku happelises keskuses.

Bakterite kõrval leidub ruminantide eesmagudes alatiste „elanikudena“ hulgaliselt infusore. Vatsasisaldise 1 cm³-s ulatub nende arv tavalise sööda puhul 1 miljonini. Nende kasulikkust nähti varemini mittevalguliste N-ühendite (kusinik, aspargiin jt.) muutmises infusooride valguks, mille kaudu esimesed pidid ka peremeesloomale kasustatavaks muutuma. Hilisemad katsed aga näitavad, et infusoorid selles osas pole võimelisemad kõrgematest loomadest ja et nad oma peremehele kasulikuks osutuvad vaid raskelt seeditava taimse valgu ümbermuutmisega kergemalt seeditavaks infusooride (animaalseks) valguks.

Valkude ja rasvade seede ruminantide eesmagudes arvestataval määral ei toimu. Vatsasisaldise 1 kg-s leiti koaguleerumata (seeditud) valku vaid 1 g. Võrkemiku kemism sarnaneb vatsa omaga, kuid kiidekasisaldise vähenene veeprotsent (50—65%) ei võimalda üldse nimetamisväärseid keemilisi söödamuutusi. Nagu vatsa, nii ka teiste eesmagude sisaldis omab nõrkalkaalset või neutraalset reaktsiooni.

Seede peensooles.

Maost duodenumisse jõudnud küümus (söötkört) allub siin pankrease ja soolemahla kui ka sapi seedivale toimele.

Opalestseeruv, vähe valku ja lima sisaldav, alkaalse reaktsiooniga PANKREASE SEKREET sisaldab ensüümidest trüpsiini, amülopsiini (amülaasi) ja steapsiini.

Trüpsiin e. pankrease proteaas esineb näärmerakkudes ja puhtas nõres proensüüm trüpsinogeenina; soolde jõudes aktiveerub ta peensooles valmistava enterokinaasi toimel. Trüpsiin lõhustab niihästi natiivseid valke kui ka nende maoseede produkte (albumoose, peptoone) resorbeeritavateks amiinohapeteks. Optimaalselt toimib ta nõrkalkaalses keskses. Elastiin ja keratiin trüpsiini toimel ei seedu.

Pankrease amülaase amülopsiin sarnaneb mitmeti ptüaliiniga, hüdrolüüsides tärklis dekstriinide kaudu maltoosiks. Vähesel määral leidub siin ka maltaasi.

Pankrease lipaase steapsiin lõhustab rasvad neutraalses, nõrkalkaalses või nõrkhappelises keskses glütseriiniks ja rasvahapeteks. Sapi soolade mõjul intensiivistub tema toime. Rasvad seeduvad hästi vaid peenelt emulgeerituna; nende peen emulsioon tekib (osaliselt juba maos, eriti aga sooles eneses) sapisoolade juuresolekul ja sooleliigutuste tagajärjel. Samuti säilivad sapisoolade mõjul tavaliselt vees lahustumata rasvahapped lahustatuina ja resorptsioonivõimelistena.

Öö-päeva jooksul eritab pankreas hobusel u. 7 ja veisel u. 6 liitrit nõret. Näärme stimulatsioon toimub niihästi neuraalsel kui ka humoraalsel teel. Nagu mao sekretsioongi, algab ta juba söödavõtul ja ka siis, kui neelata söödapala läbilõigatud neelu kaudu uuesti välja juhitakse. Seega on söömisajal mälumisliigutused pankrease stimulatsiooni põhjustajateks. Sellise (vagus-närvi kaudse) erutuse teel eritub sekreeti vähe, kuid see on ensüümide- ja valgurikas. Maoküümuse jõudmisel soolde suureneb kõhunäärme sekretsioon, kuid see on vaesem ensüümidest ja valgust, seevastu aga sisaldab ta rikkalikult naatrium-bikarbonaati. Sekretsiooni hilisem faas toimub humoraalse (verekaudse) erutuse mõjul. Stimuleerivaks agensiks on peensoole seinas leiduv hormonaalsete omadustega termostabiilne substants, sekretiin, mis maost pärineva soolhappe mõjul aktiveerub ja verrega pankreasesse kandub. Kassil ja koeral leidub ta vaid duodenumis, kitsel aga ka ileumis.

Lieberkühn'i ja duodenaal- e. Brunner'i näärmetest pärinev SOOLENÕRE (*succus entericus*) on hägune, kollakas, nõrkalkaalne, niitjas vedelik, mis ensüümidest sisaldab peptoone ja peptiide (natiivsetest valkudest vaid kaseiini, protamiini ja histoone) amiinohapeteks lõhustavat erepsiini, disahhariide monosahhariidideks muutvat maltaasi (hüdrolüüsib maltoosi glükoosiks), invertaasi e. sahharraasi (lõhustab roosuhkru glükoosiks ja fruk-

toosiks) ja l a k t a a s i (hüdrolüüsib laktoosi glükoosiks ja galaktoosiks; viimane võib puududa täiskasvanud loomadel, kes piima söödana ei tarvita), tärklis vähesel määral suhkrustavat a m ü l a a s i, rasvu rasvahapeteks ja glütseriiniks hüdrolüüsivat l i p a a s i ning peptilise ja trüptilise seede juures nukleoproteiididest vabanenud nukleinihapet resorbeeritavateks ühenditeks (fosforhape, püramidiin-nukleosiid ja puriin-nukleosiid) muutvaid n u k l e i n a a s i ja n u k l e o t i d a a s i. Et limaskesta ekstraktide seedetoime on soolenõre omast energilisem, siis arvatakse, et loendatud ensüümid töötavad peamiselt rakusiseselt (endoensüümid), mõjustades toiteaineid just nende resorptsiooni puhul. Soolenõre ööpäevane arvatav hulk on suurtel koduloomadel mitu liitrit, inimesel u. 150—300 cm³.

Soolenõre ühes temas leiduvate ensüümidega pärineb peamiselt p r o p r i a - e. Lieberkühni näärmetest (esinevad soole päriskestas — *lamina propria* — püloorusest pärakuni; joon. 11 ja tahvel I). Kaksteistsõrmiku (*duodenum*) piirkonnas asetsevate mukoosete (hobusel segatüübiliste) s u b m u k o o s a - e. Brunneri näärmete mutsiinirikas nõre omab amülolüütilist ja kitsel ning koeral nõrka proteolüütilist toimet.

Välja arvatud lühiajaline, 1½—2 tunni tagant korduv näljasekretsioon, sisteerub soolenõre eritumine tühjas sooles (inimesel ja karnivooridel). Koduherbivooridel ja seal eritub soolenõre pidevalt. Sekretsiooni tingivate stiimulustena toimivad mehaanilised ja keemilised tegurid (maost soolde jõudnud soolhape, seedeproduktid ja arvatavasti ka sekretiin). Sekretoorsete närvikiudude esinemine on sooles küsitav.

Maksast pärinev SAPP, mida öö-päeva jooksul eritub looma eluskaalu 1 kg kohta lambal 25,4 g, koeral 19,9 g ja kassil 14,5 g, on värskena transparentne, niitjas (hobusel veetaoline), kuldpunaka (karnivooridel), punakaspruuni (seal) või kollakasroheline (herbivooridel) värvusega, (sapisoolade tõttu) kibedamaitseline, nõrkalkaalne (pöiesapina neutraalne või nõrkhappeline) vedelik, mis spetsiifiliste ainetena sisaldab sapivärvaineid, sapihappeid ja kolesteriini. Niitjat konsistentsi põhjustav mutsiin (lima) pärineb sapipöie või sapijuhade näärmetest. Maksast erituv sapp on veerohke (kuivollust u. 3%); sapipöies seistes kontsentreerub ta, mille tõttu sapi kuivolluse protsent siin kuni 18-ni tõuseb. Ligi 70% kuivollusest moodustub sapi-sooladest (naatriumi glüko- ja taurokolaat), u. 20% sapivärvainetest ja limast ning ülejäänud osa rasvast, letsitiinist, kolesteriinist ja anorgaanilistest sooladest.

Sapivärvaineteks on bilirubiin (oranžkollane) ja selle oksüdatsiooniprodukt biliverdiin (roheline). Nad tekivad lagununud punalibledest (erütrotsüütidest) vabanenud hemoglobiinist lüüdis, põrnas ja suurel määral ka maksas eneses. Sapiga soolde jõudes muutuvad nad viimase mikrofloora mõjul urobilinogeeniks ja urobiliiniks (sterkobiliiniks) ning elimineeruvad selliseina kui organismile kasutud ainevahetuse produktid roojas. Vähene, verre tagasi resorbeerunud osa urobiliinist kõrvaldub kehast neerude kaudu.

Sapi sooleseedet ja resorptsiooni abistav toime baseerub peamiselt tema glükokoll- ja taurokollhappel resp. nende naatriumisooladel. Lindudel, karnivooridel ja lambal prevaleerub nimetatuid taurokollhappe, seal aga glükokollhappe, kuna veisel kumagi ülekaal vahelduvalt muutub. Mõlemad nad moodustuvad tundmata päritoluga kollhappe ($C_{24}H_{40}O_5$), ühinedes glütseriini e. glükokolliga (lihtsaim amiinhape) või eelnevaga koostiselt sarnaneva, S-sisaldava (amiinhappest tsüstiinist tekkiva) tauriiniga. Sapihapped esinevad sapis osaliselt vabalt, suuremal määral aga naatriumisooladena (naatriumi glüko- ja taurokolaat). Mainitud soolade toimel sapp aktiveerib pankrease lipaasi, soodustab rasva emulgeerumist ja võimaldab rasvahapete lahustumist vees. Viimane asjaolu on vajalik rasvahapete resorptsiooniks. Sapi mutsiin (lima) ühes küümuses leiduvate valkudega hoiab rasva emulsiooni püsivana.

Kolesteriini päritolu ja ta ülesanne sapis on tundmatu. Arvatavasti eritub ta sapiga kui (organismile kasustamata) ainevahetuse lõpp-produkt. Soole mikrofloora mõjul muutub ta roojaga elimineeruvaks koprosteriiniks. Kolesteriin hoidub lahustatuna vaid sapisoolade toimel; viimaste vähesuse puhul sadestub ta, põhjustades sapikivide teket.

Sapp eritub pidevalt, kuid seedefaasidele vastavalt erineval hulgal. Sekretsiooni põhjustajateks ja alalhoidjateks on soolest tagasi resorbeerunud (ja portaalveeni kaudu maksa kandunud) sapisoolad ühes teiste imendunud seedeproduktidega ja sekretiin. Samuti kasvab sapi eritus maksa läbiva vere rõhu tõustes. Sekretoorsed närvid maksas arvatavasti puuduvad. Sapi valgumine soolde toimub sapipõit mitteomavatel loomadel (hobusel, eeslil, põdral, hirvel, elevandil jt.) pidevalt, teistel aga jaoti. Nii ühel kui teisel puhul korraldab sapi voolu kaksteistsõrmikusse sapiühisjuha (*ductus choledochus*) duodenaalava ümbritsev, tooniliselt kontraheerunud Oddi sfinkter, ning sapipõit omavatel loomadel ka sapipõie elastse ja muskulaarse seina kontraktsioonid. Sapipõie kontraktsiooni tingiva tegurina on kirjeldatud peensoole mukoosast pärinevat hormonaalset ainet koletsüstokiniini.

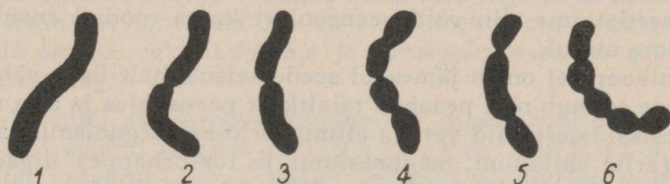
Peale mainitud toimete tingib sapp soole peristaltika kiirenemist ja tõkestab kaudselt roiskumisprotsesse sooles. Viimane asjaolu ei baseeru mitte seevõrra sapi antiseptilistel omadustel, kui sellel, et sapi vähesuse või puudumise korral suurel määral seedumata ja resorbeerumata rasv teisi toiteaineid (küümuses) kattes ka nende hüdrolüüsi ja resorptsiooni tõkestab ning jämesooles valkainete roiskumist soodustab.

PEENSOOLE KÜÜMUSE reaktsioon on koeral peaaegu kogu ulatuses nõrkhappeline; ka sigadel, vasikatel ja lammastel esineb peensooles happeline reaktsioon nõrkaluselisest sagedamini. Hobusel ja veisel seevastu piirdub happeline reaktsioon enamasti peensoole algusosaga; jejunumi ja ileumi sisaldis on tavaliselt nõrkalkaalne või neutraalne.

Peensoole veerikas kuumus on ruminantidel hele- kuni tumerohe- line, hobusel pruunikas või nagu sealgi kollakas ning teda on hobu- sel 3—12 (enamasti 5—8) l ja seal vaid 200—500 g. Vett sisaldab peen- soole sisaldis hobusel 96—99% ja seal 80—85%. Valgu, rasva ja karbo- hüdraatide seedeproduktide hulk väheneb siin resorptsiooni tõttu pidevalt jämesoole suunas.

Nagu nähtub eelnevast, on peensoole seede pea- miselt keemiline. Bakteriaalne lõhustus esineb ulatuslikumalt vaid herbivooride (hobuse ja mäletsejate) peensooles karbohüdraatide käärimise näol; lõhustuse lõpuproduktina tekib sel puhul piima- hape. Nagu glükooski, suudab piimahape resorbeeritult täita orga- nismis nii energia tarbeid kui ka rasvana deponeeruda. Teistest kodu- imetajatest erinevalt abistab karbohüdraatide seedet sea sooles ka sülje diastaas (ptüaliin), mis magu läbides ei hävi täielikult.

PEENSOOLE LIIGUTUSED. Soole, nagu maogi liigutused on autonoomsed e. iseseisvad, sest nad jätkuvad isegi organismist



Joon. 18. Peensoole suksessiivsete segmentatsioonide skiagrammid (Hertz'i järgi).

kõrvaldatud sooletükikeses mõnda aega. Närvide kaudu (peensooles *n. vagus* ja *n. splanchnicus*) soolde kantavad ärritused võivad neid vaid kiirendada ja intensiivistada (*n. vagus*) või jälle pidurdada (*n. splanchnicus*), ei tingi aga nende teket ja reeglipärasust.

Peensoole liigutused, millede ülesandeks söötkõrvi segamine seedemahladega ja kuumuse edasijuhtimine rektaalselt, on koduime- tajatest lähemalt uuritud vaid karnivooridel; siin esinevad nad rütmiliste segmentatsioonide, pendelliigutuste ja peristaltiliste tõugete näol.

Peensoole mitmes osas üheaegaliselt toimuvate rütmiliste segmentatsioonide puhul, mis minutis korduvad kassil 28—30 ja koeral 18—22 korda, tekivad vaadeldavas soolekäärus tugevad ringkontraktsioonid, mille tagajärjel kuumus samal kohal mitmeks osaks jagatakse. Järgneval momendil ilmuvad uued rõngaskontrakt- sioonid varemate segmentide keskele ning endiste kontraktsioonide kadudes ühineb kuumus samal kohal uuesti. Kolmandal faasil võivad teisena ilmunud kontraktsioonirõngad asendada esimestega, jne. (joon. 18). Sellised vahelduvad kontraktsioonid korduvad ühel kohal mõnikord üle poole tunni, ilma et nad seejuures edasi kannak- sid soolesisaldist. Rütmiliste segmentatsioonidega sarnanevad toi- melt p e n d e l l i i g u t u s e d, millede tõttu söötkõrt soolekäärü ühest otsast teise ja vastupidi tõukub. Ka siin liigub soole sisaldis vaid

lokaalselt, mitte edasi kandudes. Viimast toimetavad peristaltilised tõuked (liigutused), rektaalses suunas edasiliikuvad sooleseina kontraktsioonid, mis enese ees liikuma sunnivad mõnekümne sentimeetri pikkuse kuumuse tulba. Alata võivad nad soole igas osas ja nende arvatavaks põhjustajaks on soolesisese rõhu tõus antud kohas. Peristaltiliste tõugete kordumise aeg on väga kõikum. Tavaliste peristaltiliste tõugete kõrval esinevad mõnikord, eriti mõningate mao- või soolehaiguste puhul, oraalset suunatud antiperistaltilised liigutused.

Sooleliigutuste intensiivsus on konstateeritav neid saatva kahina tõttu kuulatlemise teel kõhuseina kaudu.

Seede jämesooles.

Jämesoole proprias asetsevate (Lieberkühn'i) näärmete alkaalse reaktsiooniga, mineraalooladerikas limane sekreet on ensüümidevaba (karnivooridel), või sisaldab neid ebaolulisel määral. Seepärast võimaldub seedetoime siin vaid peensoolest kaasa toodud ensüümide ja mikrofloora mõjul.

Karnivooridel omab jämesool seede seisukohalt üsna vähest tähtsust: seede toimub neil peaaegu täielikult peensooles ja siin resorbeerub soolesisaldisest vaid vett ja elimineeritakse organismist mineraaloolade (eriti kaltsiumi, magneesiumi ja fosforhappe) liigset hulka. Küll aga toimub siin intensiivne, valkusid ja nende lõhustusprodukte haarav roiskumine, mille järeltulekul tekivad enamikus mürgised ja haisevad (indool, skatool, fenool, väävelvesinik, lenduvad rasvahapped) ning väiksemal määral valguseedele omased produktid. Rooja hais on tingitud peamiselt indoolist, skatoolist ja väävelvesinikust. Nende ja teiste kui mürgiste produktide sattumist organismi pidurdab jämesoole sein või mürgitustuvad nad portaalveeni kaudu maksa pääsedes viimases. Nii amiinohappest trüptofaanist tekkiv indool kaotab oma mürgisuse maksas ja elimineerub indikaanina uriinis. Viimase hulk kuses on sooles toimuvate roiskumisprotsesside ulatuse ligikaudseks määrajaks.

Herbivooridel seevastu ei lõpe seede ja resorptsioon mitte peensooles, vaid mõlemad jätkuvad suurel määral veel jämesooles. Eriti suurt tähtsust omab jämesoole seede lihtmaolistel herbivooridel (hobusel), sest see on neil ainukeseks tselluloosi seedimise kohaks. Järgnevalt esitame mõningaid andmeid hobuse ja sea jämesoole seedest Mangoldi käsiraamatu alusel.

Hobuse jämesoole alaosadest sisaldab:

umbsool (*caecum*) 5—18 (enamasti 8—10) liitrit,
 käärsool (*colon*) 7—44 (enamasti 16—25) liitrit
 ja pärasool (*rectum*) $\frac{3}{4}$ —10 (enamasti 4—6) liitrit

fekaalselt haisevat massi, mille veesisaldus on:

umbsooles 90—95,4%,
 käärsooles 83—93,0%,
 pärasooles u. 85,0%
 ja roojas (*faeces*) u. 77,0%.

Soolesisaldise reaktsioon on umbsooles ja käärsoole proksimaalses osas alkaalne, kuid käärsoole distaalses osas ja pärasooles happeline. Märkatav seedetoime esineb umbsooles ja käärsoole alguspooles. Vähenes veesisaldus ja happeline reaktsioon kooloni lõpposas ning rektumis pidurdavad tselluloosi käärimist ja teisi seedeprotsesse.

Umbsoole enese nõrel on hobusel vaid nõrk amüلولüütiline toime, mille tõttu siinse seede kandjateks on peamiselt peensoolest pärinevad ensüümid ja kohapealne mikrofloora. Umbsoole (söödamassist välja pigistatud või hõreda filtri kaudu eraldatud) vedelik mõjub alati diastaatilisel, sageli ka proteolüütilisel; rasva ta aga tavaliselt ei suuda lõhustada. Peen- ja umbsoole sisaldise analüüsides selgub, et viimases valgust kuni 39% ja karbohüdraatidest kuni 24% rohkem seedituna leidub kui peensooles resp. ileumis. Eriti ulatuslik on siin tselluloosi käärimine, mille järeldusel tekivad orgaanilised happed ning orgaanile kasustamata gaasid (CO_2 , CH_4 , H_2). Siin ja käärsoole proksimaalses osas toimuva lõhustuse tagajärjel seedub hobuse söödas leiduvast toorkiust 30—50%. Jämekooloni seede sarnaneb umbsoole omaga. Peenkoolonis ja pärasooles asendub seede roiskumisprotsessidega.

Seedekanali alajaotuste osatähtsust digestioonitoimes illustreerib teataval määral järgnev (Ellenberger'i ja Hofmeister'i uurimistel baseeruv) tabel, milles esitatud seedumata toiteainete % kolme katsehobuse (I, II, III) soolestikus:

	Seedumata valgu % % hulk			Seedumata karbo- hüdraatide % % hulk		
	I	II	III	I	II	III
Maos	34,0	25,0	51,0	63,0	59,6	76,0
Peensooles	24,0	23,0	52,0	59,3	38,0	47,0
Umbsooles	16,4	12,2	13,0	25,7	22,6	24,0
Käärsooles	15,6	11,8	13,0	24,4	22,0	30,0
Pärasooles ja roojas .	15,6	7,3	7,8	22,7	24,0	24,6

Sea ebameeldivalt lõhnava ja muutuva värvusega umbsoole sisaldises on 85—90% vett. Distaalses suunas (käär- ja pärasooles) alaneb veesisaldus pidevalt. Umbsoole ja käärsoole algusosa sisu omab alkaalset (tärglisrikka sööda puhul mõnikord happelist) ja jämesoole distaalne osa neutraalset või happelist reaktsiooni. Jämesoole seedetoime pärineb peensoole ensüümidest ja kohapealsest mikrofloorast (bakterid ja infusoorid); seega on sea jämesool peamiselt nn. järeelseede kohaks. Peale valgu ja karbohüdraatide lõhustuse toimub sea jämesooles ka tselluloosi käärimine, mille ulatus on tingitud mitmetest asjaoludest. Infusoorid näivad omavat siin samasugust osatähtsust, nagu ruminantide eesmagudes. Seede ulatust maos, peen- ning jämesooles näitavad järgnevad, kolmelt sealt pärinevad keskmised.

	Seedumata	
	valgu % % hulk	N-vabade ai- nete % % hulk
Maos	35,0	42,3
Peensooles	23,6	25,3
Umbsooles	15,6	22,7

Jämesooles eristatakse peristaltilisi ja antiperistaltilisi liigutusi ning sopiste (*haustra*) kontraktsioone (siga, hobune). Viimased omavad sarnasust peensoole pendel-liigutustega. Umbsooles liigutused on vähe tuntud.

Sööda seedekanalil läbimise aeg varieerub ühenduses sööda hulga ja iseloomuga. Hobusel kulub üldiselt 3—4 päeva esmaste katsesööda osade elimineerumiseni roojaga. Oletatavasti püsib sööt hobuse mao-soolekanalis 90—100 tundi. Sellest ajast langevad maole 6—12 t., peensoolele umbes sama aeg; umbsooles ja ventraalses koolonis püsib seeditav sööt kummaski umbes 24 tundi ja alles edasise 24 t. või pikema aja pärast lahkub seedumata või resorbeerumata sööt rooja komponendina loomakehast.

Seal lahkuvad roojaga esimesed sööda osad u. 18—24 tundi peale söödavõttu ning järgmise 12 tunni pärast, s. o. u. 36 tundi peale söödavõttu on jääkide eliminatsioon üldiselt lõppenud. Sööda raskemalt seeditavad osad võivad aga käärsoole (*colon*) sopistes viibida kuni 8 päeva. Kuigi seal sööt peensoole jõuab juba u. 3 tunni pärast peale söödavõttu, püsib vähemalt osa söödast maos järgneva söömisajani. Peensoole läbimiseks vajab söötkõrde osa seal umbes 3 tundi, nii et suurem osa ajast kulub sellel loomal jämesooles viibimiseks. Ruminantidel toimub sööda passaaž umbes 80 tunni jooksul; enamiku nimetatud ajast viibib sööt vatsas.

Roe (*faeces, excrementum*).

Pärasooles leiduv ja päraku kaudu elimineeritav soolesisaldis on üsna mitmekesise ja varieeruva koostisega. Normaalse rooja koostisosad pärinevad (Mangoldi järgi):

I. Söödast, ja nimelt:

- 1) sööda üldse seedumata komponentidest: keratiin (karvad, suled), toorkiud (karnivooridel) jt.;
- 2) sööda seedumata jäänud komponentidest: raskelt seeditavad toorkiud, tselluloos, luu, kõhr, nahk, kõõlused või isegi kergelt seeditav taimsete rakkude sisaldis, tärklis, rasv, valk jt.;
- 3) sööda seeditud, kuid resorbeerimata derivaatidest: rasvahapped, seedid, lipiidid, amiinohapped;
- 4) mineraalainetest ja veest.

II. Soolest:

- 1) ensüümid (trüpsiin, lipaas);
- 2) sapi osised (normaalse toitumuse ja tervise puhul puuduvad hobuse ja veise roojas sapi värvained ja sapihapped);

3) lima ja epiteelrakud (50 g-s hobuse roojas leidub mutsiini u. 2—3 cm³).

III. Soole mikrofloorast ja nende tegevusest resulteerunud roiskumisproduktidest:

- 1) bakterite kehad (moodustavad veisel rooja kuivollusest 14,73—18,75%);
- 2) valgu ja teiste orgaaniliste ainete roiskumisproduktid: indool, skatool, fenool, väävelvesinik, piima-, või- ja äädikhape, CH₄, CO₂, NH₃, jt.

Rooja kuivollus moodustub peamiselt orgaanilisest ollusest ja mineraalaineid leidub selles vaid 1,5—4%. Vett sisaldab hobuse roe 72—79%, veise oma 78—89%, lamba roe 56—75% ja sea roe 65—82%.

Rooja ligikaudset vee, orgaanilise olluse ja mineraalainete protsentuaalset vahekorda näitavad järgnevad arvud:

	Hobune	Veis	Lammas	Siga
Vett	76	84	58	80
Orgaanilist ollust . .	21	13,6	36	17
Mineraalaineid . . .	3	2,4	6	3

Koduherbivooride ja sea roe esineb seede ja resorptsiooni kaudu toiteainetest vabanenud (või nende poolest vaesunud) sööda jäägina. Ainult karnivooridel (koer, kass) võivad sööda jäänused roojas peaaegu hoopis puududa. Rooja valkude roiskumisproduktidest pärinev hais on lihasööda tarvitamise korral (karnivooridel) palju intensiivsem kui taimsööda (herbivooridel) puhul.

Koduimetajate ööpäevast roojahulka näitavad järgnevad arvud:

Loom	Rooja kaal kg-des	Rooja kaalu % vastuvõetud sööda ja joogi hulgast	Autor
Hobune	5—19,75	30,55—59,42	} Gründler, 1911
Veis	16,49—26,85	30,51—66,14	
Lammas	0,85—1,23	31,30—40,95	
Siga	0,5—3		Ellenberger, 1890

Rooja hulga kõikumist tingib sööda ja joogivee hulk kui ka sööda iseloom. Võrreldes tarvitatud söödahulgaga on rooja kõige vähem karnivooridel.

Veise ja sea pudruja konsistentsiga roe on vormitu; lambal ja hobusel koosneb ta üksteisega lõdvalt seostunud pallidest (*skybala*) ning koeral tavaliselt ovaalsetest segmentidest. Herbivooride roe on enamasti pruunjas- või tumeroheline.

Rooja alatist eraldumist tõkestavad tooniliselt kontraheerunud pärakusulgurid (*m. sphincter ani ext.* ja *m. sph. ani int.*). Nimetatud lihased lõtvuvad roojamise e. defekatsiooni korral. Viie-

mast põhjustab pärasoole täitumus. Rooja suurema konsistentsuse puhul abistavad defekatsioonil pärasoole lihaskesta kõhulihased. Roojamine toimub reflektorselt, kuid loom võib teda ka tahteliselt mõjustada. Öö-päeva kestel roojavad hobused 5—10 korda, veised 10—24 korda; karnivoorid aga tunduvalt harvemini (koerad lihasööda korral 1—2 korda päevas).

Vastsündinu rohekas-must, peamiselt tihenenud sapist ja deskva-meerunud soole epiteelrakkudest koosnev roe kannab mekooniumi nimetust.

Seedest lindudel.

Nagu tähendatud eespool, orienteeruvad linnud. SÖÖDAVÕTUL peaaegu ainult nägemisega, mitte aga haistmise ja maitsemismeele abil. Pimedas ruumis viibiv kana nälgib ka siis, kui teda ümbritseb rikkalik toit (näit. terad). Kanala valgustamisega talvel võib pikendada lindude söömisaega ja seega nende munade produktsiooni tõsta.

SUUSEEDEST võib lindudel vaevalt kõnelda, sest vähemalt kodulindudel ei toimu siin sööda mehaanilist peenendamist, veel vähem selle keemilist muutmist. Pealegi järgneb neelamine sööda-võtule vahenditult. Lindude vähearenenud süljenäärmetest pärinev sülg on ensüümidevaba; temas leiduv lima libestab neelatavat toitu.

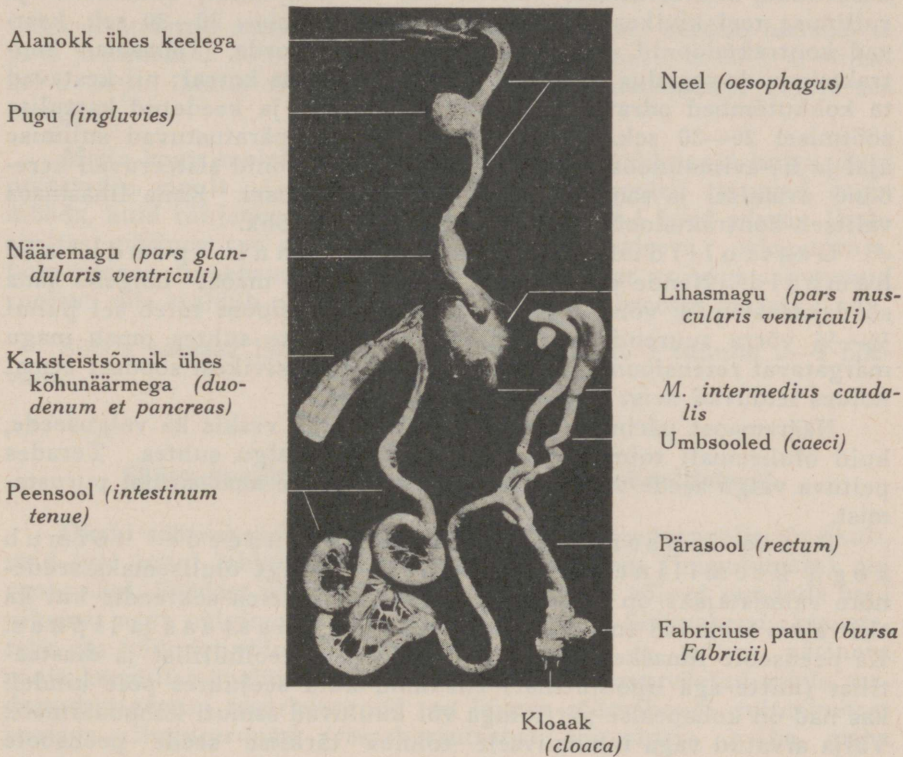
PUGU on linnul mao täitumise regulaatoriks; ta ülesandeks on lihasmaole alati vajadust mööda uut materjali purustamiseks edasi saata. Selles osas valitseb kummagi vahel tihe funktsionaalne seos ja nimelt: mida kõvem sööt, seda aeglasemalt läbib ta pugu ja seda kiiremad on sööta peenendava lihasmao kontraktsioonid, ning vastupidi. Sööda peatus pugus oleneb esimese hulgast. Nii 5 g terasööta (nisu, oder, kaer) lahkub kana pugust 1½—2 tunni järel, 60 g sama terasööta aga alles 14—19 tunni pärast. Pehme ja veerikka sööda korral tühjeneb pugu veidi kiiremini. Pugu operatiivse kõrvaldamise puhul suudavad kanad korraga vaid väiksemat söödahulka vastu võtta; ühtlasi väheneb nende terasööda kasutamise võime. Viimane asjaolu tõendab tema otsest osavõttu seedetoimest.

Pugu vähestest näärmetest produtseeritud mutsiinirikas sekreet on, nagu sülgki, ensüümidevaba. Pugu sisaldises ja seinas vähesel määral leiduv proteolüütiline ja diastaatiline ensüüm pole kumbki kohapealse päritoluga, vaid nad pärinevad kas söödast enesest või (proteaas) ka nääremaost. Üldiselt on pugu keemiline seede väheoluline ja sööda ettevalmistus edasiseks seedeks toimub siin peamiselt ta matsratsiooni (punnutamise ja pehmdamise) teel. Karbohidraatide bakterse lõhustuse teel tekkinud piimahape tingib pugu sisaldise happelise reaktsiooni. Pugu limaskest ise hapet ei valmista.

Kana pugu mahutab 75—120 g (keskmiselt 100 g) terasööta.

Pugu liigutused hoolitsevad vaid sööda edasijuhtimise eest maku; sööta nad siin ei sega. Neelatud vesi läbib pugu tavalis-

selt selles peatumata. Pugu motoorne toime seisab tema pauseti esinevates kontraktsioonides (kanal korduvad kontraktsiooni lained 3—12 korda tunnis). B-vitamiinivaba sööda puhul nõrgestuvad ja korrapäratustuvad kana pugu kontraktsioonid, mille järelduusel sööt siin stagneerub (puguummistus) ja roiskudes looma mürgistab. Selline avitaminoosne atoonia kaob 1—2 päeva jooksul söödale pärmi lisamisel ¹.



Joon. 19. Kana seedekanaal. Foto.

Kuigi sööt NÄÄREMAGU läbib peatumatult, võimaldub keemiline seede esmaselt vaid selle nõres leiduvate ensüümide tõttu. Nääremao nõre, mis oma seedivat toimet avaldab vaid järgnevas maos, sisaldab soolhapet, pepsini ja laabiensüümi. Lipolüütilist ja diastaatilist toimet ta aga ei oma. Lisaks nimetatutele produt-

¹ Öeldust ei järgne, nagu oleksid kanadel kaunis sageli esinevad puguummistused eranditult avitaminoosi järelduuseks, sest seda võib tingida ka mittevastav või koguni mürgine sööt. Samuti pole igasugune puguummistus kureeritav pärmiga, vaid üsna tihti on kääriv või roiskuv ja seedumata pugusisaldis kõrvaldatav vaid operatiivselt.

seerib ta pinnaepiteel ka lima. Nääremao kontraktsioonid toimuvad ühtlase rütmiga lihasmao kokkutõmmetega, käies viimaste eel.

LIHASMAO (veski) näärmed valmistavad vaid limaskesta sise-pinda katva, tarduva sarvja massi, hõõrila (*radula*), kuid mitte seedenõret. Lihasmao peamine toime avaldub sööda mehaanilises purustamises siin leiduvate kivikeste (gastrolitide) abil. Iga kontraktsiooni alguses lükatakse sööt vahelihastest (*mm. intermedii*) mao keskruumi, lateraallihaste vahele, kus ta muljumise, hõõrumise ja rullimise teel kivikeste abil purustatakse. Umbes 20—30 sek. kestvad kontraktsioonid toimuvad minutis 2—3 korda. Lihasmao kontraktsioonide sagedus kasvab üldiselt kõva sööda korral; nii kestavad ta kokkutõmbed odraterade puhul 15—18 sek. ja keedetud kartulite söötmisel 26—30 sek. Kontraktsioonid korrapärastuvad sulimise ajal ja B₁-avitamiinide puhul. Mao kontraktsioonid siseeruvad kereõõne avamisel ja samuti linnu narkotiseerimisel. Kana lihasmaos valitseb kontraktsiooni ajal 100—150 mm Hg rõhk.

Gastroliidid asendavad linnul puuduvaid hambaid. Nende operatiivsel kõrvaldamisel maost langeb kana söödakasutamise võime: tema elatussööda ratsiooni tuleb sel puhul $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ võrra suurendada (terasööt). Kivikeste suhtes omab magu märgatavat retensioonivõimet: isegi aasta läbi kivikesi söödast eemal hoides leiduvad neist mõned ikka veel maos.

Nääremaost pärineva pepsiini mõjul algab veskis ka valguseede, kuid olulisemalt toimub see vaid loomalise valgu suhtes. Terades peituva valgu seede võib alata alles peale nende mehaanilist purustamist.

Peale lihasmaos alanud valguseede toimub kogu keemiline **SEEDE SOOLES**. Kõige olulisemaks seedenõre valmistajaks on lindudel pankreas. Nii tema sekreedis kui ka ekstraktis leiduvad ensüümidest trüpsiin, diastaaas ja lipaas. Ka peensoole limaskesta ekstrakt sisaldab proteolüütilist ja diastaaatilist (mitte aga lipolüütilist) ensüümi, kuid seejuures pole kindel, kas nad on kohapealse päritoluga või kuuluvad samuti kõhunäärmele. Välja arvatud väga intensiivselt toimuv tähtlase seede peensoole algusosas, sarnaneb siinne digestioon üldiselt imetajate (mammalide) peensoole seedega. Puuduva laktaasi toimet asendab piimasuhkru bakteeerne lõhustus. Soole motoorne funktsioon avaldub peristaltiliste ja pendelliigutuste näol.

UMBSOOLTES toimub tselluloosi bakteeerne lõhustus, vähesel määral ka valgu seede ja vee resorptsioon. Üldiselt on aga kana toorkiu seedimisvõime, nagu nähtub järgnevatest (Hennig'i) andmetest, üsna väheldane.

Toorkiu päritolu	Toorkiu seedimis- koefitsient (kanal)
Nisuterad	5,10
Nisutangud	6,78
Odraterad	0,00

Toorkiu päritolu	Toorkiu seedimis- koefitsient (kanal)
Odratangud	0,24
Kaeraterad	9,25
Toored herned	7,05
Keedetud herned	0,00
Keedetud kartulikoored	9,20

Olgu lisandatud samas, et kaeraterade toorkiust seedub hobusel u. 21% ja lambal u. 30% ning heinte toorkiust esimesel u. 36% ja viimasel u. 56%. Muus osas võrdub kana söödakasustusvõime umbes sea omaga.

Mitte kogu soolesisaldis ei läbi umbsooli, vaid rooja hulga järgi otsustades ainult $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{16}$ osa sellest. Umbsooled täituvad aegamööda, kuid tühjenevad perioodiliselt, tavaliselt 1 kord päevas. Umbsooltest pärinev roe difereerub intensiivselt haiseva, pakspudruja, homogeense, tumepruuni massina linnu tavalisest uriiniga segunenud roojast, mis eraldub u. 10 korda sagedamini umbsoolte roojast.

Sööda passaaž läbi kana seedekanalit kestab 3 tunnist 3—5 päevani.

Söötvahendite kasutamismäär (seedekoefitsient).

Ükski söötvahend ei seedu ega resorbeeru seedekanalisis lõplikult, vaid igal juhul lahkub temast vähem või suurem (imendumata) osa rooja näol. Söödast pärinevad rooja koostisosad võivad puududa vaid pikemat aega nälgunud looma ekskrementides. Söötvahendi kasutatava osa leidmist võimaldab vastuvõetud sööda ja sellest pärineva rooja keemilise analüüsi tagajärgede võrdlus: vastuvõetud sööda seedunud, õigemini resorbeerunud osa leiame söötvahendi toiteainetest roojaga elimineerunud (resorbeerumata) toiteainete hulka maha arvates.

Õeldut selgitagu järgnev näide: härg, kellele päevas söödeti 9 kg 81,22% kuivollust sisaldavat niiduheina, eraldas 15-päevase katseperioodi kestel iga päev keskmiselt 18,008 kg 17,43% kuivollust sisaldavat rooja. Söötvahendi ja rooja kuivolluse protsentuaalne keemiline koostis osutus järgnevaks:

	Toorpro- teiin	N-vabu eks- traktaineid	Toorrasv	Toorkiud
Niiduheina kuivollus .	9,36	52,05	2,10	29,81
Rooja kuivollus . . .	10,89	46,28	2,75	29,01

Esitatud andmed võimaldavad leida söötvahendi ja rooja päevase kvantumi toiteainete absoluutset hulka kg-des, mis on järgmine:

	Toorproteiin	N-vabad ekstraktained	Toorrasv	Toorkiud
Niiduehin	0,684	3,801	0,153	2,177
Roe	0,342	1,453	0,086	0,911
Resorbeeritud	0,342	2,348	0,067	1,266
Resorbeerunud toiteainete hulk moodustab söötvahendi toiteainetest	50,0 %	61,8 %	43,8 %	58,2 %

Viimaseid arve nimetatakse seedekoefitsientideks; nad näitavad, mitu % vastuvõetud resp. söödetud toiteainetest on loomal kasustatavad. Näitena lisame esitatule mõnes tavalisemas söötvahendis leiduvate toiteainete keskmised seedekoefitsiendid (D j a k o vi järgi, 1933):

Söötvahend Loom	Orgaaniline oollus	Toorproteiin	Toorrasv	Toorkiud	N-vabad ekstraktained
K a e r					
Mäletsejad	70	76	80	28	76
Hobune	69	80	71	29	75
Siga	71	79	69	—	79
Kukk	65,6	82,2	84,5	0	72,6
O d e r					
Mäletsejad	86	70	89	50	92
Hobune	87	80	42	100	87
Siga	82	77	44	12	89
Kukk	76,7	83,1	45,8	7	81,3
R u k i s					
Mäletsejad	89	84	64	—	92
Hobune	—	—	—	—	—
Siga	89	82	35	—	93
Kana	79,2	63,0	28,5	—	85,6
K a r t u l					
Mäletsejad	83	51	—	—	90
Hobune	93	88	—	9	99
Siga	94	76	—	55	98
Kana	76,3	46,9	—	6,4	84,5
N i s u k l i i d					
Mäletsejad	69	79	71	26	71
Siga	67	75	72	33	66
Kana	55	64	56	—	61

Kõrgeid seedekoefitsiente omavaid söötvahendeid nimetatakse kergestiseeduvateks ja väikest seedekoefitsienti omavaid raskestiseeduvateks söötvahenditeks.

Üldiselt väheneb söötvahendite seeditavas (toiteainete seedekoefitsiendid) nende toorkiu sisalduse kasvades. Seedekoefitsiendides avaldub seedevõime erineb liigivaheliselt. Kõige tugevam seedevõime on koresööda puhul tulunduslikkudest koduimetajatest mäletsejail. Hobusel on mäletsejatega võrreldes rasva ja tselluloosi osas veidi nõrgem seedevõime; eriti avaldub see raskeltseeditava põhu puhul, mida hobune ruminantidest umbes kaks korda halvemini kasustab. Nagu nähtub järgnevatest andmetest, avaldub oluline diferents ka heina kasustamises:

Niiduheinas leiduvast

toorproteiinist	seedib hobune 57%, veis 57% ja lammas 57%
toorrasvast	seedib hobune 24%, veis 49% ja lammas 51%
N-vabadest ekstraktainetest	seedib hobune 55%, veis 62% ja lammas 62%
toorkiust	seedib hobune 36%, veis 58% ja lammas 56%

Õitsemise ajal koristatud punases ristikus leiduvast

toorproteiinist	seedib hobune 56%, veis 69%,
toorrasvast	seedib hobune 29%, veis 61%
N-vabadest ekstraktainetest	seedib hobune 63%, veis 72%
toorkiust	seedib hobune 37%, veis 50%

Üsna puudulikult kasustab koresööta siga, kuid terasööta ja õli-kooke suudab ta mäletsejatega ligikaudu võrdsel määral kasustada. Välja arvatud rasv, seisab kana seedevõime teiste toiteainete osas koduimetajate omast madalamal. Üksikasjalised andmed söötade keemilisest koostisest ja nende imendumäärast leiduvad loomade söötmist käsitlevates õpikutes.

Looma seedevõimet tõsta pole võimalik. Küll aga halveneb see vigase hammastiku (sage defekt hobustel!), liiga ahne söömise, sooleparasiitide ja seedekanali haiguste korral. Samuti vähendavad looma söödakasustamise võimet liigselt antud kergestiseeduvad karbohüdraadid. Selline, juba eespool mainitud seedepressioon on välditav seeduva toorproteiini ja seeduvate N-vabade ekstraktainete kindla hulgalise vahekorraga (valgusuhtega) söödas, mis ruminantidel on 1:8—10 ja seal 1:12. Ületavad seeduvad karbohüdraadid söödas leiduva seeduva toorproteiini hulga suuremal määral, kui nõutavas vahekorras tähendatud, siis lahkub neid resorbeerumatult hulgalisemalt kui tavalise seede puhul. Ka liigne söödaraatsioon vähendab tema kasustamist.

Ühe loomaliigi erinevad tõud on võrdse seedevõimega. Vastavates katsetes on seedekoefitsientide kõikumisi leitud vaid 3—4% piirides. Ligikaudu samastes piirides kõiguvad ka individuaalsed erinevused. Looma vanus, töö ja puhkus, temperatuuri muutus ning teised kliimatilised erinevused sööda kasustamist ei mõjusta.

Arusaadavalt muutub aga söötvahendite seedekoefitsient kõikidel loomadel nende erinevusega toorkiuisalduses: noorelt kogutud heinas leiduvad toiteained seeduvad suuremal määral (omavad suuremat seedekoefitsienti) kui täiskasvanult niidetud toorkiurikkas heinas.

Resorptsioon e. imendus.

Vedelikkude, gaaside või lahustunud ainete limaskesta-, serooskesta-, naha- või üldse koekaudset üleminekut lümfi või verre nimetatakse resorptsiooniks e. imenduseks. Seedefüsioloogias tähendatakse sama mõistega digestiooni teel resorbeeruvateks muutunud toiteainete (aga ka soolade ja vee) üleminekut soolest lümfosangviinsesse süsteemi (lümfi- ja veresoonestikku).

Peale soolade ja vee, mis seedekanalist organismi pääsevad üldiselt muutumatult, on enamik orgaanilisest toiteainetest resorbeeritavad vaid lõplikult seeditud kujul: valgud amiinohapetena, rasvad glütseriini ja rasvahapetena ja karbohüdraadid monosahhariididena. Siit järeldub, et imendus ei saa toimuda ühtlaselt seedekanalil kõikides osades. Tõepoolest puudub ta suus ja neelus peaaegu täiesti, aga ka magu ja karnivooride jämesool omavad resorptsiooni seisukohalt vähest tähtsust. Kõige intensiivsemalt toimub imendus (nagu seedegi) peensooles. Peensoole ehituski näitab tema kohastumist kõneldavale funktsioonile: soolehattude (*villi intestinales*) tõttu kasvab peensoole niigi suur sisepind (hobusel u. 12, veisel u. 17, seal u. 2,8, koeral u. 0,5 ja kassil u. 0,13 m³) 5—15 korda. Nendes leiduvate silelihaskiudude lõtvudes sirguvad hatud, ulatudes sügavamale küümusesse ning hatuisestest lümfi- ja verekapillaaride täitudes resorbeerunud toiteainetega lühenevad hatud lihaskiudude kontraheerudes uuesti. Selline hattude imev toime kiirendab resorptsiooni. Tavaliselt toimub resorptsioon sooles niisama kiiresti nagu toiteainete lõhustuminegi, nii et resorbeeruvate seedeproduktide akumulereerumist sooles pole märgata.

Resorptsiooni üksikasju pole tänini selgitada suudetud ainult füüsikalisel või füüsiko-keemilisel, mille tõttu selles ka soole pinnaepiteeli aktiivset tegevust oletatakse. Igatahes ei saa sooleseina selles osas võrrelda surnud membraaniga. Pinnaepiteeli vigastamise korral soole resorptsioonivõime väheneb või kaob hoopis.

Monosahhariidide või ka lihtsamate rasvahapete näol resorbeeruvad **KARBOHÜDRAADID** satuvad enamikus otseselt verre, üsna vähesel määral aga ka lümfi. Portaalveeni kaudu maksa kantud monosahhariidid deponeeruvad selles (ja ka lihastes) polüsahhariid glükogeenina. Osa karbohüdraatidest muutub rikkaliku toidu puhul rasvaks, deponeerudes viimase lembekohtades (alusnahas, neerude ümbruses, rasvikus jm.).

VALGUD imenduvad amiinohapetena. Et rinnajuha (*ductus thoracicus*) ligeerimine valkude resorptsiooni ei takista ja pealegi amiinohapete sisaldus portaalveeni veres seede ajal tõuseb, siis järeldub sellest, et amiinohapped resorbeerudes monosahhariididega ühist teed (portaalveeni) kasustavad. Verest kõrvalduvad amiinohapped kiiresti. Peale amiinohapete vähese osa, mis kudedes otsest kasustamist

leiab, deamineeritakse (eraldatakse NH_2 grupp) enamik neist maksas. Sel teel vabanenud amiinogrupp elimineerub kusiniku näol uriinis, kuna N-vaba osa oksüdatsiooni materjalina ära kasustatakse või karbohüdraatideks muutub.

Näib, et mõningad valgud üsna vähesel määral ka muutumata kujul sooleseina läbivad. Viimane asjaolu ei oma olulist tähtsust seedefüsioloogias, kuid mainimist väärib ta seetõttu, et valkude otsene resorptsioon võib mõnedel inimestel ja loomadel põhjustada anafülaksia nimetuse all tuntud haiguspilti.

RASVAD resorbeeruvad rasvahapete või neist moodustatud seepide ja glütseriini näol. Rasvahapped lahustuvad vees ja imenduvad seepärast vaid sapi manulusel; viimase puudumisel on rasvade resorptsioon halvatud: sapi puudumise korral enamik söödarasvast elimineerub rasvahapete näol roojaga. Vastandina valkude ja karbohüdraatide seedederivaatidele ühinevad rasva resorbeeruvad lõhustusproduktid juba sooleepiteelis uuesti neutraalseteks rasvadeks ja kanduvad sellistena lümfitee kaudu verre, kust nad rasva ladestuskohtadele juhitakse. Tõepoolest on rasvade imendusteel osalt veel selgitamata, sest rinnajuha kaudu pääseb verre imendunud rasvast vaid u. 60%, kuid ometi ei suurene rasvasisaldus seedeajal ka portaalveenis mitte.

Ka VEE ja SOOLADE RESORPTSIOON toimub peamiselt soolekanalis, karnivooridel ülekaalukalt peensooles ja herbivooridel suurel määral (vesi) ka jämesooles. Soolade resorptsioonikiirus kasvab anioonide reas järgnevalt: $\text{HPO}_4 < \text{SO}_4 < \text{NO}_3 < \text{Br} < \text{Cl}$ ning katioonide reas: $\text{Mg} < \text{Ca} < \text{Na} < \text{K}$. Nii resorbeerub keedusool (NaCl) soolest kiiresti, MgSO_4 (mõrusool) ja Na_2SO_4 (glaubrisool) seevastu aga üsna aeglaselt. Raskelt resorbeeruvad soolad (kui nad pole mürgised) kasustatakse LAHTISTAJA-TENA. Sooladerikkus tõkestab soolesisese vee resorptsiooni või põhjustab koguni vastupidist imendust, kehavedelikkude ületulekut soolde, mille tagajärjeks on soole täitumine ja ta sisu vedeldumine.

Wallace ja Cushing jagavad soolad nende resorbeeritavuse alusel sooles järgnevalt:

1. grupp. Soolest kergelt resorbeeruvad soolad: naatriumkloriidid, -bromiidid, -jodiidid, -formaadid, -atsetaadid, -propionaadid, -butüraadid jt.

2. grupp. Soolest aeglaselt resorbeeruvad soolad: naatriumnitraadid, -laktaadid, -salitsülaadid, -kapraadid jt.

3. grupp. Soolest raskesti resorbeeruvad soolad: naatriumsulfaadid, -fosfaadid, -kaprülaadid, -tsitraadid, -tartraadid jt.

4. grupp. Soolest mitteresorbeeruvad soolad: naatriumoksalaadid ja -fluoriidid.

Lahtistajatena e. purgatiividena kasustatavad soolad kuuluvad enamasti 3. gruppi.

Loomasöödas leiduvatest sooladest kuuluvad vaid vähesed 1. või 2. gruppi; enamasti on nad raskelt resorbeeritavate soolade liiki kuuluvad. Ometi ei järgne sellest nende kasustamatus loomakehale, sest resorptsioonikohani jõudmiseni on võimalikud nende mitmekesised

omavahelised reaktsioonid, mille kaudu nende resorbeeritavus võib muutuda. Nii näiteks muutuvad söödas leiduvad naatriumsitraat ja kaltsiumkarbonaat (raskelt resorbeeritavad) maomahla (HCl) mõjul osaliselt naatrium- ja kaltsiumkloriidiks, mis on kergesti resorbeeritavad.

Olulist vee ja soolade resorptsioonivõimet omavad peale soolekanali alusnahk (subkuutis), hingamisteede (trahhea ja bronhide) limaskest, silma konjunktiiv ja serooskestad (rinna- ja kõhukelme), kui ka organite- (eriti lihaste-) vaheline sidekude. Nimetatud kohti kasustatakse ravimite parenteraalselt aplitseerimisel medikamentide kiire toime taotlemise otstarbel.

Ainevahetus.

Elavas organismis toimuvate keemiliste protsesside kogu nimetatakse metabolismiks e. ainevahetuseks. Keemiliste protsesside iseloomule vastavalt jaguneb see omakorda anaboolismiks e. assimilatsiooniks ja kataboolismiks e. dissimilatsiooniks. Anaboolsed e. assimilatoorsed protsessid on sünteetilise iseloomuga; nende toimel moodustuvad keerulisema ehitusega ained lihtsamatest. Kataboolsed e. dissimilatoorsed muutused seevastu kannavad analüütilist iseloomu, sest need tingivad kerulisemate ühendite lihtsustamist. Assimilatoorsed (sünteetilised) reaktsioonid esinevad dissimilatoorsetega võrreldes määrgatavas ülekaalus taimeriigis; loomorganismis seevastu domineerivad kataboolsed muutused. Ka sünteetiliste protsesside iseloom erineb kummagi riigi esindajates: taimed suudavad komplitseeritud ehitusega orgaanilisi aineid (valgud, rasvad, karbohüdraadid) moodustada päikesevalguse ja klorofüllil abil üsna lihtsatest ühenditest, loomorganismis toimuva kataboolismi lõpuproduktidest, söehappegaasist, veest ja sooladest. Keerukamad ühendid polegi taimedes kasustatavad. Loomad seevastu vajavad kehaomaste ainete sünteesiks paljusid aineid enam-vähem valmis kujul (amiinohapped, glükoos, rasvad), mida nad saavad kas otseselt (herbivoorid) või kaudsel teel (karnivoorid) taimedest. Söehappegaasist, veest ja sooladest kõrgemaid orgaanilisi ühendeid loomorganism sünteesida ei suuda.

PROTEIINIDE METABOLISM. Sööda proteiinidest pärinevate resorbeerunud amiinohapete saatus võib olla kolmesugune: suur osa neist on täiskasvanud organismis kasustatav vaid energia (soojuse ja jõu) allikana, teine osa läheb metabolismi tagajärjel tekkinud koekulutuste kätte või kasvaval loomal elava massi paljundamiseks (koe kasvamiseks) ning kolmas osa leiab kasustamist spetsiifiliste N-sisaldavate ühendite (hormoonid, ensüümid, antikehad, värvained e. pigmendid, sapisoolad) moodustamisel.

Enamik resorbeeritud amiinohapetest allub täiskasvanud looma maksas toimuvale desaminatsioonile: hüdrolüüsi või oksüdatsioonile teel vabaneb neist NH_2 -grupp. Viimane muutub lõplikult selgitamata vaheastmete (arvatavasti ammooniumisoolade) kaudu kusinikuks (lindudel kusihaapeks) ning elimineerub sellisena uriinis. Ühtlasi lahkub sel teel (kusiniku näol) osa valgu energiast organismile kasutamatumalt, põhjustades valgu soojuse produktsioonivõime osalist kadu organismis: ühe g valgu täieliku oksüdatsiooni puhul (kalorimeetris) vabaneb temast keskmiselt 5,6 kilokalorit soojust, organismis aga vabaneb valgu samast hulgast soojusest vaid 4,1 kilokalorit.

Amiinohappe desamineerunud jääk võib leida kasutamist energia allikana, oksüdeerudes söehappegaasiks ja veeks, kusjuures vahepealsete produktidena esineda võivad ühtede amiinohapete puhul glükoos ja teiste korral ketoonid. Glükoosi moodustajatena on tuntud vaid glütsiin,alaniin,seriin,tsüstiin,aspargiinhape,glutamiinhape,hüdrosüülglutamiinhape,arginiin,proliin ja oksüproliin (vt. tab. lk. 12, 13). Amiinohappe glükoosi moodustamise võime kontrolliks söödetakse teda glükosiid floritsiiniga diabeetseks muudetud loomale. Sel puhul märgatav glükoosi hulga tõus uriinis näitabki tema osalist pärinemist kontrollitavast amiinohappest.

Amiinohapete desamineerunud jäägi otsene rasvaks muutumine ei näi olevat võimalik; küll aga toimub see teataval määral glükoosi kaudu. Karnivoore rasvavaba lihaga rikkalikult söötes on selgunud, et valk võib tõepoolest kehas osaliselt rasvaks muutuda ja sellisena deponeeruda. Herbivooridel on erineva valgusisaldusega söötade nuumevõimet uurides analoogsetele järeldustele jõutud. On selgunud, et keskmiselt 1 kg seeduvast valgust võib maksimaalselt 235 g rasva moodustada.

See osa söödavalgust, millest pärinevad amiinohapped desamineeruvad, ei oma organismis spetsiifilist ülesannet, mille tõttu ta on energeetiliselt võrdse hulga karbohüdraatide või rasvaga asendatav. Kuid mitte kogu söödavalg pole asendatav mainitud odavamahinnalised toiteainetega (rasv ja karbohüdraadid). Nagu näitavad söötmiskatsed, ei suuda ükski loom üle elada mõnda aega kehtvat valgu täielikku puudumist või ka selle vähesust söödas, teiste toiteainete küllusele vaatamata. Sel puhul kasustab loom enda keha valgutagavarasid ning sureb peagi valgunälga. Valgu asendamata osa ülesandeks ongi eespool-mainitud koekulutuste katmine, elava massi paljundamine ning spetsiifiliste N-sisaldavate ainete moodustamine.

Raku elav ollus moodustub peamiselt valkudest. Et viimased raku metabolismis alaliselt kuluvad, s. o. endisele ülesandele kõlbmatuks muutuvad, siis on nende pidev substituatsioon vältimatu. Koe reparatsiooniks kasustab organism veres leiduvaid amiinohappeid, neid oma vajaduste kohaselt resünteesi korral grupeerides. Et amiinohappeid loomorganism ise sünteesida ega teisteks amiino-

hapeteks ümber muuta ei suuda, või on ta sellekohane võime koguni piiratud (piirdub vaid glütsiini ja glutamiinhappe moodustamisega), siis on nende ainukeseks loomulikuks allikaks sööda-
 valk. Keha proteiinide sünteesi üksikasjad on tundmata, kuid on teada, et sellelt seisukohalt mitte kõik amiinohapped võrdset tähtsust ei oma, analoogselt alfabeedi tähtede osatähtsusega sõnastikus. Nii lüsiini, tsüstiini, trüptofaani ja histidiini puududes söödavalgus sis-
 teerub kasv ja loom suureb lõpuks. Nagu siit selgub, omavad need val-
 gud, mis amiinohappeid sisaldavad kehavalgule omases vahekorras, suuremat väärtust kui teised, millede mõned olulised amiinohapped koguni puuduvad, või millede amiinohapped on ülekaalult sellised, mis on vaid vähe kasustatavad organismis ehitusmaterjalina. Sel põh-
 jusel peetaksegi loomse päritoluga valke väärtuslikumateks vege-
 tabiilsetest. Nii alkoholis lahustuvas odra proteiinis, hordeiinis lan-
 geb glutamiinhappele 40 kaalu %, loomaorganismi valgud sisaldavad sama amiinohapet aga keskmiselt ainult 10%. Seega omaks hordeii-
 nist (teda üksi valgutarbe katteks kasustades) loomorganismis 30 kaalu% ainult energeetilist väärtust ning arusaadavalt tuleks sellist valku loomale sööta üle kolme korra suuremal hulgal kui teist, milles kõik amiinohapped kehale vastavas vahekorras leiduksid. Maisis esi-
 nevas valgus zeiinis puuduvad trüptofaan ja lüsiin hoopis ning žela-
 tiinis puuduvad peale trüptofaani veel tsüstiin ja türosiin (vt. tab. lk. 11). Seega ei suudaks kumbki kahest viimasest valguliigist üksi üldse mitte looma valgutarvet rahuldada, vaatamata nende võimalikult suurele hulga söödas. Esitatust järgneb, et valkude väärtust söödas ei saa arvestada üksnes nende lämmastiku- või energiasisaldusega (mis on enam-
 vähem ühtlane kõikides valkudes), vaid esmajoones neid moodustavate amiinohapete iseloomu ja nende hulgalise vahekorraga.

Söödas leiduva valgu tähtsust looma elatumisel ja kasvamisel mõõdetakse tema BIOLOOGILISE VÄÄRTUSEGA, arvulise suurusega, mis näitab, mitu % resorbeerunud lämmastikust on kehas kasu-
 tatav koe reparatsiooniks. Järgnevad arvud näitavad mõnedest sööt-
 vahenditest pärinevate valkude bioloogilist väärtust rottide elatumi-
 seks ja kasvuks määratud söödas:

kanamunad	93
piim	85
sealiha	74
nisu	67
kartul	67
kaerad	65

Sööda mitmekesisumisega valgu bioloogiline väärtus tavaliselt tõuseb, sest kummagi puudused võivad vastastikku kompenseeruda (ühe söötvahendi valkudes puuduvad või puudulikult esitatud amiino-
 happed võivad teises leiduda liigsel hulgal). Nii näiteks on tera-
 vilja valkude bioloogiline väärtus (seal) 54 ja silosöödas 42, kuid

nende segu valkude bioloogiline väärtus on 61. Oletatavasti on valkude bioloogiline väärtus enam-vähem võrdne kõikidele loomadele.

Proteiinid pole organismis deponeeritavad, s. o. loomakehal puudub võime momentaanselt mittekasustatavate valkude salvestamiseks.

Täiskasvanud looma valgumäär pole suurendatav, mille tõttu süüa proteiinid ainult koekulutuste kattena ning karvade või villa ja areneva loote kasvumaterjalina kasutamist võivad leida. Nimetatud tarbeid ületav osa valgust aga kaotab oma (kusinikuna eraldatava) lämmastiku ja võib seega sooritada üksnes neid (energeetilisi) ülesandeid, mida täita suudavad ka karbohüdraadid ja rasvad. Esitatud väide baseerub arvukatel süüa ja looma eliminatsiooni produktide lämmastikuhulga määramise katsetel.

RASVADE AINEVAHETUS. Seedekanalisis glütseriiniks ja rasvahapeteks lõhustunud (hüdrolyüsunud) rasv resünteerub sooleseinas uuesti ning kandub sellest üsna väikeste (diameeter 0,5—1 μ) kuulikestena lümfiki kaudu verre. Mõne tunni järel aga kaob seedejärgselt lisandunud rasva hulk verest, leides kasutamist kas oksüdatsiooni materjalina või deponeerudes suurema hulga puhul rasvkoes. Sellise salvestuse juures kaotavad söödarasvad osaliselt oma ilme, muutudes liigiomaseks keharasvaks. Nii vaatamata süüa ligidasele sarnasusele veisel ja lambal erineb ometi nende rasv (lambal valge ja kõva, veisel aga kollakas ja tunduvalt pehmem) füüsikalistelt omadustelt ning seega ka koostiselt tunduvalt. Koer, kellele süüdetakse kõrge konsistentsusega rasva, muudab selle pehmeks, koerale omase konsistentsusega rasvaks. Sellist lahkuminekut põhjustab ühest küljest organismi selektsioonivõime rasvade resorptsioonil ja nende kasutamisel (liigivõõrad rasvad kasustatakse suuremal määral oksüdatsiooniks), kuid teisalt ka söödarasva aktiivne ümbermuutmine kehas. Organismi kõneldav regulatsioonivõime on aga küllaldane vaid väiksemate söödarasva hulkade jaoks, suuremal määral pakutuna ladestuvad söödarasvad loomakehas osalt muutumata kujul. Nii sead, kes saavad süüdas hulgaliselt vedelat rasva, omavad õlist pekki. Samal ajal võib söödarasv ka või omadusi mõjustada.

Peamisteks rasva ladestumiskohtadeks organismis on alusnahk (*subcutis*), intermuskulaarne sidekude, mesenteer ühes rasvikuga ja subperitoneaalne sidekude. Loendatud kohtades salvestunud rasv ei oma tähtsust ainult varuna, vaid on samal ajal temast piiratud resp. ümbritsetud organitele kaitseks mehaaniliste vigastuste ja soojuse liigse kaotuse vastu. Mõningad uurimised näitavad, et perifeerse paigutusega (nahale lähemal seisev) rasv omab madalamat konsistentsust (sulamistäppi) kui sügavamal asetsevates (seega ka kõrgemat t^o omavates) organites leiduv rasv.

Peale kõneldud nn. depoorasva, mis esineb rasvkoes rasvakehade hulgaliste või ainsa kuulikesega täites, leidub teda veel igas rakus elava massi (tsütoplasma) osisena, kandes koer (e. raku-) rasva nimetust. Koerarasv pole demonstreeritav histotehnikas tarvi-

tatavate rasva värvustusviisidega ning tema koostis pole mõjustatav söödarasvast. Koerasvarest on kõige tavalisemad letsitiin ja kolesteriin, sest neid leidub organismis kõikjal.

Söödarasv pole ainukeseks ega isegi mitte peamiseks keharasva allikaks. Asjaolu, et looma nuumata (tema rasvahulka suurendada) võib rasvavaese või koguni rasvavaba söödaga, näitab loomaorganismi võimet rasva sünteesida ka teistest toiteainetest. Eriti suurt tähtsust omab rasva moodustumine karbohüdraatidest, sest viimased on kõige kättesaadavamad, kõige odavamad ja ühtlasi ka kõige kohasemad toiteained põllumajanduslikkudele loomadele.

Rasva moodustumist karbohüdraatidest tõestab peale söötmiskatsete respiratoorse kvotsiendi (RQ) tõus tärglisriikka sööda puhul 1-st kõrgemale. Viimane on seletatav asjaoluga, et hapnikurikkad karbohüdraadid neist suhteliselt vähem hapnikku sisaldavateks rasvadeks muutudes osa O_2 endast vabastavad. Nii on vastavas katses sea RQ osutunud 1,4-ks mitme tunni kestel peale tärglisriikast sööki.

Karbohüdraatidest pärinev rasv omab üldiselt kõrgemat konsistentsust (sisaldab vähem oleiinhapet), mistõttu sigade nuumamist lõpetada soovitatakse karbohüdraatiderikka söödaga. Rasva moodustumisest valkudest oleme kõnelnud eespool.

Kellener'i poolt nuumhärjadega toimetatud katsete põhjal annab

1 kg	seeduvat valku	235 g	keharasva,
1 kg	„	tärglist	248 g keharasva,
1 kg	„	rasva	474—598 g keharasva.

Valgu kui kallihinnalise toiteaine muutumine rasvaks ei oma loomade söötmisel praktilist tähtsust. Valgurikka sööda kasustamine nuumamisotstarbeks oleks ebaratsionaalne talitus.

Rasv on teistest toiteainetest (valgust ja karbohüdraatidest) energiarikkam. 1 g rasvast vabaneb selle täieliku põlemise korral (veeks ja söehappegaasiks oksüdeerudes) 9,3 kilokalorit soojust; nimetatud rasvahulga oksüdatsiooniks kulub 2,0193 liitrit hapnikku (O_2) ja temast vabaneb 1,4273 liitrit CO_2 ($RQ = 0,7$). Ometi kasustab organism rasva jõuallikana vähesel määral ja tavaliselt vaid karbohüdraatide (glükogeeni) tagavarade lõppedes. Nii kasustab kontraheeruv lihas, mille tavaline respiratoorne kvotsient on 1, oma energia allikana rasva vaid peale rasket pingutust või rasvarikka sööda korral, nagu näitab sellepuhune respiratoorne kvotsiendi lähenemine 0,7-le (mis on karakterne rasva oksüdatsioonile).

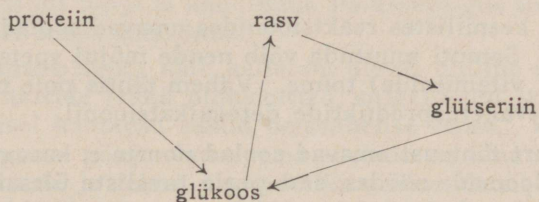
KARBOHÜDRAATIDE AINEVAHETUS. Sööda karbohüdraatide resorbeeruvateks seedeproduktideks on suhkrud ja tärglise puhul monosahhariidid (glükosid) ja toorkiu puhul tselluloosi käärimis- tekkinud orgaanilised happed. Nende momentaanselt mittekasutatav hulk äpioneerub maksas, lihastes ja väiksemal määral teistes organites polüsahhariid glükogeeni n a. Kuna glükogeeni varukohtade mahutusvõime pole piirita, siis liigne hulk karbohüdraate

deponeerub organismis rasvana. Herbivooride maksas ja lihastes peituvad glükogeenihulka arvatakse tõusta võivad kuni 2 kg-ni. Energiaallikana pole glükogeen mitte otseselt kasustatav, vaid selleks muutub ta glükoosiks, mis verega kõikidesse organitesse kandub. Glükoosihulk veres hoidub enam-vähem ühtlasena (lambal 0,97%, koeral 0,085%); glükoosihulga kasvades (seedejärgselt) tallendab veri sellest osa glükogeenina peamiselt maksa ja lihastesse ning sama hulga vähenedes vabaneb teda deponeeritud glükogeenist uuesti. Glükoosihulga reguleerijaks veres on pankrease saarekeste hormoon insuliin.

Glükoos e. veresuhkur (seega ka glükogeen) ei pärine loomakehas mitte üksnes söödakarbohidraatidest, vaid suur osa valgust ja osa rasvast muutuvad samuti suhkruks. Valgu glükoosi moodustav võime baseerub tema teatavil amiinohapetel (glütsiin,alaniin, seriin, tsüstiin jt.; vt. tab. lk. 12, 13) ja rasva analoogiline übermuutumine tema hüdrolüüsumisproduktil glütseriiniil. Rasvahapete muutmises glükoosiks pole tänini veenduda võidud. Küll aga näib maks glükogeeni sünteesida suutvat mõnedest lihtsamatest, tselluloosi käärimisel tekkinud orgaanilistest hapetest.

Lõpliku oksüdatsiooni puhul muutub glükoos, nagu rasvgi, veeks ja söehappegaasiks, vabastades sel puhul iga 1 g kohta 4,1 kilokalorit soojust. Oksüdatsiooniks vajaliku hapniku hulk on võrdne vabaneva CO₂ hulgaga (RQ=1). Herbivooride söödas on ta peamiseks ja kergesti kasustatavaks energiaallikaks.

Kokkuvõttes võiksime toiteainete omavahelisi transformatsiooni-võimalusi loomorganismis avaldada järgmise skeemiga:



SOOLADE TÄHTSUS AINEVAHETUSES. Orgaanilisi toiteaineid kasustab organism nii ehitus- ja reparaatsioonimaterjalina kui ka energiaallikana. Soolad ja vesi, vastandina orgaanilistele toiteainetele, loomakeha energiatagavara ei täienda, s. o. loomorganismis ei oma nad tähtsust ei jõuega soojuseallikana. Ometi osutuvad nad loomale niivõrra vajalikuks, et soolalanälja, s. o. küllaldases söödas soolade puudumise puhul loom varemni sureb kui täieliku nälgimise korral. Õeldu ei maksa üksnes soolade koguhulga kohta, vaid üksiku, organismile vajaliku soola puudumine (kõikide teiste külluse korral) omab analoogilist (fataalset) tagajärge. Nende ülesannetest peaksime esmasena nimetama soolade tähtsust ehitusmaterjalina. Moodustavad nad ju kuivanud ja rasvavabast luust 50—60 kaalu %; teiste organite sooladesisaldus on väiksem. Elavale substantsile kohase ümbruse loomine on teine silma-

paistvam soolade ülesanne. Nagu erütrotsüüdid oma kuju alal hoiavad vaid isotoonses (u. 0,85%) keedusoolalahuses, nii halvaks ka teiste rakkude loomulikku talitlust või koguni surmaks neid ümbritseva vedeliku liiga väike või jälle liiga kõrge osmootne rõhk. Kuid organite loomulikuks funktsioneerimiseks ei jätku ainult kehavedelikkude isotoonsusest. Konna südamelihase kontraktiilsust uurides leidis Ringer, et füsioloogilist soolalahust südame perfusiooniks kasustades selle löögid peatselt lõppesid. Lisades samale vedelikule vähest hulka kaltsiumkloriidi jätkusid südamekontraksioonid ja samuti vastas ta elektrilisele ärritusele. Ometi polnud siingi löögid päris normaalsed, sest süstoolne faas osutus liiga pikaks. Kaaliumkloriidiga varem-tarvitatud vedelikku täiendades kõrvaldus ka see defekt.

Selliste katsete tulemustena on koostatud isotoonseid lahuseid, mis organi soonestikust läbi voolates selle normaalset funktsioneerimist mõnda aega ka väljaspool loomakeha võimaldavad. Neist tuntumaid on järgmised:

	Ringeri lahus (konna südamelihasele)	Ringer-Locke lahus (imetaja südamelihasele)	Ringer-Tyrode lahus (kodujänese soolele)
NaCl	0,65	0,9	0,8
KCl	0,014	0,042	0,02
CaCl	0,012	0,024	0,02
MgCl	—	—	0,01
NaHCO ₃	0,02	0,02	0,1
NaHPO ₃	0,001	—	0,005
Glükoos	0,2	0,2	0,1

Arvud näitavad aine hulka grammides 100 cm³ destilleeritud veele.

Paljudes keemilistes reaktsioonides omavad soolad suundamääravat tähtsust. Samuti muutuda võib nende mõjul spetsiifiliste ainete (hormoonide, vitamiinide) toime. Vähem tähtis pole nende ülesanne mürgiste ainevahetusproduktide detoksikatsioonil.

Eriti suurt tähtsust omavad soolad noorte e. kasvavate, tiinete ja lakteerivate loomade söödas, sest peale tavaliste ülesannete sooritamise kulub neist nimetatud loomadel suur osa veel ehitusmaterjalina. Sooladevaese sööda tagajärjed avalduvad seepärast nimetatute juures kõige kiiremini ning reljeefsemalt (kasvu pidurdumine, rahhiit jt.). Aga ka iga täiskasvanud loom, tema produktsiooni iseloomule vaatamata, eritab püsivalt teatavat soolade hulka, mis tuleb söödaga asendada. Välja arvatud soolade kasustamine ehitus- (kasvu-) materjalina, puudub loomorganismil nende deponerimisvõime. Selles osas leiame anorgaanilistel sooladel teatava sarnasuse valkudega. Nende alatine eliminatsioon nõuab alatist täiendamist söödaga. Momentaanselt mittekasustatav soolade hulk lahku loomakehast kiiresti. Soolade vajaduse minimaalset määra näitab nälgivalt loomalt elimineeruv soolade hulk. Et aga söödas leiduvad soolad mitte tervena resorbeeritavad resp. loomale kasustatavad pole, siis peab söödaga antavate soolade hulk minimaalset soolatarvet kahekuni kolmekordselt ületama.

Mineraalainete saatus jälgimist loomorganismis raskendab nende võimalik elimineerumine soole kaudu. Nii resorbeerub kaltsium koeral peensoole algusosas ja ta eliminatsioonipaigaks on jämesool. Sööda ja rooja kaltsiumisisalduse võrdlemisel võiksime aga arvamusel tulla, nagu poleks kaltsium peaaegu sugugi resorbeerunud ega seega ka mitte organismis kasustamist leidnud, mis aga on ekslik, sest soolekaudne soolade eritus jätkub isegi nälgival loomal. Peale soole kasustavad soolad erituspaikadena veel neerusid ja vähesel määral nahka (higi).

Kõige sagedamini kannatavad koduimetajad kaltsiumi- ja fosforipuudust. Üsna sageli esineb kaltsiumi ja fosforhappe vähesusest tingitud rahhiit noortel (kasvatatel) sigadel, neid kartulitega, kooritud piimaga ja jahuga söötes. Vasikatel on rahhiit haruldane näht, kuid seevastu kannatavad nimetatud mineraalainete puudumise all lakteerivad ja tiined ruminandid, eriti ikaldusaastatel. Pinnase kuivus tõkestab taimedel soolade kättesaadavust, mistõttu loomade sööt samuti mineraalainetekehvaks jääb. Luunõrkus (*osteomalacia*), kaltsiumi ja fosforhappe vähesuse tagajärjel täiskasvanud loomadel esinev haigus, võib ikaldusaastate järel seepärast tiineid ja lakteerivaid kariloomi tabada massiliselt. Söötvahenditest on kaltsiumirikkad ristikud, niiduhein ja leguminooside vili (herned, oad). Fosforhappet sisaldavad küllaldaselt viljaterad, kliid, kalajahu ja õlikoogid. Põhk, aganad ja sooheinad sisaldavad mõlemaid üsna vähesel määral. Fosforhappe ja lubja puuduse kõrvaldamiseks antakse loomadele fosforhaput lupja ja kondijahu. Päikesevalgus suurendab kaltsiumi ja fosfori omastamisvõimet.

Peale ehitusmaterjali näib kaltsium olevat oluline mitmete koloidsete struktuuride (raku pinnakatted, sulgeliistud jt.) alalhoiuks; tema puudumisel kaotavad rakud omavahelise seose. Kaltsiumi kõneldava toimega on põhjendatav tema soolade tarvitamine nohu, mõningate pleuriitide ja teiste, koevedeliku transsudatsiooniga kaasuvate haiguste puhul. Ka vere ja piima koagulatsioonil on Ca manulus vajalik. Fosfor leiab kasustamist letsitiini, nukleoproteiinide ja kaseiini moodustamisel.

Kaltsiumi eliminatsioonist toimub ruminantidel u. 95% soole kaudu ja fosforhapest kasustab sama teed umbes 80%. Hobusel lahku fosforhappe sajabrotsendiliselt rooja kaudu, kuid kaltsiumist eraldub suur osa (25—50%) uriinis. Kaltsiumkarbonaadi suur hulk hobuse uriinis ületab kaugelt tema lahustuvusmäära ning põhjustab seega uriini hägusust. Veise uriinis püsib ta aga vähese hulga tõttu lahutatuna.

Teiste mineraalainete tarbe katab tavaline sööt peaaegu alati ja keedusoola lisa vajavad vaid lakteerivad loomad. Üldiselt vajavad NCI herbivoorid suuremal määral kui karnivoorid, mis asjaolu seletatav on ühest küljest vegetabiilse ja animaalse päritoluga söötade erineva Na- ja K-sisaldusega ning teiselt asjaoluga, et taimedes rikkalik-

malt leiduvad kaaliumisoolad loomakehast elimineerudes ka naatriumkloriidi kaasa tõmbavad. Na-ioonid on olulised organite erutavuse alalhoidmiseks.

Rauda kasustab organism hemoglobiinis ja ka teistes katalüsaatorse toimega ühendites. Vähenes vasesulfaadi lisandus söödale suurendab rauaühendite assimilatsiooni, — asjaolu, mis tähelepanu väärrib kehvvereste (aneemiliste) loomade söötmisel. Ka joodi lisandamine söödale (joodkaaliumi näol) on paljudel juhtudel näidustatud.

Kogu-ainevahetus.

Kogu-ainevahetuseks nimetatakse toiteainete üldjoonelisemat, lõplikkude lõhustusproduktide abil jälgitavat saatust resp. kasutamiseviisi organismis, nende üksikasjalikkudest muutustest (mida vaatab ainevahetus kitsamas mõistes ehk nn. intermediaarne ainevahetus) huvitumata. Nagu nähtub järgnevast, püütakse kogu-ainevahetuse uurimisega selgusele jõuda, missugusel määral ja milleks kasustab organism mitmesugustes olukordades söödas leiduvaid toiteaineid, ning kui suur on organismi aine- ja energiatarve üldse. Kogu-ainevahetuse uurimine omab seega suurt praktilist tähtsust ja tema tundmisel baseerub loomade ratsionaalne söötmine.

Kogu-ainevahetust mõõdetakse kas organismis äratarvitatud orgaaniliste toiteainete hulgaga või nende oksüdatsioonil vabanenud soojustega (energiahulgaga). Printsibiil on kogu-ainevahetuse uurimine lihtsam kui intermediaarse ainevahetuse jälgimine.

Loom on vaid aine ja energia transformeerija; neist üht ega teist ta luua ega hävitada ei suuda. Kõik loomakehas vabanev energia pärineb vaid (söödaga saadud) orgaanilistest toiteainetest — valkudest, karbohidraatidest ja rasvast. Viimastes peituv (latentne) energia pärineb omakorda päikeseenergiast, mida aga salvestada suudavad ainult taimed klorofüllil abil. Orgaanilise aine täieliku oksüdatsiooni puhul vabaneb temast niisama palju energiat, kui palju kulus tema sünteesiks. Vesi, anorgaanilised soolad ja vitamiinid organismis jõuallikana tähtsust ei oma.

Aine ja energia persistentsist järgneb, et organismi viidud ja sellest lahkuva aine või energia vahekord võib olla.

- 1) võrdne ühega — loom püsib endises kaalus,
- 2) sissetulek võib väljaminekut ületada — loom raskeneb (kasvab või rasvub) ja
- 3) sissetulek on väljaminekust väiksem — loom kergeneb (lahjub).

Kogu-ainevahetuse määramiseks on vajalik niihästi sööda kui ka kehast eritatud produktide kvantitatiivne analüüs. Eliminatsiooniproduktide osas on oluline tähendada, et kogu dissimilatsioonist pärinev lämmastik (N) organismist lahkeb uriiniga (vähesel määral ka higiga), mitte kunagi aga gaasja ühendina kopsude, naha või soole-

kanali kaudu. Eksspireeritud N pärineb välisõhust ega oma keha majaanidamises mingit tähtsust. Et lämmastik (nagu teisedki elemendid) esineb valgus kindlas hulgas ja pealegi puudub teistes toiteainetes, siis võimaldub tema hulgast uriinis arvutada organismis teatava aja kestel lõhustatud valgu hulka. Lämmastiku hulga määramine roojas on vajalik selleks, et teada saada, palju söödavalgust üldse resorbeerunud (loomade kehasse pääsenud) on. Karbohüdraatide ja rasvade lõpliku dissimilatsiooni produktideks on CO₂ ja vesi. Et viimased ka valgu eliminatsiooni-produktide hulgas esinevad, siis tuleb karbohüdraatide ja rasva lõhustunud või deponeerunud hulga leidmiseks kasutada kaudset teed, ning selleks on peale elimineeritud C ja CO₂ hulga teada vaja ka konsumeeritud O₂ hulk.

VALGU BILANSI MÄÄRAMINE. Valgud omavad järgmist, kogu-ainevahetuse mõõtmisel arvestatavat elementaarset koostist: C — 53%, H — 7%, N — 16%, O — 23% ja S — 1%. Tõepoolest on kõrvalekalded sellest koostisest loomse valgu puhul minimaalsed ja taimse valgu puhul mitte väga olulised. Elementide kindel vahekord valgus võimaldab ühe elemendi hulka tundes määrata vastava valgu hulka. Viimase leiame kuselämmastiku kaalu 6,25-ga kasvatades (valgu kaal: lämmastiku kaal = 100:16 e. valgu kaal = $N \times (100:16) = N \times 6,25$). Kuna lihas valkusid leidub keskmiselt 21%, siis peaksime vastava lihahulga leidmiseks N kaalu kasvatama 30-ga [$(100:21) \times 6,25 = 30$]. Näitena esitame härja päevase (24-tunnise) N bilansi:

	Lämmastiku sissetulek	Lämmastiku väljaminek
Hein . . .	71,40 g	—
Roe . . .	—	28,40 g
Uriin . . .	—	58,50 g
K o k k u . . .	71,40 g	86,90 g

Bilanss (= sissetulek — väljaminek) — 15,50 g

Esitatud näitest nähtub, et söödavalgust 28,40 g kehast lahkus loomale kasustamata (roojaga) ja et imendunud valgu hulk (71,40 g — 28,40 g = 43 g) keha päevast tarvet (58,50 g) katta ei suutnud, mispärast keha enda valgust pidi kulutama ($15,50 \text{ g} \times 6,25 =$) 96,9 g, mis vastab 465 g lihale. Lämmastiku bilanss osutus siinses näites 15,50 g võrra negatiivseks.

Sellisteks juurdlusteks vajalikku rooja ja uriini kogutakse sepaarselt joon. 20 näidatud viisil.

Valgu bilansi juurdlused on näidanud, et täiskasvanud ja heas toitumuses loom päevas niisama palju N väljab kui ta seda söödaga vastu võtab. Kasvab valgu hulk söödas, siis tõuseb ka elimineeritud N kaal vastavalt ja

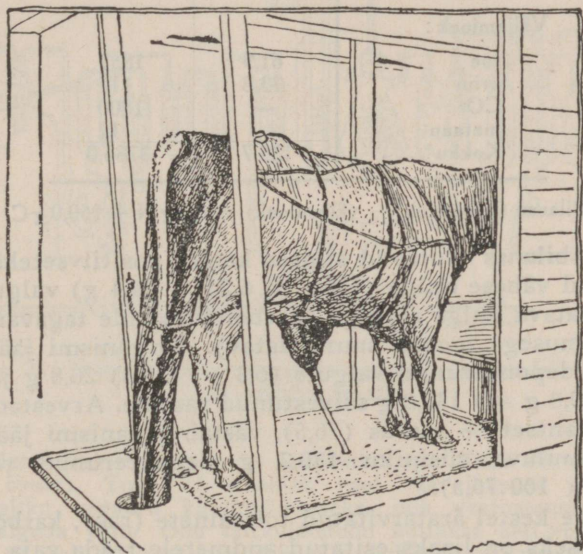
valgu hulka söödas mõnda aega ühtlasel tasemel hoides on N TASA-
KAAL uuesti saavutatud. Seega muutub vaid N-tasakaalu tase.
Õeldut illustreerigu järgnevad V oit'i andmed koeralt:

	Söödaks antud päevane liha hulk g		Iga päev lõhustus sellest järgmine (kuselämmastikust arvatud) hulk g						
	enne juurdlust	juurdluse ajal	1. päev	2. p.	3. p.	4. p.	5. p.	6. p.	7. p.
1. koer . . .	500	1500	1222	1310	1390	1410	1440	1450	1500
2. koer . . .	1500	1000	1153	1086	1088	1080	1027	—	—

Siit järgneb, et täiskasvanud looma valguhulk pole suurendatav. Võimalik kaalu kasv on sellisel loomal tingitud peaaegu tervena rasva ladestumisest. Koguni teissugune on lugu kasvava ja samuti rekonvalesseeruva (kurnavast haigusest paraneva) loomaga, kelle lämmastiku bilanss on (valgu küllaldase hulga puhul söödas) alati positiivne. Sama lugu on ka tiine ja lakteeriva loomaga, kuid N positiivsest bilansist ei järeldu mitte nende endi keha rikastumine valkudega, vaid viimaseid kasustab arenev loode või elimineeruvad nad piimas.

Lämmastiku eliminatsioon jätkub ka nälgival loomal, pärinedes sel puhul vaid keha enda valgust. Võiks arvata, et lämmastiku kaotuse balansseerimiseks teda loomale söödaga vaja anda on vaid nälgimise ajal uriiniga eraldunud lämmastikuga võrdsel hulgal, kuid nagu sellekohased katsed koertega näidanud, peab söödavalk N-tasakaalu kõige madalama tase saavutamiseks üle 3 korra ületama koekulutuse. Kõige väiksemat sööda hulka, millest jätkub N-tasakaalu saavutamiseks, nimetatakse VALGUMIINIMUMIKS. Nagu selgunud, ei piisa ometi valgumiinimumist organismi talitluste püsivamaks alahoidmiseks, s. o. valgumiinimum ei vasta valgu optimaalsele hulgale, mis on esimesest tunduvalt suurem. Inimesel, seal ja lambal loetakse valgu optimaalseks hulgaks söödas 1 g iga 1 kg eluskaalu kohta; veis ja hobune näivad rahuldavat pisut väiksema hulgaga. Üldiselt aga on valgu optimaalne hulk lõplikult fikseerimata, sest pole küllaldaselt uuritud valgu hulga seos selliste oluliste teguritega, nagu elujõud, immuuniteet, looma sigivus jt. Enamasti on tähelepanu juhitud valgu liigsele, mittetasuvale ja tervist kahjustavale hulgale, eriti inimeste toitlusõpetuses, kuid samal ajal näeme ometi, et oma kehalistelt ja vaimsetelt võimetelt väljapaistvad rahvad toituvad valgurikalt (Dukes). Puhta valgusööda korral (karnivooridel) saavutatud N-tasakaalu kõige madalamat tase on võimalik veelgi alandada, kui valgule lisandada kas karbohüdraate või rasva, või mõlemaid korraga. See valgu substitueerimine teiste orgaaniliste toiteainete poolt on vaid osaline ja piirdub valgu selle osaga, mida organism kasustab energeetiliselt; koekulutuste reparatsiooniks vajalik valgu hulk pole redutseeritav ega asendatav teiste toiteainetega. Energia produtsen-

tidena toimivad organismis nii valgud, karbohüdraadid kui ka rasvad ning selles osas võib iga üksik teisi isodünaamses hulgas (kalorite võrdse arvuga) asendada, kuigi organism eelistab energiaallikatena karbohüdraate ja rasva valkudele. Tõepoolest avaldub valkude märgatav energeetiline väärtus organismis vaid valgusööda puhul (karni-vooridel) ja lahjadel (rasva ja glükogeeni tagavara mitteomavatel) ning nälgivatel loomadel. Normaalselt söödud looma valgulõhustus ei suurene mehaanilise töö korral oluliselt.



Joon. 20. Härja rooja ja uriini kogumine koguainevahetuse määramiseks. (Smith'i järgi.)

RASVA JA KARBOHÜDRAATIDE BILANSI MÄÄRAMISE puhul peame peale N kaalu teadma ka C hulka niihästi söödas kui kõikides kehas lahkunud produktides ning sama aja kestel konsumeeritud O_2 ja elimineerunud CO_2 hulka. Rasvale ja karbohüdraatidele kuuluva C kaalu leidmiseks peame kehas lahkunud C kogukaalust valgule kuuluva osa maha arvama. Et valgus C leidub 53% ja N 16%, siis saame N-sisaldavate toiteainete laguproduktidele kuuluva C kaalu uriiniga elimineerunud N kaalu 3,3 (= 53:16) kasvata-des. Lisaks sellele on edasise arutluse juures oluline teada respiraatorse kvotsiendi suurust üksikute toiteainete oksüdatsiooni puhul (rasv 0,7, valgud 0,8, karbohüdraadid 1) ja et

1 g valgu oksüdatsiooni korral, milleks vaja 0,9663 l O_2 , vabaneb 0,7739 l CO_2
 1 g rasva (x) oksüdats. korral, milleks vaja 2,0193 l O_2 , vabaneb 1,4273 l CO_2
 1 g karbohüdr. (y) oksüd. korral, milleks vaja 0,8288 l O_2 , vabaneb 0,8288 l CO_2

Üksikasjalisema arvutuse aluseks võtame järgneva, hobusega (Zuntz'i ja Hagemann'i) korraldatud ainevahetuse-bilansi katse:

	N g	C g
Sissetulek :		
kaer 4,8 kg	} 142,0	3937,0
hein 5,1 kg		
vesi 22,8 kg		
Väljaminek :		
roe	61,9	1857
uriin	73,8	117
CO ₂	—	1800
metaan	—	12
Kokku . . .	135,7	3786,0

Bilanss (sissetulek — väljaminek) + 6,3 g N + 150,0 g C.

Nii N kui C bilanss osutuvad siinses katses positiivseteks, s. o. keha on rikastunud vähese hulga ($6,3 \text{ g} \times 6,25 = 39,4 \text{ g}$) valguga ja arvatavasti ka teatava hulga rasvaga (karbohüdraatide tagavara pole normaalse toitumusega loomal suurendatav). Organismi jäänud süsinikust kuulub deponeerunud valgule ($6,3 \text{ g} \times 3,3$) 20,8 g ja ülejäänud ($151,0 \text{ g} - 20,8 \text{ g} =$) 130,2 g salvestunud rasvale. Arvestades C enamvähem konstantset % rasvas (76,5), vastab organismi jäänud ja valgule mittekuuluva süsiniku 130,2 g deponeerunud rasva 170 g ($= 130,2 \text{ g} \times 100:76,5$).

Juurdluse kestel äratarvitatud toiteainete (rasv, karbohüdraadid) hulga leidmiseks on lisaks esitatud andmetele teada vaja veel konsumeeritud O₂ ja elimineerunud CO₂ hulka. Oletame, et katsealune loom arvestatava aja kestel õhuhapnikust ära tarvitas 3497 l ja CO₂ väljas 3358 l. Juurdlussaegne respiratoorne kvotsient oli seega 0,96.

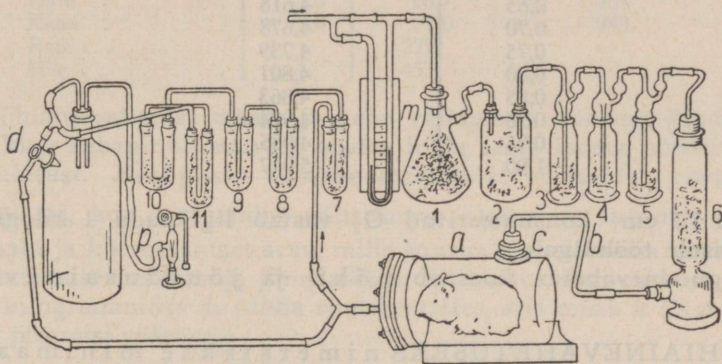
Vaadeldava aja kestel äratarvitatud valgu hulga leiame uriiniga elimineerunud N kaalust, seda 6,25-ga kasvatades ($73,8 \text{ g} \times 6,25 =$ = 461 g). Äratarvitatud 461 g valgu oksüdatsiooniks kulub 445 l O₂ ning vabaneb 357 g CO₂. Seega jääb N-vabade ainete (rasva ja karbohüdraatide) oksüdatsiooniks ($3497 \text{ l} - 445 \text{ l} =$) 3052 l O₂ ning neist vabaneb ($3358 \text{ l} - 357 \text{ l} =$) 3001 l söehappegaasi. Organismis äratarvitatud (oksüdeeritud e. lõhustatud) rasva (x) ja karbohüdraatide (y) kaalulise hulga leiame nüüd kahe järgneva võrrandi abil:

$$2,0x + 0,83y = 3052$$

$$1,4x + 0,83y = 3001.$$

Nende lahendusel selgub, et $x = 85 \text{ g}$ ja $y = 3472 \text{ g}$. Seega on katsealune hobune 24 tunni jooksul ära tarvitanud 461 g valku, 85 g rasva ning 3472 g karbohüdraate. Kuna sööt oli küllaldane, siis ei jätkunud sellest mitte üksnes lõhustuseks, vaid 39,4 g valku ja 170 g rasva jäid peale selle veel organismi tagavarade täienduseks.

Äratarvitatud O_2 ja väljatud CO_2 hulga mõõtmiseks kasutatakse r e s p i r a t s i o o n i a p a r a a t e, mille printsiibiga tutvumiseks vaatleme joon. 21 esitatud Pettenkofer'i aparadi õppemudelit. Katseloom paigutatakse hermeetiliselt suletavasse ruumi *a*. Õhk viimasesse lastakse voolata veeaurust ja söehappegaasist vabastamise otstarbel läbi nõude 1—6, milledest 1 ja 2 täidetud naatronlubjaga, nõu 3 naatriumileelisega, nõu 4 bariüütveega, nõu 5 kontsentreeritud väävelhappega ning nõu 6 kaaliumi- ja naatriumileelisega. Ruumist *a* väljuv õhk läbib kraani *d* sulgemisel U-kujulisi torusid 7, 8, 9, 10 ja 11, milledest 7 ja 8 täidetud kontsentreeritud väävelhappes niisutatud pimsteiniga



Joon. 21. Pettenkoferi respiratsiooni-aparaadi õppemudel. Seletus on esitatud tekstis.

(veeauru sidumiseks) ning 9 ja 10 naatronlubjaga (CO_2 kõrvaldamiseks ekspireeritud õhust). Toru 11 sisaldab veel väävelhappes niisutatud pimsteini võimaliku veeauru kinnipüüdmiseks, mis veejoapumbast samadesse torudesse valguda võib. Õhu tsirkulatsioon hoitakse alal veejoapumba abil. Torude 9 ja 10 kaalu kasv 30 minutit kuni 1 tund kestnud katseaja kestel kuulub samal ajal elimineerunud söehappele. Äratarvitatud O_2 hulka leitakse sellise installatsiooni puhul kaudselt, väljatud CO_2 ja vee kaalust looma kaalukadu maha arvates.

ENERGIA BILANSS määratakse vastuvõetud toiteainete kalore sisalduse ja kehast lahkunud soojushulga kaudu. Soojushulga otsesel mõõtmisel kasutatakse kalorimeetreid, mis looma soojuseproduktiooni mõõtmiseks määratuna (loomakalorimeeter) omavad üsna keerukat ehitust ning nõuavad suurt hoolt ja asjatundmist käsitsemises. Tavaliselt on loomakalorimeetrid kohastatud ka gaasivahetuse (O_2 ja CO_2) mõõtmiseks. Soojushulga kaudsel määramisel arvestatakse sööda puhul selles leiduvate toiteainete hulka grammides, kasvatades seda sama aine täieliku oksüdatsiooni korral vabaneva kilokalore keskmise hulga. Viimane on valkude puhul 5,75, rasva puhul 9,3 ja karbohüdraatide puhul 4,1. Loomakehas oksüdatsiooni teel vabanenud soojuse hulga leidmiseks on vaja teada arvestatava aja kestel äratarvitatud O_2 ning respiratoorse kvotsiendi leidmiseks ka samal ajal väljatud CO_2 hulka. Üksiku toiteaine oksüdatsioonil vabanev soojushulk on proportsionaalne äratarvitatud hapniku hulga

ning üks ja sama O₂ hulk annab mitmesuguste toiteainetega ühinedes pisut erineval määral soojust. Konsumeeritud O₂ hulga, respiratoorse kvotsiendi ja soojusproduktiooni vahelist suhet näitab järgnev (Zuntz'i) tabel:

Respiratoorne kvotsient	1 cm ³ konsumeeritud O ₂ -le vastab järgmine gramm-kalorite hulk
0,65	4,618
0,70	4,678
0,75	4,739
0,80	4,801
0,85	4,863
0,90	4,924
0,95	4,985
1,00	5,047

Iga 1,5 cm³ konsumeeritud O₂ vastab ligikaudu 1 kilogrammeetrilisele tööhulgale.

Kogu-ainevahetus koosneb põhi- ja jõudlusainevahetusest.

PÕHIAINEVAHETUSEKS nimetatakse minimaalset ja ühelning samal indiviidil ligikaudu konstantset, teataval ajaühikul organismist väljatud soojusega (kaloritega) või kindla aja kestel konsumeeritud O₂ hulgaga mõõdetavat ainevahetust resp. ainevahetuse määra, mis toimub seedimise lõpetanud puhkavas loomas. Põhiainevahetusega mõõdetakse vaid vältimata eluprotsessideks (tsirkulatsiooniks, hingamiseks, kehasoojuse ühtlase taseme alalhoidmiseks) vajalikku energiat, mida välis tingimuste muutudes enam vähendada ei saa. Lihaste tegevus ja isegi seedeprotsesside jätkumine suurendavad ainevahetust, mistõttu neid mõlemaid põhiainevahetuse määramisel peab vältima. Seede mõju kõrvaldamiseks toimetatakse põhiainevahetuse määramist inimesel ja karnivooridel 12—18 tundi ja kanal 24—30 tundi peale toidu- (sööda-) võttu. Herbivoore tuleb ainevahetuse stabiilse taseme saavutamiseks söötmata hoida palju kauem (näit. veist 65—80 tundi). Põhiainevahetus sõltub keha suurusest, looma vanusest ja teataval määral ka soost. Täiskasvanud indiviidil on ta tavaliselt konstantne suurus. Keskmist kaalu (70 kg) omaval inimesel on päevane (24 t.) põhiainevahetus u. 1800—2000 kilokalorit. Põhiainevahetus kasvab looma suurusega, kuid eluskaalu 1 kg redutseeritult osutub ta suuremaks väiksemal loomal. Keha välispinnaühikule (1 m²) langev põhiainevahetuse osa on ligikaudu konstantne enamikul püsisoojastel loomadel, olles 24 tunnis u. 1000 kilokalorit: põhiainevahetus on seega otseproportsioonis keha välispinna suurusega. Õeldut illustreerib järgnev (Voiti jt. andmetel koostatud) tabel:

Loom	Kaal kg	Soojuse päevane (24 t.) produkt- sioon k-kalorites	
		kehakaalu 1 kg kohta	keha välispinna 1 m ² kohta
Hobune	441	11,3	948
Siga	128	19,1	1078
Inimene	64,3	32,1	1042
Koer	15,2	51,5	1037
Hani	3,5	66,7	969
Kana	2,0	71,0	943
Rott	—	272	—
Hiir	—	457	—

Põhiainevahetuse määra ja keha välispinna suuruse kindel suhe võimaldab kehapinna suurust teades leida sama looma põhiainevahetuse ulatust. Kehapiima suuruse määramist võimaldab ekvatsioon:

$p = k \sqrt[3]{e^2}$, kus p tähendab välispinna (otsitavat) suurust, e looma eluskaalu ja k konstantset arvu, mille suurus oleneb looma kujust ning kasustatavaist raskuse ja pinnamõõdu ühikuist. Kui raskust avaldatakse kilogrammides ja pinda ruutmeetrites, siis omab k (R u b n e r'i järgi) järgmisi väärtusi:

Inimene	0,123
Koer	0,112—0,103
Vasikas	0,105
Lammas	0,121
Kass	0,099
Siga	0,087
Kana	0,104

Seega omaks esitatud valemi põhjal 100 kg-ne loom ligikaudu 2,2 m² välispinda ja ta põhiainevahetus oleks üle 2000 kilokalori. Ruminantidel kasustatakse peale selle veel järgmist (H o g a n'i ja S k r u b y koostatud) valemist:

$$p = e 0,4 \times m 0,6 \times 217,02,$$

kus p tähendab keha välispinda cm²-tes, e looma eluskaalu kilogrammides ning m kere pikkust cm-tes.

Et põhiainevahetust määratakse seedetöö lõpetanud loomadel, siis ei saa ta suurust võrdseks pidada looma tavalistes elatustingimustes (puhkeolek ühes toitumisega) toimuva ainevahetuse määraga, mis on igal juhul suurem põhiainevahetusest. Toitumine suurendab ainevahetust inimesel 10—15 põhiainevahetuse protsendi võrra (puhkava, kuid toitu kasustava inimese ööpäevane soojuse produktioon on u. 2400 kilokalorit põhiainevahetuse 1800—2000 kilokalori vastu), herbivooridel aga veel suuremal määral (hobusel 30—40% võrra). Ühest küljest tingib ainevahetuse tõusu mehaaniline seede, teisalt aga ka toiteainete nn. spetsiifilis-dünaamiline toime, mille all mõeldakse nende (valkude, karbohüdraatide ja rasvade) stimulaatorset mõju rakkude metabolismile. Nii kasvab põhiainevahetus valkude söötmisel u. 18%, karbohüdraatide kasustamise korral

5—9% ja rasvade puhul 2,5—4% võrra. Segasööda puhul võrdub toiteainete spetsiifilis-dünaamiline toime keskmiselt 6%-ga.

Elatustingimustes (puhkus ühes toitumisega) on koduimetajate ööpäevane (24 t.) energiatarve eluskaalu 1 kg kohta järgmine:

hobune	24 kilokalorit
veis	21 „
sigal	26 „
koer, 36 kg	35 „
„ 15—20 kg	40 „
„ 10 kg	55 „
„ 5 kg	60 „

See osa ainevahetusest, mis praegu esitatud määra ületab, kannab jõe d l u s a i n e v a h e t u s e nimetust. Tema suurus sõltub looma produktiooni määrast.

Kehasoojus.

Looma kehas alaliselt toimuva dissimilatsiooni puhul ainete keemiline energia väheneb (kui orgaaniliste ainete katabolismi lõpp-produktideks on kusinik kui ka teised valgu derivaadid) või kaob täiesti (kui lõpp-produktideks on CO_2 ja H_2O) oksüdatsiooni teel neist lahkuva mehaanilise energia ja organismis jõuallikana kasustamata soojuse näol. Paralleelselt soojuse tekkega toimub taeraldumine organismist. Selle juures HOMÖOTHERMSETEL (soojaverestel e. püsi-soojastel) loomadel (imetajail ja lindudel) esineva regulatsioonimehhanismi tõttu kehasoojus püsib välistemperatuuri kõikumistest sõltumatult ühtlasel tasemel (ulatudes imetajatel 35°C kuni 40°C ja lindudel 39°C — 43°C), kuna POIKILOTERMSETEL (külmaverestel e. kõigusoojastel) loomadel (reptiilidel, amfiibidel, kaladel ja kõigil selgrootuil) välistemperatuuri muutumistega rööbiti käib välissoojust mõne kraadi võrra ületav kehatemperatuur. Vahepealseteks osutuvad talvel uinuvad imetajad: olles soojal ajal püsi-soojased, sarnanevad nad talvel hibernatsiooni puhul teataval määral kõigusoojastega, kuna nende regulatsioonimehhanism soojushulga tõstmiseks alles siis kaasa aitab, kui kehatemperatuur umbes 10°C peale langeb.

Kehatemperatuuri mõõdetakse looma välisavades (loomadel tavaliselt pärasooles, harvemini tupeesikus (*vestibulum vaginae*); inimesel pärasooles, suus ja kaenlaaugus) maksimaal- e. kliinilise termomeetri¹; viimases mõõtskaala kohale tõusnud elav-

¹ Termomeetri rektaalse ja vaginaalse aplikatsiooni korral kaetakse ta ots õliga, vaseliiniga, võiga või seebiga. Vastavalt termomeetrile hoitakse teda looma kehas 5—10 minutit. Temperatuuri mõõtmine loomadel nõuab tavaliselt abilist, kes hobusel termomeetri sisseviimisel üleväl hoiab looma vasakat eesjäset ja teisi loomi fikseerida aitab peast. Võrreldavate temperatuuride registreerimisel tuleb kasustada alati üht ja sama paika, sest erinevates kohtades temperatuur difereerub juba loomulikult (vaginaaltemperatuur on veidi kõrgem ($0,2$ — $0,5^\circ\text{C}$) rektaalsest, samuti saame veidi kõrgema rektumitemperatuuri pikema termomeetri tarvitamisel, mis näitab temperatuuri alanemist päraku läheduses). Nakkushaiguste puhul termomeeter desinfitseeritakse peale igakordset tarvitamist.

hõbedasamm ei tagane (toru kitsuse tõttu reservuaari naabruses) temperatuuri langedes (termomeetri eemaldamisel mõõtmiskohalt) reservuaari muidu kui järsu allalöögiga, mille tõttu tema registreeritud temperatuur soovitavaks ajaks püsima jääb.

Üldiselt kasustatakse kliinilises termomeetris Celsiuse jaotust, kuid Inglismaal ja Ameerika Ühendriikides on praegugi tavalisemaks Fahrenheiti termomeeter. Viimases vee külmumistäpp märgitakse 32° ja keemistemperatuur 212°. Fahrenheiti kraade tuleb Celsiuse kraadideks muuta järgmise valemi abil: $n^{\circ}\text{Fahr.} = \left[(n - 32) \times \frac{5}{9} \right] \text{C}$; vastupidist arvutamist võimaldab valem: $n^{\circ}\text{C} = \left[\left(n \times \frac{9}{5} \right) + 32 \right] \text{Fahr.}$

Tervele loomale karakterset soojuskraadi nimetatakse **NORMAALSEKS TEMPERATUURIKS**. Inimesel ja meie huvialustel loomadel on ta järgmine:

Inimene	37,0°C (36,7—37,2)
Hobune ja eesel	38,0°C (37,5—38,5)
Veis	38,8°C (38,2—39,5)
Lammas ja kits	39,5°C (39,0—40,5)
Siga	39,0°C (38,0—40,0)
Koer	38,2°C (37,5—39,0)
Kass	38,5°C (38,0—39,0)
Kodujänas	39,0°C (38,5—39,5)
Merisiga	38,1°C (37,8—38,5)
Kana ja kalkun	41,2°C (40,5—42,0)
Part ja tuvi	42,0°C (41,0—43,0)
Hani	42,5°C (40,0—45,0)

Normaalsest kõrgemale tõusev temperatuur, mis kaasub peaaegu kõikide ägedaloomuliste (akuutsete) haigustega, on tüüpiliseks palaviku sümptomiks (palaviku temperatuur). Temperatuuri pidev tõus haiguse alguses ja sellele järgnev pidev langus on karakterised haiguse loomulikule kulule. Tõusu ja languse järsud vaheldused põhjustavad haiguse halvemat prognoosi. Subnormaalne temperatuur esineb suure verekaotuse, nälgimise, kollapsi, väga kurnavate krooniliste ja mõnede neeruhaiguste puhul.

Vähesed, normaalsuse piirides püsivad kõikumised toimuvad temperatuuris alaliselt. Nii muutub temperatuur karaktersest ööpäeva jooksul, olles loomadel kõige kõrgem kell 17—20 ja kõige madalam peale keskööd. Seedimine, pingutav töö, ind ja tiinus tõstavad temperatuuri (kaks viimasesnamainituist umbes 0,5° C võrra), joomise ja looma pügamise järel langeb ta.

Topograafiliselt pole temperatuur kehas ühtlaselt jaotatud. Vereküllased ja sügaval asetsevad organid on soojemad pinnalistest. Kõige madalam on temperatuur keha, eriti jäsemete, pinnal. Tegev organ on soojem puhkavast. Oluliste diferentside tekkimist takistab tsirkuleeriv veri.

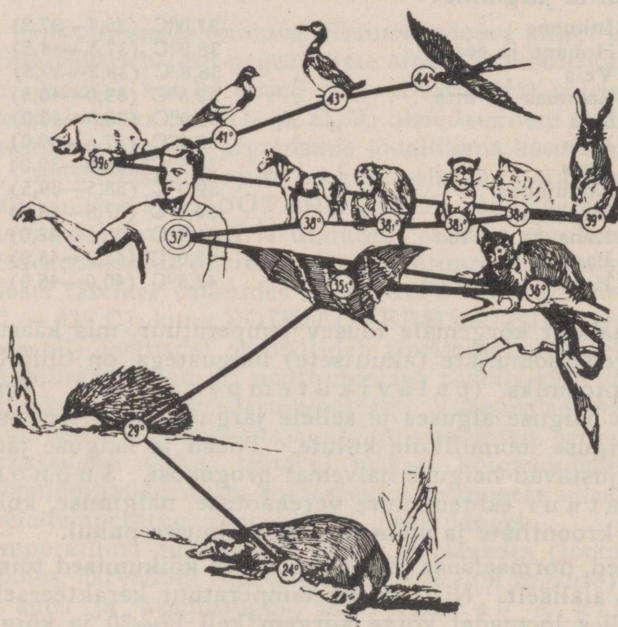
Peamisteks soojuse valmistajateks on lihased (kaalult moodustavad nad üle poole looma elusraskusest); nende arvele langeb puhkaval

loomal $\frac{2}{3}$ kogu soojuseproduktioonist (lihastes vabanenud keemilisest energiast muutub $\frac{4}{5}$ soojuseks ja ainult $\frac{1}{5}$ mehaaniliseks energiaks). Ülejäänud $\frac{1}{3}$ soojusest produtseerub südame, hingamiselundite ja suurte näärmete (maks, neerud jt.) tegevusel.

Organism on võimeline soojusallikatena kasutama kõiki kolme orgaaniliste ainete rühma (valgud, rasvad, karbohüdraadid) ühtlaselt; nimetatud ained võivad üksteist energeetiliselt asendada e. substitueerida — nad on isodünaamsed.

On mõistetav, et temperatuuri konstantsuse alalhoiuks soojuseproduktiooniga paralleelselt peab toimuma tema alaline lahkumine organismist. Viimase võimaluse puudumisel puhkavas hobuses tekkiv soojus tõstaks ta temperatuuri keemistäpile vähem kui kahe päeva jooksul.

Soojus eraldub juhtivuse, kiirgumise ja vedelikkude aurumise teel peamiselt naha kaudu (suurtel koduloomadel üle 80% kogu soojus-



Joon. 22. Mõningate imetajate ja lindude kehatemperatuur (Kahn'i järgi).

kaost), väiksemal määral hingatava õhu (u. 10%, koeral u. 2,7%) ning söögi ja joogi soojendamise näol. Ka uriini ja roojaga lahkub organismist soojust olulisel määral. Nahakaudne soojuskadu ei sõltu ainult ümbritseva õhu temperatuurist (viimase tõusmisel kehatemperatuuri tasemele nahakaudne soojuskadu sisseerub), vaid samuti selle liikumisest (tuul) ja niiskusest, tõustes viimasena-mainitud tegurite kasvades. Rasvpadjand ja karvkate kaitsevad kehasoojust.

Homöotermsetel loomadel esinevat temperatuuriühtlust võimaldab soojuse regulatsioonimehhanism. Regulatsiooni toimed jagunevad füüsikalisteks ja keemilisteks.

Füüsikaline regulatsioon toimub naha ja hingamise kaudu. Kuuma ümbruse või suurenenud soojuseproduktiooni puhul naha veresooned laienevad, mille tõttu suurem verehulk pääseb jahutuspinnaile. Samas kasvab higistamine (1 g higi ära aurudes viib kehast kaasa üle 0,5 kilokalori soojust) ja loom suurendab oma kehapinda pead ning jäsemeid sirutades. Üldine loidus sunnib lihaseid puhkama. Kasvanud hingamissageduse mõjul suurenevad hingamisteedes soojendatava õhu hulk ja vedeliku aurumine.

Külmas ümbruses pinnalised veresooned ahenevad, higinäärmete tegevus sisteerub või väheneb, loom vähendab oma välispinda pead ja jäsemeid kerele lähendades või end naabrite vastu surudes (siga, karnivoorid), hingamine aeglustub ja lihased kontraheeruvad (lihaste värin, „kananahk“ karvapüstitajate kontraktsiooni tagajärjena).

Keemiline regulatsioon, mis tegevusse astub vaid füüsikalise regulatsiooni insufitsientsi korral, ilmestub ainevahetuse määra muutumises (eriti lihaskonnas).

Nii füüsikaline kui ka keemiline regulatsioon alluvad vaheajus paikneva soojuse regulatsiooni tsentrile. Tsentri kõrvaldamisel muutub püsisoojane loom kõigusoojaseks. Regulatsioonitsentri arvata vateks informeerijateks resp. ärritajateks on tsirkuleeriva vere temperatuur (selle langus stimuleerib ja selle tõus pärsib regulatsioonitsentri tegevust) ja naha temperatuuri närvid.

Ka karvkate abistab soojuse reguleerimist; külma aastaaja lähenedes tiheneb ja pakseneb ta, kuid kevadel hõreneb karvkate uuesti.

Keha vedelad eritised.

Kusi.

Neerudest üldse. Neerud on pidevalt töötavad elutähtsad näärmelised organid, millede ülesandeks kehavedelikkude (vere) ühtlase koostise alalhoidmine ja nende vabastamine kahjulikkudest (mürgistest) mittelenduvatest ainevahetusproduktidest. Vastandina teistele näärmetele ei moodustu neerude eritise (uriini) osised (peale hipuurhappe) mitte neis enestes, vaid leiduvad veres preformeeritult. Muutused vere koostises tingivad korrespondeeruvaid muutusi uriini koostises ja hulgas. Neerude (operatiivsel) kõrvaldamisel või nende tegevuse blokeerimisel järgneb looma surm kehas akumuleeruvate mürgiste ainevahetusproduktide tõttu.

Neeru parenhüüm moodustub kuseturukestest e. nefroonidest (*tubuli uriniferi*). Funktsiooni alusel eristatakse neis sekretoorse (uriini eraldavat) ja ekskretoorse e. kollektiivset (uriini neeruvaagnasse juhtivat) osa. Esimene neist omakorda langeb neljaks alaks: peaosa, Henle lingu peenosa, Henle lingu jämeosa ja lüliosa.

Sekretoorseid torukeid (*tubuli secretorii*) algavad koorolluse ümmarguste Malpighi' kehakeste (*corpusculi renis*) verekapillaaride pasmikust (*glomerulus*) sopistatud umbelt, viimast kahelehesel Bowman'i kihnuna ümbritsedes. Glomeerulist ja Bowman'i kihnust moodustatud Malpighi' kehakeste ning sekretoorsete kusutorukeste arv on võrdne (nefroonide sekretoorseid osad vastandina kollektiivsetele torukestele ei hargne) ning nende arv nähtub järgnevalt (Pütter'i, Kunke'i ja Peter'i andmetel koostatud) tabelist.

Loom	Nefroonide arv loomas	Nefroonide pikkus mm	Neerude setserneeriv pind m ²	Neerukehakeste diameeter $\mu\mu$
Hobune				210—225
Veis	8050000	64—70	39,50	180—210
Lammas	1010000	56—65	3,50	120—170
Siga	1400000	51—75	7,20	210—270
Koer	318000—726000			130—190
Kass	460000	40—52	0,66	133—150

Malpighi' kehakesest väljudes kulgeb kusutorukese peaosa alul korrapäratult väänlevalt neeru koorolluse labüridis (moodustades omasugustega viimast enamiku), lõpeks säsiikiirde (*processus radiatus*) sirgelt kulgevana üle minnes. Peaosale järgneb säsis asetsev peensegment, mis peaosa lõpuga ja osalt järgnevate segmentidega neeru välispinnaga perpendikulaarselt paigutatud U-kujulise Henle lingu moodustab. Lingu tipp ulatub seal mitmesugusesse sügavusse, jäädes mõnikord koguni säsiikiirde. Lühikestes tingimustes püsib peensegment vaid selle alanevas säares, või puudub mõnikord (siga) koguni, pikemates ulatub ta ka ülenevasse lingusäärde. Peensegmentidele järgneb lingu jääosa ning viimast seob kollektiivse torukese algusega uuesti labürinti tungiv ja veidi väänlev lüliosa.

Kollektiivsed torukesed on sirged ja neeru välispinnaga perpendikulaarsed. Vastandina sekretoorsetele torukestele muutuvad nad ühinemise teel kord-korralt suuremaks, avanedes lõpuks neeruvaagnasse näsajuhadena (*ductus papillares*) näsamulgukeste (*foramina papillaria*) kaudu.

URIIN on vesiselge ja veetaoline (inimene ja koduimetajad peale hobuse) või hägune ja veniv (hobune), heledakollase kuni pruunja värvusega (tingitud peamiselt värvainetest urokroomist ja urobiliinist), spetsiifilise (liigivaheliselt vähe erineva, „kuse“-) lõhnaga vedelik, mis inimesel, lihasööjail ning seal (omnivoor) omab tavaliselt (peamiselt NaH_2PO_4 tingitud) happelist, herbivooridel aga (bikarbonaatide hulgalise sisalduse tõttu) alkaalset reaktsiooni.

Õhu käes uriin tumeneb. Mõningad ravimid ja söödad (ristiku-lehed, rapsikoogid, eriti oa- ja hernevarred) värvivad kuse üsna tumedaks. Hobuse uriini hägusust põhjustab temas esinev kaltsiumikarbonaat ja kuse niitjas (innaajal õline) konsistents on tingitud selles leiduvast, neeruvaagnas (*pelvis renalis*) ja kusejuha (*ureter*) algusosas paiknevatest limanäärmetest valmistatud mutsiinist. Niitjaks ja häguseks muutub hobuse kusi seega vaid kuseteedes. Puhta kaersööda korral leidub hobuse kuses nii rohkesti lima, et see uriini konsistentsuse võrdseks teeb munakollase omaga (Marshall ja Halnan).

Kuse reaktsioon sõltub peamiselt söödast. Enamik animaalse päritoluga sööti tingivad neis esinevate happed moodustavate elementide (väävel, fosfor ja kloor) tõttu happelise, taimse päritoluga (ülekaalus aluseid moodustavaid elemente — K, Na, Ca ja Mg — sisaldavad) söödad aga alkaalse reaktsiooni. Kõrge valgusisalduse tõttu sarnaneb selles mõttes teravili animaalse söödaga. Nälgivate ja piimaga toituvate (noorte) herbivooride uriin on harilikult happeline.

Kuse ööpäevast hulka, urineerimise sagedust ja uriini erikaalu näitab järgnev (Smith'i, Fuller'i ja Brahm'i andmetel koostatud) tabel:

L o o m	Kuse ööpäevane hulk liitrites	Urineerimise ööpäevane sagedus	Kuse erikaal
Hobune	2—(4,7)—11	} 5—7	1,025—(1,040)—1,060
Veis	8,8—(14,2)—22,6 kg		1,030—(1,032)—1,045
Lammas	0,5—(1)—2	} 1—3	1,015—(1,020)—1,030
Siga	2—(4)—6		1,010—(1,020)—1,025
Koer (suur)	0,5—(1)—2	} 2—3	1,016—(1,035)—1,060
Kass	0,1—0,2		1,020—(1,030)—1,040

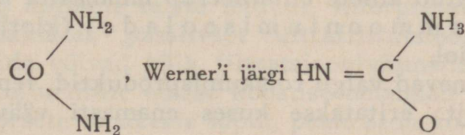
Sulgudes seisvad arvud tähendavad keskmisi.

Inimese uriini ööpäevane hulk on 1—1,5 liitrit ja ta erikaal 1,020—1,040.

Uriini ööpäevane hulk on väga varieeruv, sõltudes peamiselt joogi ja söödaga vastuvõetud vee hulgast, aga ka aastaajast, tööst, looma suuruselt jt. Talvine kusehulk on suvisest suurem, sest suvel kasvab nahakaudne (higistamine, perspiratsioon) vee eraldus. Eriti ilmestub see hobusel, kes suvel raske töö korral naha kaudu rohkem vett eraldab kui neerudest. Samal põhjusel urineerivad töötavad hobused seisvatest vähem.

Uriinis leidub ca 96% vett ja ca 4% (orgaanilistest ja anorgaanilistest ainetest koosnev) kuivollust. Orgaanilistest ainetest esinevad kuses: kusiaine, puriinühendid (kusihape, allantoin jt.), kreatiin, hipuurhape, fenoolid ja kusevärvained.

Kristalne, uriinis lahustatult esinev, kehavedelikkudes preformeeritult leiduv kusinik e. karbamiid



on mammalide kuses kõige olulisemaks N-sisaldavaks (valkude) ainevahetuse lõpp-produktiks. Karbamiidina eraldatav lämmastik moodustab uriiniga elimineeritud lämmastiku koguhulgast

inimesel 87,5% lambal 81,9—84,5%
 veisel 58,1—69,4% ja koeral 86,2%

Lüpsilehma kusi sisaldab teda 1,5—3,5% ja lamba uriin 0,32—5,53%. Öö-päeva jooksul eraldab temast hobune 75—150 g, koer 2,5—13,6 g. Uriini seistes langeb ta (peamiselt bakterite *Micrococcus ureae* jt. toimel) ammoniaagiks ja söehappegaasiks.

Karbamiid tekib peamiselt sööda-, väiksemal määral kehavalkudest. Resorbeeritud amiinhappeid desamineeritakse (vabastatakse amiingrupist) maksas (koer) või ka teistes organites ning enamik selliselt vabanenud amiingruppidest moodustabki sünteesi teel CO₂-ga kusiniku.

Kusihape (*acidum uricum*, trioksupuriin, C₅H₄O₃N₄) ja allantoiin on puriinainevahetuse lõpp-produktideks. Inimesel esineb neist ülekaalus esimene (päevane hulk ca 0,7 g), teistel imetajatel aga allantoiin. Tervete taimesööjate (hobune) kuses puudub kusihape sageli hoopis ja ilmub selles vaid nälgimise või palavikuga kulgevate haiguste puhul. Nagu kusiaine, nii ka kusihape ja allantoiin ei moodustu neerus eneses, vaid jõuavad sellesse preformeeritult. Puriinühendid muutuvad kusihappeks ensüüm nukleaasi toimel arvatavasti maksas ja põrnas, lindudel vaid maksas.

Lindudel ja reptiilidel asendab kusihape karbamiidi; kogu eraldatavast lämmastikust elimineerub neil kusihappena 80—90%. Kodulinnud eraldavad teda päevas 4—5 g. Kusihappe soolad nähtuvad lindude roojas valge massina.

Hipuurhape (C₆H₅CO NH CH₂ COOH) leidub hipuraatidena (sooladena) rikkalikult (hobusel 10—25 g ühes liitris) herbivooride uriinis, kus ta kusiaine kõrval on peamiseks N-sisaldavaks kuse osiseks; vähesel määral esineb ta ka inimese kuses, eriti marjade, ploomide, spargli jt. söömisel. Hipuurhappe peamiseks tekkekohaks on neerud, milles ta arvatava ensüümi toimel glükokollist ja bensoehappest süntetiseerub. Bensoehape pärineb valgu roiskumisproduktidest (jämesoolest) kui ka taimedes leiduvatest aromaatsetest ühenditest.

Kreatiiniin (C₄H₇ON₃), vööt- ja südamelihaskoes fosforhappesest seostunult esineva kreatiini (C₄H₉O₂N₃) anhüdriid, leidub vähesel määral (1—2 g 1 liitris) kõikide koduloomade kui ka inimese uriinis. Tema tekkekoht ja -viis on selgitamata.

Peale nimetatud ainete elimineerub lämmastik kuse kaudu vähesel määral veel ammoniumisoolade (kloriidide, fosfaatide ja sulfaatide) näol.

Soolest pärinevad valgu roiskumisproduktid, fenool, parakresool, brenzkatehiin jt., eritatakse kuses enamasti väävelhappesega seostunult.

Kuse värvust tingivate ainete urokroomi, uroerütriini jt. päritolu ja keemiline iseloom pole selgitatud.

Suhkur, valk ja rasv puuduvad normaalses uriinis täiesti või leiduvad selles vaid jälgedena. Nende hulgalisem leid on seepärast alati abnormne (kobar-

suhkur diabeedi puhul, valk neeru- ja mitmete teiste haiguste korral). Samasugusteks patoloogilisteks kuse osisteks on atsetooniühendid, verevärvnik, veri, sapi värvained jt.

Anorgaanilised ained erituvad organismist peamiselt uriini, väiksemal määral (magneesium ja kaltsium välja arvatud) rooja kaudu. Kuse anorgaanilised soolad koosnevad peamiselt kloriididest (eesotsas keedusoolaga, mida inimene 24 tunnis eritab ca 16 g, veis üle 100 g), sulfaatidest (veise uriinis 0,2—0,3%), fosfaatidest ning naatriumi, kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi karbonaatidest.

Et söödavalgust resorbeeritud lämmastik kehast lahkumiseks nimetamisväärsel hulgal teist teed peale kuse ei kasusta, siis on lämmastikkusisaldavate kuse osiste hulk tähtsamaks valkude ainevahetuse mõõdupuuks.

URIINI ERITUMINE. Veel hiljuti püsisid kaks, möödunud sajandi keskelt pärinevat, teineteisele vastukäivat kusetekke hüpoteesi: (a) uriin moodustub neerus füüsikalisel (filtratsiooni) teel (Ludwig'i hüpotees), ja (b) uriin valmistub peale filtratsiooni ka kusetorukeste aktiivse sekretsiooni tõttu (Bowman-Heidenhain'i hüpotees). Hilisemate uurimistega selgitati, et uriini tekitamisest võtavad osa mõlemad mainitud hüpoteeses tähendatud tegurid (filtratsioon ja sekretsioon).

Kuigi peab arvama, et nefroonide morfoloogilistele alaosadele vastavad ka difereeruvad ülesanded, pole selles osas suudetud tänini muretseda lõplikku selgust.

Neerukehakeste funktsioonist on üsna kindel nende hulgaline vee eritus, mis järeldub glomeeruli eferentse ja aferentse soone erinevast kaliibrist (*vas efferens* on teisest tunduvalt peenem), kui ka Nussbaum'i katsest konnaga. Konna glomeerulid varustuvad verega neuararterist, kusetorukesed aga peale neuararteri harude ja glomeerulite eferentsete veresoonte ka portaalveeni kaudu, kuid neuararteri kinnisidumisel uriini eritus Nussbaumi katses peetus, olgugi et kusetorukesed veel (portaalveeni kaudu) verega varustusid ning seega funktsioneerima pidid.

Asjaolu, et konna neeru Bowman'i kihnu vedelikust on leitud sama looma põiest üheaegselt saadud uriinis puuduvaid aineid (glükoos, NaCl) ning mitmete teiste leidude interpretatsioon sunnivad oletama neerukehakestes passiivset ultrafiltratsiooni, mille kaudu neis verest lahkuda võivad kõik filtratsioonivõimelised ained, eriti aga vesi. Lõpliku, uriinile omase koostise omandab neerude sekreet aga alles sekretoorsete torukeste lõpul, peale seda kui neis glomeerulite nõrest liigne vesi ja kusele mitteomased ained tagasi resorbeeritud ja samas mõned osised (hipuurhape, ammoniaak jt.) kusetorukeste aktiivse sekretsiooni teel samale sekreedile lisandatakse. Seega toimuks kuse moodustumine neerukehakestes filtratsiooni, kusetoruketes aga selektiivse reabsorptsiooni, ja sekretsiooni

t e e l. Vee reabsorptsiooni kohaks peetakse mõnelt poolt Henle silmuse peenosa, põhjusel, et viimase pikkus sama looma uriini veesisaldusega korrespondeeruvad. Nii, ütleb P e t e r, on pikki Henle lingu peenosi omavate kodukarnivooride (koer, kass) kusi palju kontsentreeritum kui seal, kellel vastav kusetorukese osa on üsna lühike. Lindudel, kel kõneldav nefrooni osa peaaegu täiesti puudub, toimub uriini tihendumine kloaagis. Üldiselt aga pole nefroonide alaosade funktsionaalseid erinevusi, nagu tähendatud, küllaldaselt selgitada suudetud.

P ü t t e r'i „kolmiknäärme teooria“ põhjal osutuvad neerukehakesed vee-näärmeiks, pea- ja lüliosa lämmastikunäärmeiks ning Henle lingu jäämeha soola-näärmeiks.

Neerude sekretsioon pole nähtavasti mõjustatav otseselt teda innerveerivatest närvidest (*n. splanchnicus* et *n. vagus*), vaid vere-rõhust, neerudest (eriti glomeerulitest) läbivoolava vere hulgest ja selle koostisest. Teatava, „uriiniomase“ (harnfähig) aine kontsentratsiooni kasvamisel veres suureneb tema kusekaudne eliminatsioon. Kuse hulk kasvab vere rõhu ja filtratsioonipinna suurenedes.

Otsesed täheldused konna ja kaudsed tuletused imetajate neerude juures näitavad, et mitte kõik glomeerulid pole verevoolule avatud üheaajalises ja et avatud päsmakesis omakord üksikud kapillaarid suletuna püsivad. Keedusoola, kusiaine, glükoosi ja kofeiini toimel konna avatud glomeerulite arv suurenes ning adrenaliini ja pituitriini toimel vähenes. Kodujänese glomeerulite koguhulgast püsivad üheaegselt avatuna tavaliselt vaid 56—89%. Diureesi tingivate ravimite toime avaldub arvatavasti peamiselt glomeerulite filtratsioonipinna suurendamises (nende avamises).

Et neerud altereerumatult fungeerivad ka transplanteerituna, kus ühendus neid normaalselt innerveerivate närvidega katkestatud, siis sunnib see oletama neerudes sekretoorsete närvikiudude puudumist. Neerusid innerveerivatel närvidel näib olevat vasomotoorne toime.

Kusetorukestest neeruvaagnasse nõrguv uriin juhitakse sellest kusejuha peristaltiliste kontraktsioonide kaudu, mis korduvad mõne sekundi kuni 1 minuti tagant, põide. Ureetri suubumisviis tõkestab kord põide sattunud uriini tagasipääsemist, sest põie täitudes rõhub uriin põie limas- ja lihaskesta vahel kulgevale ureetri lõpposale komprimeerivalt. Uriini pidevat edasivoolu tõkestab põie kaelas asetsev silekiuline sfinkterlihas ja kusitit ümbritsev vötkiuline *m. urethralis*.

Põie dilatatsioon järgneb kusehulga kasvule ilma siserõhu märgatava tõusuta ja alles liigsel täitumisel lakkab põie laienemine, millele järgneb ta lihaskesta reflektorsel kontraktsioonil ja sfinkterite lõtvumisel kuse väljavool. Urineerimistoime allub lumbaal- ja sakraalajus paiknevale tsentrile. Viimase seose tõttu suurajuga võib inimene ja koduloom urineerimist tahteliselt pidurdada kui ka seda soovikohaselt alustada.

Põis innerveerub sümpaatilistest (*n. hypogastricus*) ja parasümpaatilistest (*n. pelvicus*) närvikiududest. Viimaste ärritusel põie lihaskest kontraheerub ja sfinkterid lõtvuvad (urineerimisnärv). Sümpaatiliste närvikiudude toime erineb liigivaheliselt.

Loomad asetuvad urineerimiseks vastavasse seisangusse: hobune sirutab välja tagajäsemed, veis toob nad aga ette; täiskasvanud isane koer tõstab urineerimisel üles ühe tagajäseme; emased koerad, isased kutsikad ja kassid urineerivad kükakil. Hobused urineerivad vaid püsti seistes. Nad ei saa urineerida tööl või sõidul (liikudes). Veis selle vastu võib urineerida ka kõndides. Täkk väljutab urineerimisel peenise prepuutsiumist.

Higi.

Higi on nahas asetsevate, lootelises eas epidermise sopistumisel tekkinud, naha pinnale või karvalehtrisse avanevate, hargnemata, torujate, lõpposas kerastunud (inimesel, hobusel, lambal, seal ja kassil) või looklevate (veisel ja koeral) higi- e. keranäärmete (*glandulae sudoriparae* s. gl. *glomiformes*) veetaoline sekreet, mille ülesandeks keha soojuse reguleerimine ja mõningate ainevahetusproduktide kõrvaldamine.

Hästi arenenud ja funktsioonivõimelised higinäärmed esinevad üle keha levinult inimesel (eriti rohkesti peopesal, jalatallal, kaenlaaugus, laubal ja ninaseljal) ja koduimetajatest ainult hobusel ning lambal, mille tõttu nad kogu kehapinnaga märgatavalt võivad higistada. Teistel koduimetajatel on higinäärmed rudimentsed ja kassil leiduvad nad ainult päkkadel ning suu ja päraku ümbruses. Veis ja siga higistavad tavaliselt vaid ninamiku või kärsaga ja koer ning kass päkkadega. Pilokarpiini mõjul higistab koer vähesel määral kogu nahapinnaga. Lindudel higinäärmed puuduvad.

Pärisnahas või osalt ka alusnahas paiknevad higinäärmed koosnevad distaalset setserneerivast osast e. näärmekehast ja pindmiselt paiknevast juhast. Näärmekeha moodustub kihistumata, (funktsiooni seisule vastavalt) mitmekujulisest epiteelist, seda ümbritsevast basaalmembraanist ja kummagi vahel asetsevatest, pikuti või spiraalselt kulgevatest silelihaskiududest. Verekapillaaride tihe võrk ja sümpaatilisse süsteemi kuuluvad närvikiud haaravad näärmekeha väljastpoolt. Sirgemalt kulgev, kihistumata kuubilise või kihistunud epiteeliga kaetud viimajuha higi produtseerimisest osa ei võta. Higinäärmete diameeter kõigub liigivaheliselt, mõõtes 60 μ (hobusel) kuni 150 μ (lambal).

Inimese higi on selge, värvitu, ca 1,5% kuivollust sisaldav (erikaal 1,001—1,010), tavaliselt nõrk-happelise reaktsiooniga vedelik. Hobuse higi erineb sellest suurema kontsentratsiooniga (kuivollust ca 6%, erikaal ca 1,020), alkaalse reaktsiooniga, punakaskollase värvusega ja võrdlemisi suure valgusisaldusega (2,0—3,5%). Seerumi-albumiinist ja -globuliinist koosneva valgu otstarve hobuse higis on tundmatu. Valgurikkusest on tingitud hobuse higi hõlpus vahutavus. Üldiselt leiduvad higis kõik kusele karakterseid ained (NaCl, fosfaadid, sulfaadid, kusinik, kusihape, kreatiin, puriinbaasid), kuid (eriti inimesel) palju nõrgemas kontsentratsioonis. Higinäärmete tingivad temas ja rasmus esinevad rasvahapped.

Higinäärmete ja neerude tegevus asendavad teataval määral üksteist: higistamise kasvades uriini sekretsioon väheneb ja vastupidi. Patoloogilistes tingimustes võib nahk sooritada olulise osa neerude

tööst. Tavaliselt toimub higistamine märkamatuult (*perspiratio insensibilis*): tema produktioon ja aurumine püsivad tasakaalus. Nagu võib järeldada täheldustest loomade juures, kel higinäärmed hoopis puuduvad, toimub vee vähene kadu ka epidermise kaudu otseselt. Hobuse higistus algab kõrvajuurte kohal ja kaelal, minnes edasi sapsudele, seljale ning lõpuks laudjale ja lahklihale (*perinaeum*); hobuse jäsemed ei higista. Higistamise toime keha temperatuuri reguleerimisel nähtub teataval määral hobuse ja veise kehalise pingutuse (jooks!) võimalikku kestust võrreldes: et veisel higistamiskaudne temperatuuri reguleerimisvõimalus peaaegu täielikult puudub, tõuseb pingutuse korral tema temperatuur kiiresti ja loom nõrkeb varsti, hobune seevastu võib galopeerida kilomeetreid. Ühe grammi higi aurumine nõuab kehalt u. 0,6 kilokalorit soojust.

Higistamise regulatsioon allub tsentraalnärvisüsteemis paiknevale soojuse regulatsiooni tsentrile. Viimasest kanduvad erutused higinäärmetesse tserebrospinaalsetes närvides kulgevate sümpaatiliste närvikiudude kaudu. Higistamistsentri enese stimulatsioon toimub tavaliselt temast läbivoolava vere temperatuuri tõusuga (mis järgneb kasvanud metabolismile või soojuse nahkaudse kao takistusele), samuti välissoojusest ärritatud eferentsete nahanärvide kaudu kui ka psüühilistel mõjustustel (hirmumisel, ehmumisel, piinlikkuse korral jne).

Kõrge välistemperatuuri korral võib öö-päeva jooksul erituva higi hulk inimesel tõusta 10—15 liitri.

Rasu.

Rasu (*sebum cutaneum*) on karvanääpsudega seostuvate ja nende lehtrisse avanevate, pärisnaha välimises osas paiknevate, kotjate rasu- e. karvanääpsunäärmete (*glandulae sebaceae*) poolvedel, õline, nahapinnal hanguv sekreet, mille ülesandeks ära hoida niiskuse ja kahjulikkude olluste tungimist nahka. Rasuga kaetud nahk hoidub elastsena ja karvkate läikivana. Ta koosneb peamiselt kõrgemate alkoholide, eriti kolesteriini vahataolistest estritest, ning erineb seega rasvast. Villarasu e. lanoliin omab rasuga ligikaudu sarnanevat koostist.

Modifitseerunud kujul esinevad rasunäärmed tarsaal- (silma- laugudes) ja prepuitsiaal- näärmelena. Viimaste haisevat sekreeti nimetatakse smegmaks. Ka kõrvavaik sarnaneb rasuga, teda valmistavad näärmed aga higinäärmetega.

Lindude rasunäärmed on koondunud ainsaks kompaktselt parranipunäärmeiks (*glandula uropygi*), mis eriti arenenud veelindudel, kes selle sekreediga (noka abil) oma sulekatet võides viimasesse vee tungimist ära hoiavad.

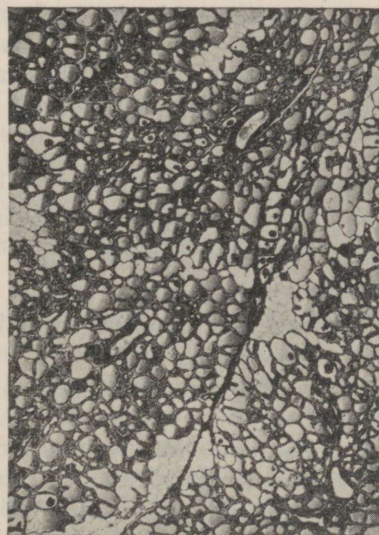
Inimese aastane rasuproduktioon on 100—300 g.

Rasunäärmed erinevad teistest selles, et nende näärmelakud ise tervena sekreediks muutuvad (holokriinsed näärmed). Elavad ja paljunevad rakud asetsevad vaid basaalmembraani naabruses. Viima-

sest ja seega ka toiduallikast (verekapillaaristikust) eemaldudes (epiteelkude ise on veresoontevaba) surevad nad, täituvad rasvatilgakestega ning eralduvad lõpuks korrapäratu massina näärme luumenisse. Nende sekretsioon toimub pidevalt. Rasunäärmed esinevad üle kogu nahapinna ja neid leidub ühes higinäärmetega 1 cm²-l tavaliselt üle 1000.

Piim.

Piim on tema plasmas (vedelikus) suspendeerunud rasvakuulikeste tõttu läbipaistmatu, valkjas, õhukeses kihis sinakatooniline, pisut magusamaitseline, lenduvatest rasvahapetest tingitud nõrka lõhna omav, amfoteerse reaktsiooniga (veise piim on lakmuse suhtes leelise, kuid fenoolftaleiini katsel osutub ta happeliseks), n o o r l o o m a toiduks määratud vedelik, mis valmistub perioodiliselt (sünnitusjärgselt või nn. laktatsiooniperioodil) emastele mammaalidele (imetajatele) omases piimanäärmes e. udaras.



A



B

Joon. 23. Lakteeriva (A) ja puhkava (B) udara mikropilt.

Udara, nagu teistegi sigimise teenistuses seisvate organite areng ja struktuur on mitmeti muutuv. Kuni esmakordse tiinestumiseni püsib udar väikesena ning tema näärmete lõpposad, osalt ka viimasüsteem, arenematuna. Udara aktiivne tegevus algab üheajaliselt esmakordse sünnitusega, kuid udara kasvu ja parenhüümi väljakujunemist võib märgata juba tiinuse esimese kolmandiku lõpust alates. Lakteeriva udara parenhüüm moodustub (juba lootelises eas välisest idulehest sopistunud) tubuloalveolaarseid lõpposi omavatest apokriinsetest näärmetest, mis laktatsiooni haripunktil eneste vahele jätavad üsna

vähest hulka interstitsiaalkudet (joon. 23 A). Näärmerakkude kaju on funktsiooni seisule vastavalt mitmene: olles lamedad või kuubilised sekreedist vabanedes, muutuvad nad silindrilisteks sekreediga (eriti rasvatilgakestega) täitudes. Laktatsiooni lõppedes taandareneb udar uuesti: näärmelõpposad muutuvad väiksemaks, nende epiteel asub puhkeseisu ja interstitsiaalne sidekude rohkeneb.

Veise piima erikaal on 15°C t⁰-l 1,027—1,033, keskmiselt 1,032. Kooritud piima erikaal on rasva väiksema erikaalu tõttu suurem. Üks liiter piima sisaldab umbes 700 kilokalorit soojust ning vastab selles osas umbes 8 kanamunale, 2—3 heeringale või 0,5 kg lahjale loomalihale.

VALKAINED koosnevad piimas kaseiinist, laktalbumiinist ja üsna vähesest hulgast (u. 0,1% kogu valgust) laktoglobuliinist. Kaseiin ei juustu aine on vees lahustumatu ja hapetes sadestuv fosforproteiid, mis kaltsiumiga seostumise tõttu piimas (kolloidselt) lahustatuna esineb. Laabi mõjul muutub ta parakaseiiniks, mille kaltsiumi ühend (parakaseiinkaltsium) vees lahustumatuna tingib piima kalgendumist. Piima seismisel tekkiv kalgendus on tingitud sel puhul tekkivast piimahappest, mis vabastab kaltsiumi kaseiinist; viimane, nagu juba tähendatud, pole seesugusena aga vees lahustuv. Lehma ja hobuse piimas ületab kaseiin hulga poolest laktalbumiini (veise piimas on kaseiini u. 2,75% ja albumiini 0,50%).

KARBOHÜDRAATIDEST sisaldab piim vaid piimasuhkrut e. laktoosi (disahhariidi). Lehmapiimas kõigub selle % 4,5 ja 5,2 vahel. Piima käärimisel piimahappe bakterite toimel muutub ta piimahapeks.

RASV esineb piimas peenikeste, suuruses ja arvus liigivaheliselt erinevate tilgakestena, piima- e. rasvakuulikeste näol. Lehma piimas on nende diameeter 1—6 μ . Rasvakuulikesi ümbritseb väljast õrn, valkainest koosnev kest, haptogeenmembrään, mis tõkestab kuulikeste omavahelist ühinemist. Või valmistamisel see kest mehaaniliselt purustatakse. Piimaplastmast väiksema erikaalu tõttu tõusevad rasvakuulikesed mõnda aega paigal seisnud piimas pinnale, koorekihti moodustades. Separatori tsentrifugeerival toimel on rasvarikka piima (koore) eraldamine väga kiire. Kogu piimarasvast jääb separeeritud piima umbes 5—10%.

Piimarasv on rasva- (eriti oleiin-, palmitiin- ja steariin-) hapete triglütseriidide segu, millele lisandub vähesel määral letsitiini, kolesteriini ja taimelise päritoluga kollast värvainet. Piima ja või maitse halveneb seistes rasvahapete lagunemise tõttu, eriti kiiresti päikese valguse mõjul. Piimarasva (ja või) konsistentsus sõltub temas leiduvate rasvahapete hulgalisest vahekorrast. Õli-, või-, kaproon- jt. hapete ülekaalukas esinemine tingib pehme rasva, palmitiin- ja steariinhappe esinemine aga kõvema rasva. Lehma piimas kõigub rasva % 2 ja 6

vahel. Mõned söödad (näit. lina- ja palmiõlikoolid) tingivad rasva % vähest tõusu, söötade (kuiv- ja haljassööt) järsk vahetus alandavad seda. Nagu selgub järgnevatest (Grossi) andmetest, on udarast lüpsmise alguses väljuv piim rasvavaesem lõpul eraldatavast:

I osa piima	1,44 kg	sisaldas	0,76%	rasva
II " "	2,60 "	" "	2,60%	" "
III " "	2,07 "	" "	5,35%	" "
IV " "	2,61 "	" "	9,80%	" "

Esitatud arvudest järeldub udara korraliku tühjakslüpsmise tähtsus. Harilikult on päevase ja öhtuse lüpsi piim rasvasem hommikusest, mis tingitud lüpsivaheaegade erinevast pikkusest.

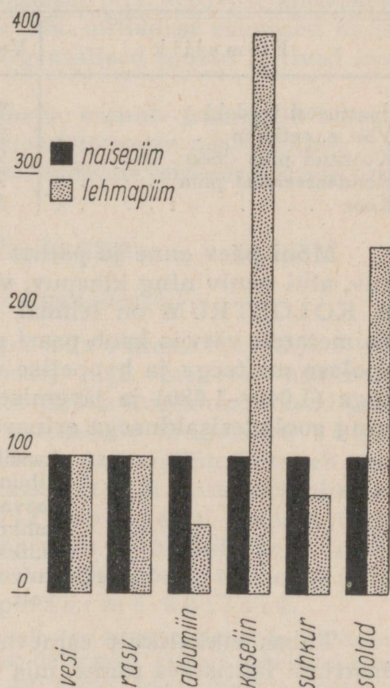
Edasistest orgaanilistest ühenditest leidub piimas ensüüme (dias- taasi, katalaasi, peroksüdaasi, reduktaase), antikehi (eriti rohkesti kolostraalpiimas) ja vitamiine. Vitamiinide rohkus piimas difereerub ühenduses tarvitatava söödaga. Üldiselt on talvise piima vitamiinide sisaldus tunduvalt väiksem suvisest.

MINERAALAINED esinevad piimas sooladena kui ka orgaanilistes ühendites. Tähtsamateks neist on fosforhape ja kaltsium. Viimane esineb dikaltsiumfosfaadina, kaltsiumkloriidina ja seoses kaseiiniga.

Rakulistest elementidest esinevad piimas epiteelrakud, nende tuumad ja valged verelibled. Terve piima 1 cm³-s leidub viimaseid u. 1 miljon.

Piim omab tugevat absorptsioonivõimet lõhnade suhtes; ka mitmed söödad (eriti külmunud ja halvaks läinud naerid) muudavad piima maitset ning lõhna. Vastandina kolostrumile piim keetmisel ei kalgendu; tema pinnale tekib vaid õhuke, laktalbumiinist, kaseiinist ja kaltsiumisooladest koosnev kile, mis kõrvaldamisel asendub kiiresti uuega.

Keskmiist piimakoostist inimesel ja mõnedel loomadel näitab järgnev (König'i Hammers- ten'i jt. andmetel koostatud) tabel.



Joon. 24. Erinevusi naise- ja lehmapiima protsentuaalses koostises (Kahn'i järgi ümber joonestatud). Veise piim sisaldab kaseiini u. 4 korda ja soolaid u. 2 $\frac{1}{2}$ korda rohkem, suhkrut ja albumiini aga vähem kui naisepiim.

Liik	Vee %	Kuiv- olluse %	Valgu %	Rasva %	Suhkru %	Soolade %
Inimene	87,58	12,42	2,01	3,74	6,37	0,30
Veis	87,27	12,73	3,39	3,68	4,94	0,72
Kits	86,88	13,12	3,76	4,07	4,44	0,85
Lammas	83,57	16,43	5,15	6,18	4,17	0,93
Hobune	90,26	9,74	1,86	1,06	6,5	0,32
Siga	82,37	16,73	6,09	6,44	4,04	1,06
Koer	77,00	23,00	9,72	9,26	3,11	0,91
Kass	81,63	18,37	9,08	3,33	4,91	0,58
Pühvel	82,93	17,07	4,59	7,46	4,21	0,81
Põhjaõder	67,7	32,3	10,9	17,1	2,8	1,5
Kodujänes	69,50	30,50	15,54	10,45	1,95	2,56
Elevant	67,85	32,15	3,09	19,57	8,84	0,65
Delfiin	48,67	51,33	—	43,76	—	0,46

Veise piima vedelate produktide keemilist koostist esitab järgnev tabel:

Piimaliik	Vee %	Valgu %	Rasva %	Suhkru %	Tuha %
Juustuvesi (vadak)	93,4	0,9	0,3	4,8	0,6
Või- e. petipiim	90,1	4,0	1,1	4,1	0,7
Kooritud piim (lõss)	90,0	3,6	0,8	4,9	0,7
Kondenseeritud piim	21,5	10,2	12,9	52,9	2,5
Koor	55,9	8,5	34,5	2,0	3,0

Mõni päev enne ja pärast sünnitust eritav, keetmisel koaguleeruv, alul veniv ning kleepuv, vastsündinule määratud ternespiim e. KOLOSTRUM on lehmal kollaka või punakaspruuni värvusega (nimetatud värvus kaob paari päeva jooksul peale sünnitamist), nõrksoolase maitsega ja happelise reaktsiooniga, piimast kõrgema erikaaluga (1,040—1,080) ja järgmise, tavalisest piimast kõrge albumiini ning sooladesisaldusega erineva keemilise koostisega:

kaseiini	2,65%
albumiini	16,56%
rasva	3,54%
suhkrut	3,07%
tuhka	1,18%
seega kuivollust	27%
vett	73%

Tuhas rikkalikult esinevad magneesiumisoolad põhjustavad kolostriumi lahtistava toime, mis vajalik vastsündinu kuiva ja sitke rooja, mekooniumi e. soolepigi kõrvaldamiseks. Ternespiimas massiliselt esinevaid, mikroskoopiliste rasvatilgakestega täitunud 15—25 μ diameetrit omavaid rändrakke nimetatakse kolostriinalkehakesteks. Nad kaovad piimast enamasti 2—3 nädala järel, ilmudes laktatsiooni lõpul uuesti. Kolostriumi üleminek tavaliseks piimaks toimub aegamööda.

PIIMA päevane HULK võib lehmal laktatsiooni alguskolmandikul tõusta harukordadel üle 30 l. Peale kolmandat sünnitusjärgset kuud algab tavaliselt piimaanni pidev kahanemine ning lõpeb enamasti umbes 300-päevase kestuse järel hoopis. Ahtrate lehmade laktatsiooniperiood on pikem ning kastreeritud lehmadel võib see kesta aastaid. Piimaandi mõjustavaid asjaolusid on palju (tõug, indiviid, sööt jt.), kõigepealt aga määravad selle päritavad tegurid. Mitmed vahendid, eriti hüpofüüsi ja kollaskeha ning platsenta ekstraktid põhjustavad injitseerituna piimahulga ajutist tõusu, kuid tavaliselt kompenseerub see hilisema piimahulga vähenemisega. Piimatoodangut märgatavalt tõstvaid vahendeid tänini ei tunta.

Tänapäevani püsib lõplikult lahendamata küsimus, kas piim tekib vaid lüpsi vaheajal või eritub ta peamiselt just lüpsi kestel. Viimase arvamuse kaitseks esitatakse udara väiksemat kapatsiteeti lüpsil saadava piima hulgest. Igatahes tõstab päevas kolmekordne lüps piima saaki 10—15% võrra kahekordse lüpsiga võrreldes.

Piim on udara tõeliseks sekretsiooni (mitte filtratsiooni) produktiks, mis asjaolu järeldub tema, vereplasmast difereeruvast koostisest. Eriti kehtib see kaseiini ja laktoosi kohta, milledest esimesed mujal organismis üldse ei esine. Ainult anorgaanilised soolad ühtivad kvantitatiivselt vere sooladega.

Piimanäärmete tegevuse regulatsioon toimub peamiselt hormonaalselt, aga ka teda innerveerivate vasomotoorsete närvikiudude (*n. inguinalis*) kaudu. Sekretsiooni otseselt mõjustavaid närvikiude udaras ei tunta.

Inkreetorganite toime.

Kilpnääre (*glandula thyroidea*).

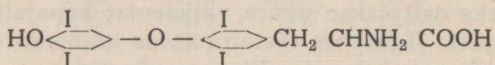
Kõikidel selgroolistel esinev kilpnääre asetseb imetajatel punakas-pruuni organina kõrisõlme (*larynx*) taga, haarates näärmeka (seal) või sidekoelise (täiskasvanud hobusel ja koeral mõnikord puuduva) kitsusega (*isthmus*) kõri ventraalselt ning kahe sagaraaga (*lobi*) teda külgedelt. Kilpnäärme parenhüüm koosneb suures erinevatest ümmargustest, ovaalsetest või mitmekujulistest, kihistumata epiteelist piiratud folliikulitest (põiekestest), mida väljast ümbritseb kapillaaride tihe võrk ja millede sees leidub enamasti atsidofiilselt tingeeruv, kilpnäärme hormooni, türoksiini sisaldav, tihe, homogeenne mass, kilpnäärme kolloid.

Kilpnääre sisaldab aastaegadele vastavalt varieeruvat (juuni ja novembri vahelistel kuudel u. 2—3 korda suuremat kui detsembri ja mai vahelistel kuudel) joodi hulka, mis on suhteliselt suurem kui üheski teises organis (kitsel u. 0,63%, koeral u. 0,05%) ja mille hulgaga kaasas käib organi mikrostruktuuri muutus (kolloidi hulk ja värvustatavus, folliikulite suurus jt.).

Kilpnäärme ekstirpatsiooni (kõrvaldamise) tagajärjed difereeruvad vastavalt looma vanusele. Kasvaval loomal pidurdab ekstirpatsioon füüsilist, vaimset ja seksuaalset arengut: looma kasv sisteerub või muutub üsna aeglaseks, proportsionaalselt suur pea püsib noorus-

likult ümmargusena, jäsemed lühikeste ning jämedatena, sugunäärmed jäävad arenematuks, tekivad nahahäired, ainevahetus väheneb ja loom muutub apaatseks. Täiskasvanud loomade sellepuhused kliinilised sümptoomid on vähemulatuslikud, avaldades peamiselt kroonilises kurtumuses, naha kuivuses, paksenemises ja karvakaos. Kõik need, kui ka inimesel ja loomal kaasasündinud kilpnäärme-puudumisega kaasuvad analoogsed nähud kaovad kilpnäärme või selle ekstrakti suukaudse või parenteraalse aplikatsiooni ja kilpnäärme transplantatsiooni (siirdistutamise) puhul.

Ekstirpatsioonijärgselt ilmuvaid muutusi tingib kilpnäärmest isoleeritud, aga ka sünteetiliselt valmistatud, türosiiniga sarnasust omavat ja sellest arvatavasti tekkivat, järgneva struktuurse valemiga hormooni TÜROKSIINI



puudumine. Türoksiin toimib ainevahetust korrastavalt, seda tavaliselt tõusutades ning valgu ja rasva lõhustamist suurendades (looma lahjumine). Samuti avaldub tema toime tserebrospinaalse ja autonoomse närvisüsteemi erutuvuse reguleerimises (hüpötüreoidismi puhul on inimesed ja loomad apaatsed, hüpertüreoidismi korral erutuvad nad liigselt).

Kilpnäärme degeneratiivsetest muutustest põhjustatud funktsionaalne insufitsientsus (hüpötüreoidism) tingib lastel, harvemini noortel loomadel, kasvu pidurdamist, gonaadide hüpoplaasiat ja idiootsust (infantiilset müksödeemi); täiskasvanutel kannab samast põhjustest tingitud, kehalise ning vaimse loidusega ja nahatursega kaasuv seisund müksödeemi nimetust. Mõlema, teatavatele joodivaestele maakohtadele karakterse haiguse ärahoideks kasustatakse viimasel ajal joodistatud keedusoola ja nende kureerimiseks värsket kilpnääret või selle ekstrakti.

Veterinaar-meditiinis kasustatakse värsket kilpnäärme söötmist või selle ekstrakte peale muu vanemate koerte ja kasside liigse rasvumise ja karvakaos puhul.

Kilpnäärme hormooni liigsest produktsioonist tingituna esineb inimesel nn. Basedow'i haigus, mille kliinilisteks sümptomideks kilpnäärme suurenemine, kiirenenud südametegevus, eksoftalmus (punnissilmasus) ja põhiainevahetuse tõus.

Puberteedi ja tiinuse puhul kilpnääre suureneb, olles tavaliselt väiksem kastreeritud loomadel.

Paratüreoidnäärmed e. epiteelkehakesed (*glandulae parathyroideae*).

Paratüreoidnäärmed on väikesed, kilpnäärme mõlema sagara sees, pinnal või läheduses paariliselt asetsevad (kokku 4) elutähtsad organid, mis koosnevad korrapäratult või lühikeste väätidena paigutatud epiteelrakkudest ja nende vahel asetsevast rikkalikust verekapillaaristikust. Asjaolu, et epiteelkehakesed asend ka ühes ja samas looma-

liigis teataval määral varieerub, kui ka nn. lisa- e. aktsessorsete epiteelkehakeste esinemise võimalus (rinnaõõnes, harknäärmes jm.) raskendavad nende täielikku kõrvaldamist. Peab arvama, et epiteelkehakeste täielik ekstirpatsioon on loomale fataalne igal juhul, kuid tehniliste raskuste tõttu õnnestuvad sellekohased operatsioonid (paratüreoidektomia) harva sajabrotsendilisel (koeral u. 100%, kassil 50—80%).

Epiteelkehakeste ekstirpatsioonile järgnev sümptomide kogu on tuntud paratüreogeense teetanuse nimetuse all; kõige reljeefsemalt ilmestub ta koeral. Üks kuni kolm päeva pärast operatsiooni ilmuvad alul lihaste üksikud fibrillaarsed tõmbed, mis kordkorralt kasvades lihastekrambiks arenevad. Hiljemini järgnevad sellele peaaegu kõikide kerelihaste kloonilised krambid üheaegse pulsi ja hingamissageduse tõusuga. Kuna mõned loomad juba esimeste tetaaniliste sööstude järel surevad, lõpevad teised lahjudes ja krampide sagededes alles 10—14 päeva järel. Üldiselt on noored loomad ja karnivoorid tundlikumad ekstirpatsioonile kui täiskasvanud või herbivoorid. Kirjeldatud nähud nõrgenevad või kaovad paratüreoidnäärmete ekstrakti süstimisel (mitte suukaudsel tarvitamisel) või organi transplanteerimisel. Umbes samasuguseid tagajärgi saadakse ka kaltsiumisoolade süstimisel või söödale lisandamisega. Viimane asjaolu, eriti aga kaltsiumi kontsentratsiooni alanemine paratüreoid-ektomeeritud loomade veres kui ka selle restitueerimise võimalus epiteelkehakeste ekstrakti süstimisega näitavad epiteelkehakeste korreerivat toimet kaltsiumi ainevahetusse. Ka normaalsete loomade vere kaltsiumi hulk tõuseb epiteelkehakeste ekstrakti süstimisel. Teisalt peetakse paratüreoidnäärmete olulisemaks ülesandeks valgu lõhustuse mürgise vaheprodukti guanidiini detoksikatsiooni (mürgitustamist).

Epiteelkehakeste mõjuva teguri, hormonaalse paratüriini keemiline koostis on lõplikult selgitamata. Tema mõju avaldub nii oraalset kui ka süste teel tarvitatuna.

Koduimetajatel on epiteelkehakeste häireid vähe uuritud.

Harknääre (*glandula thymus*).

Kõikidel vertebraatidel (peale tsüklostoomide) esinev, imetajatel prekardiaalses mediastinaal-õõnes ka kaela ventraalsel küljel, mõlemal pool kõri asetsev, tekkel epiteliaalne, hiljemini lümforetikulaarsete organitega (lümfisõlmed, põrn) sarnanev harknääre leidub maksimaalselt arenenuna vaid noortel loomadel; puberteedist alates väheneb ta pidevalt, kuid püsib rasvkoega läbikasvanud saarekestena veel üsna elatanud loomadel.

Harknääre koosneb kandilistest, 13—15 mm läbimõõduga sagaratest, milles eristatakse koor- ja sellest ümbritsetud säsiollust. Mõlemas esinev epiteliaalse päritoluga retikulum koosneb koorolluses peentest protoplasmalistest jätketest ja omab säsiiga võrreldes suuremaid silmi, mis tihedalt täitunud vere valgelibledega, peamiselt lümfotsüütidega (tümotsüütidega). Kontsentreeritum säsi retikulum võimaldab endas väiksema hulga tümotsüü-

tide koondumist ning värvustub seetõttu koorollusest heledamalt. Teiste lümfo-retikulaarsete organite suhtes on harknäärmele karakterseid tema säsis leiduvad, erineva suurusega (15 μ diameetriga alates kuni mitmesaja μ -ni), kontsentriilselt kihistunud, degenereerunud rakkudest koosnevad temporaarsed (ajutised), veel selgitamata ülesandega moodustised, Hassali kehakesed.

Harknäärme toimeks on peetud keha kaitset mürgiste ainete vastu, kaltsiumi ainevahetuse korrastamist või jälle organismi varustamist nukleiinhappegaga. Üldiselt aga ollakse tema ülesandes vähem teadlik kui teiste inkreetaärmete suhtes ja isegi tema kuuluvuses viimaste hulka ei olda üksmeel. Harknäärme söötmise või tema ekstraktide süstimise tagajärjed on enamasti negatiivsed. Tema, looma surma mittepõhjustava ekstirpatsiooni tagajärjena kirjeldatakse skeleti alaarengut, luude pehmumist, piimahammaste persisteerumist ja sugunäärmete suurenemist.

Üldiselt on aga ka ekstirpatsiooni tagajärjed vasturääkivad.

Vasika harknäärme happelise ekstrakti kestva, generatsioone läbiva süstimisega on saavutatud noorte ja täiskasvanud rottide kasvu kiirenemist resp. kaalu suurenemist ning vastsündinute arvu ja kaalu kasvu. Viienda generatsiooni katseloomad sünnitasid hammastega varustatud ja avatud kõrvadega järglasi, kellel silmad avanesid juba kolmandal päeval ning suguküpsus saabus tavalisest märgatavalt varemalt (R o w n t r e e jt., 1934).

Silmapaistvas seoses on tühimus sugunäärmetega. Prepuberteetselt kastreeritud loomadel püsib ta kauem ning suguliselt koormatud isasloomadel väidetakse tema involutsiooni kiirenemist.

Pankrease e. Langerhans'i saarekesed.

Langerhans'i saarekesteks nimetatakse kõhunäärmes laiaili paigutatult (dissemineerunult) esinevaid inkretoorse toimega väikesi (koduimetajatel keskmiselt 50—100 μ diameetrit omavaid), kõikidele mammaalidele omaseid, nõrgalt tingeeruvate ja korrapäratu asetusga rakkude kogumeid, mida leidub pankrease iga 1—4 mm² lõikepinnal vaid ainus ning millede kogumaht moodustab näärmest enesest vaid $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{33}$ osa. Pankrease juha(de) ligeerimisele järgneva näärme ekskretoorse osa degeneratsiooni puhul jääb saarekeste struktuur ja funktsioon muutumatuks. Pankreas on seega oma koostiselt ja toimelt kahelise iseloomuga näär.

Saarekeste hormooni INSULIINI (*insula*=saar) keemiline iseloom on seni lõplikult selgitamata. Võrdlemisi puhtal kujul valmistatakse teda kõhunäärme ekstraktist. Tema toime avaldub vaid parenteraalselt (mitte suukaudselt) aplitseerituna. Insuliini ülesandeks on karbohüdraatide ja osalt ka rasvade ainevahetuse korrastamine.

Pankrease ekstirpatsioonile (seega ka saarekeste kõrvaldamisele) järgneb loomal lühikese aja kestel¹ (u. 24 tunni jooksul) glükoosi-

¹ Tiined koerad taluvad pankrease ekstirpatsiooni kuni sünnitamiseni, mis asjaolu seletub loodete kõhunäärme inkretoorse (insuliini produtseeriva) toimega. Muu hulgas algab saarekeste inkretsioon pankrease ekskretoorsest toimest varem.

hulga tõus veres¹ ja ta eraldumine kuses (glükosuuria; uriini suhkrusisaldus võib glükosuuria puhul tõusta 10%-ni). Samal ajal uriini ning kusiniku hulka tõuseb. Sama kordub ka karbohüdraatidevaba dieedi korral, sest maks, lihased ja teised organid on kaotanud glükogeeni deponeerimise võime ja lisaks sellele moodustub glükosid ka amiinohapetest ja rasvast suurenenud määral. Organismi jäetud näärmel $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ osast jätkub mainitud häirete vältimiseks. Ülal tähendatud asjaolu tõttu ei põhjusta pankrease juha(de) ligeerimine glükosuuriat.

Eksperimentaalse glükosuuriaga sarnanev haiguspilt, mis põhjustatud saarekeste degeneratiivsetest muutustest (ning seega insuliini puudumisest või selle hulga vähesusest), on tuntud SUHKURTÕVE (*diabetes mellitus*) nimetuse all. Nii eksperimentaalse glükosuuria kui ka suhkurtõve sümptomid on kõrvaldatavad insuliini korduva süstimisega subkutaanselt. Süstete katkestamise puhul ilmuvad diabeedi nähud uuesti.

Insuliini süstimisel tervesse organismi langeb veresuhkru (glükosid) % alla normi, kuid glükogeeni hulk maksas ja lihastes kasvab. Veresuhkru hulga liigne langus tingib krampe, temperatuuri langust või koguni looma surma hingamise halvatusel. Glükosid intravenoosne injektsioon toimib sel puhul kureerivalt.

Neerumanus e. adreen (*glandula suprarenalis s. adren*).

Neerumanused koosnevad imetajail (mammaalidel) kahest, tekelt, struktuurilt ja talitluselt erinevast osast: välimisest koor- ja sisemisest säsiolusest (*substantia corticalis et s. medullaris*).

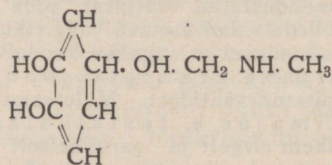
Mesodermsest tsölomiepiteelist arenenud koorollus koosneb, peale teda väljast katva sidekoelise, väheseid lihas- ja elastseid kiude omava kihnu, peentest, enamikus välispinnaga perpendikulaarselt kulgevatest, polügonaalsetest epiteelrakkudest moodustatud väätidest, mida seovad üsna vähesed sidekoelised elemendid, kuid millele vahel asetseb väga rikkalikult verekapillaare. Epiteelväätide kuju ja seose alusel eristatakse koorolluses järgnevalt loendatud kolme tsooni: 1) kaarjas e. arkuaat-tsoon (*zona arcuata*) moodustub kihnu all kaarjalt paigutatud väätidest. Mäletsejatel puudub ta, olles asendatud järgnevaga. 2) Kimpjas e. fastsikulaat-tsoon (*zona fasciculata*) koosneb enam-vähem sirgelt ja paralleelselt kulgevatest, välispinnaga perpendikulaarselt paigutatud väätidest, mis säsi piiril võrkjalt seostudes 3) võrkja e. retikulaar-tsooni (*zona reticularis*) moodustavad. Nimetatud tsoonidest on kõige paksem keskmine. Eriti säsi piiril sisalduvad väätidel rakud tsütosoomis hulgaliselt lipoidilgakesi, mis tavalistes preparaatides tingivad rakkude käsna välimuse (spongioplastid).

Ektodermse päritoluga sümpaatilistest närvisüsteemist arenenud, koorollusest ümbritsetud säsi parenhüüm moodustab mitmeti grupeerunud polügonaalsetest või silindrilistest, peeni kroomisoolade-lembesi (kaaliumbikromaadiga kollaseks värvuvaid) terakesi sisaldavatest, adrenaliini tootvatest kroomafiinsetest rakkudest ja sümpaatilistest ganglionirakkudest.

1 Veresuhkru hulk terve looma veres on võrdlemise konstantne. Inimesel leidub teda 0,09—0,11%, veisel 0,04—0,06%, seal keskmiselt 0,128%, koe-ral 0,085% ja kassil 0,069%.

Neerumanused on elutähtsad organid. Mõlemapoolse adreeni kõrvaldamisele järgneb enamasti looma surm mõne päeva jooksul. Kahe kuni kolme päeva järel peale operatsiooni järsku ilmuvad sümptoomid avalduvad looma isutuses, lihastenõrkuses (millega kaasas käib tagajäsemete halvatus), looma lahjumises, südame- ja hingamistegevuse häiretes ning kehatemperatuuri ja vererõhu languses. Ligikaudu analoogsed sümptoomid (progressiivne aneemia, vererõhu langus, kahhektiline lahjumine ja naha anormne pigmentatsioon) ilmuvad inimesel nn. Addison'i e. pronkstõve puhul (koduloomadel tundmatu), mis põhjustatud enamasti neerumanuste tuberkuloosist või nende kasvajatest. Nagu selgunud, tingib loendatud nähtude ilmumist ainult koorolluse puudumine; säsi kõrvaldamine üksi looma tervisele ja eale märgatavalt ei mõju. Arvatavasti seisab koorolluse toime seoses valgu mürgiste ainevahetusproduktide mürgitustamisega (neerumanusteta loomade veri toimib tervetele süstitult mürgisena) ja kolesteriini ainevahetuse reguleerimisega. Viimasel ajal on temast ekstraheeritud hormonaalse toimega ainet, kortiini ($C_{20} H_{30} O_5$) mis subkutaanselt, intravenoosselt ja intraperitoneaalselt (s. o. parenteraalselt) aplitseerituna koorolluse puudumist kompenseerida suudab kuitahes pika süsteperioodi lõpuni. Suu kaudu antuna on ta mõjuta. Kortikaal-ekstrakti kestev aplikatsioon teisi inkreetnäärmeid ei mõjusta. Kortiin korrastab vere- ja koevahelist veebalanssi ning pidurdab türoksiinist tingitud suurenenud valkude ainevahetust.

Üksikasjalisemalt on tundma õpitud säsi ekstrakti mõjuvat tegurit, amiinohappe türosiiniga lähedalt sarnanevat ja arvatavasti kehas sellest tekkivat, puhtal kujul eraldatud (Takamine, 1901) ja ka sünteetiliselt valmistatud kristalset, vees nõrgalt lahustuvat ainet, hormooni ADRENALIINI (suprarenini, epinefriini, adreniini), keemilises terminoloogias dihidroksümetüülamiin-etüülbensooli:



Adrenaliini intravenoossele injektsioonile järgnevad nähud on seletatavad tema, sümpaatilisi närve stimuleeriva toimega. Teatavat organit innerveerivate sümpaatiliste närvikiudude elektrilise ärrituse tagajärjed ühtivad samas organis saavutatud adrenaliini toimega ja vastupidi. Adrenaliini süste tagajärjed on järgnevad. 1) Vere-soonte (eriti arterioolide ja kapillaaride) ahenemine (nende media kontraheerumise tagajärjel) ning sellest tingitud vererõhu tõus. Veri valgub siseelunditest peamiselt skeletilihastesse. 2) Kõrvade ja sulgede püstumine pilomotorsete lihaste (*mm. arrectores pilorum s. plumarum*) kontraheerumisel. 3) Graviidse ja mittetiine uteruse kontraktsioon mõnel loomal, teistel mittetiine uteruse lõtvumine.

4) Pupilli avardumine. 5) Bronhide laienemine. 6) Mao-soolekanali lihaskesta lõtvumine ja sfinkterite kontraktsioon. 7) Higestumise suurenemine. 8) Glükogeeni ümbermuutmise glükosiks ja selle osaline uriinikaudne eraldumine (adrenaliini diabeet). Viimases osas toimib ta pankrease saarekeste hormoonile insuliinile antagonistina. Adrenaliini tavaliselt vähene hulk veres tõuseb neerumanust innerveeriva *splanchnicus*-närviga ärritamisel. Arvatakse mõnelt poolt, et adrenaliinihulk veres on tavaliselt mõjutult väike ja et ta produktsioon tõuseb vaid teatavate emotsioonide (näit. viha) puhul, tingides peamiselt vere valgumist skeletilihastesse.

Terapeutilise vahendina kasustatakse adrenaliini 0,1% vesilahust kapillaarse veritsuse pidurdamisel, akuutsete põletikkude (konjunktiiv) korral, lokaalselt anesteseerivate vahendite lisana jm. Tema mõju möödub kiiresti — mõne minuti jooksul.

Epifüüs e. ajukäbi (*epiphysis s. glandula pinealis*).

Epifüüs asetseb imetajatel paaritu organina kolmanda ajuvatsakese kohal, hemisfääride vahel. Tema interstitsiaalkoe vahed täituvad gliarakkudega, närvikiududega ja epiteloidsete, täiskasvanud loomadel arvuliselt vähenevate *pinealrakkudega*.

Epifüüsi inkretoorne toime on vaid tõenäone ja üldiselt väheselgunud. Tema prepuberteetselt algav taandareng ei luba oletada tema olulist tähtsust täiskasvanutel. Ekstirpatsiooni tagajärgede järgi otsustades pole ta elutähtis organ. Epifüüsi kasvajate puhul on täheldatud sugulist varavalmust ja üksikutel juhtudel infantiilset hiigelkasvu.

Hüpopüüs e. ajuripats (*hypophysis cerebri*).

Hüpopüüs asetseb paaritu, piklik-ovaalse, dorsoventraalselt lamesunud organina ajubaasil, seostudes viimasega õõnsa *lehtri* (*infundibulum*) kaudu. Struktuurilt ja geneesilt koosneb ta ventro-nasaalsest (ruminantidel ja seal) või välispoolsest (hobusel ja karnivooridel) pruunist, konsistentsuselt pehmemast, näärmelisest, primitiivsest suukoopast arenenud *sooleosast* (*pars intestinalis*) ja dorsokaudaalsest või seespoolsest, heledamast ja sitkemast, ajust arenenud *ajuosast* (*pars nervosa*). Sooleosas eristatakse omakorda *näär-e. eessagarat* (prehüpopüüsi) ja *ajuosa piiril paiknevat õhukest vahesagarat* (*pars intermedia*). Esimene neist koosneb tiheda kapillaaristiku silmades mitmeti ridastunud ja erinevalt värvuvatest (kromofobsetest ja baso- või eosinofiilselt tingeeruvatest kromofiilsetest) rakkudest. Ka vahesagar on epiteliaalne (basofiilselt tingeeruvatest rakkudest koosnev) moodustis, kuid peamiselt neurogliaist koosnevas ajusagaras näärmelised elemendid puuduvad; samuti ei leidu viimases ganglionirakke. Vahe- ja ajusagar moodustavad *koos tagasagara*.

Nagu teiste inkreetnäärmete, nii ka hüpofüüsi toimet selgitatakse ühest küljest tema ekstirpatsiooni ja teisest küljest tema ekstraktide injektsiooni tagajärgede kaudu. Sel teel on selgunud, et hüpofüüsi ees- ja tagasagar funktsioonis teineteisest totaalset erinevad.

Eessagara ekstirpatsiooni tagajärjed avalduvad täiskasvanud loomadel peamiselt suguorganite degeneratiivsetes muutustes, mille tõttu emasloomadel ind kaob ja sugurakkude küpsemine lõpeb; loom pole tiinestatav ning enne ekstirpatsiooni kontsipeerunud loomas arenev loode sureb. Isasloomadel degenereeruvad aktsessoorsed sugunäärmed, sekundaarsed sootunnused kaovad ja spermiogenees lõpeb. Katsealuste loomade suguorganite areng ja normaalne talitus restaureeruvad alles peale seda, kui neisse kõrvaldatud organist (mis pärineda võib noorelt või vanalt, isas- või emasloomalt) tükike implanteeritakse. Kastreeritud loomadel jäävad uterus ja aktsessoorsed sugunäärmed hüpofüüsi eessagara implantatsiooni resp. eessagara suguhormooni e. gonadotroopse faktori (prolaani) injektsiooni puhul muutumata. Esitatud asjaoludest järgneb, et 1) suguorganid pole oma arengus ja talitluses iseseisvad, vaid alluvad hüpofüüsi eessagara (suguhormooni) toimele ning 2) prehüpofüüs saab oma korrastavat mõju suguorganitele avaldada ainult sugunäärmete (ovaaride või munandite) kaudu.

Kui infantiilsele emasloomale implanteerida tükike eessagarat või kui süstida talle selle ekstrakti, siis saabub katseloomal puberteet peaaegu momentaanselt; seni väikestena püsinud ovaari folliikulid kasvavad 2—4 päeva kestel üsna suureks, mille tagajärjel ovaari maht ületab endise mahu mitmekordselt; samuti on suurenenud verekülalaseks muutunud uterus. Prehüpofüüsi suguhormooni kõneldavat toimet infantiilsete (3- kuni 4-nädalaste) valgete hiirte emas-suguorganitele (Z o n d e k - A s c h h e i m'i testi) kasustatakse mära tiinuse verekaudse diagnoosi puhul. Nimelt sisaldab mära veri tiinuse algupolel üsna suurel määral eessagara suguhormooni, mille tõttu selline veri katseloomadele injitseeritult samasuguseid ovariaalseid muutusi tekitab, nagu eessagara ekstrakt või prehüpofüüsi gonadotroopne faktor (prolaan). Hormonaalse diagnoosi tehnika on esitatud lk. 174. Teistel koduimetajatel puudub prehüpofüüsi suguhormoon veres ja ka uriinis (vt. tabel lk. 132).

Prehüpofüüsi gonadotroopse faktori (prolaani) suuremate dooside injektsioon põhjustab s u g u k ü p s e d e l loomadel pikemat aega kestvat või täielikku innaperioodide kadu, mis omakorda tingitud on ovaaride täitumisest luteiinkoega (kollaskehadega). Koertel ja kassidel on soovitatud sellise menetlusega asendada emaslooma kastratsiooni (hormonaalne sterilisatsioon).

Koertel 6—12 ja kassidel 6—8 kuud kestva steriilsuse resp. innatuse saavutamiseks soovitab K o c h (1936) neile subkutaanselt süstida prolaani õlissegu, esmakordselt 100 ja 4—5 päeva hiljemini 150 rotiühikut. Kõneldav menetlus on soovitavaid tagajärgi andnud aga vaid 80%-l katsekoertest. Mainitud aegade möödudes restaureerub östraaltsükkel uuesti.

Nagu nähtub öeldust, difereerub prolaani toime suguorganitesse vastavalt tema erinevale hulgale: vähene kvantum kiirendab folliikulate valmimist ühes konsekutiivsete muutustega, suurem hulk aga tõkestab folliikulate arengut ja soodustab luteiinkoe kasvu.

Peale suguorganitesse toimiva gonadotroopse faktori sisaldab eessagara inkreet *prehüpopüüsiin* veel kilpnäärme tegevust korrastavat *türeotroopset*, piima sekretsiooni tingivat *laktaatsiooni-* ja noore looma kasvamisest võimaldavat *kasvufaktorit*. Kasvava looma hüpopüüsi eessagara ekstirpeerimisel sisetruuvad katsealuse keha kasv ja suguorganite areng. Kui aga arenevale loomale süstida korduvalt pikema aja kestel *prehüpopüüsi* ekstrakti, siis ületab katsealune pesakaaslasli suuruses kuni kahekordselt.

Tagasagara inkreet, *posthüpopüüsiin*, koosneb mitmest, tänapäev üksteisest isoleeritud ja puhtalt valmistatud faktorist e. hormoonist: *uteruse*, *kusepõie* ja *kusejuha* lihaskesta energilisi kontraktsioone tingivast *orastiinist* (e. *uteritriinist*, *oksütoksiinist*), *veresoonte*, eriti *kapillaaride* kontraktsiooni kaudu *vererõhu* tõstmist võimaldavast *vasopressiinist* (e. *tonefiinist*, *tonitriinist*), ja *kudede vee seostamisvõimet* reguleerivast *antidiuretiinist*.

Hüpopüüsi hüperfunktsioon tingib inimesel akromegaalia haiguspilti (jäsemete ja pea fatsiaalse osa liigne kasv) ja sama näärme alatalitlus aeglast kasvu, vaimset arenematust, rasvumist ja genitaalide alaarengut (*dystrophia adipogenitalis*).

Sugunäärmed e. gonaadid.

Sugurakkude produktsiooni kõrval toimivad gonaadid (munasarjad ja munandid) ka inkretoorset. Kõige piltlikumalt tuletub nende funktsioon sugunäärmete ekstirpatsiooni (siin *kastratsiooniks* nimetatud) tagajärgedest, mida järgnevalt lühidalt vaatleme.

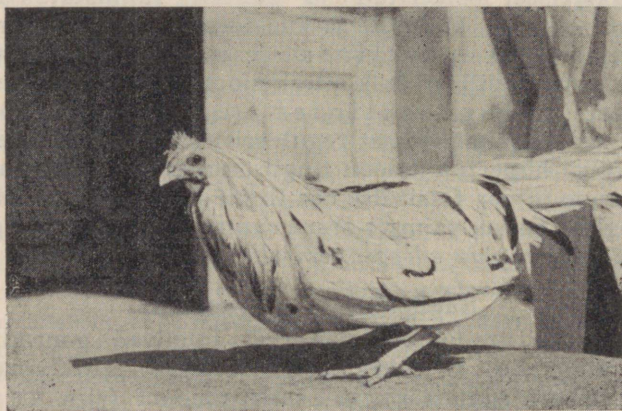
Kastratsiooni kõige otsesemaks ja paratamatuks järelduseks on kastraadi steriilsus. Suguiha seevastu ei kao, eriti vanemalt kastreeritud loomadil mitte momentaanselt (ruunadel püsib paaritusvõime mõnel juhul aastaid). Kastratsioonijärgsed orgaanilised muutused olenevad oluliselt sellest, kas kastratsioon toimub *pre-* või *postpuberteetselt*. *Prepuberteetne* kastratsioon tõkestab aktsidentaalsete sootunnuste¹ arengut; nii püsib isaskastraadil peenis atroofilisena ning ta ei erigeeru; *lisasugunäärmed* on arenemata ja sekreeditühjad;

¹ Sootunnused (*differentiae sexuales*) jagunevad *Poll'i* (1911) järgi järgnevalt:

1. *differentiae sexuales essentiales s. germinales* (sugunäärmed),
2. " " *accidentales*:
 - a) *genitales subsidiariae*:
 - aa) *internae*: tuub, uterus, tupp, munandimanus, seemnejuha ja aktseessoorsed sugunäärmed,
 - ab) *externae*: häbe, peenis ja udar.
 - b) *extragenitales*:
 - ba) *internae*: hääleorgan, psüühilised erinevused,
 - bc) *externae*: karvastus, värvus, kaitsevahendid.

Ekstragenitaale tuntakse samuti *sekundaarsete sootunnuste* nimetuse all.

ekstragenitaalsete sootunnuste (hääleorgan, karvastus, ilu- ja kaitsevahendid) areng siseerub samuti. Analoogselt püsivad infantiilses staadiumis prepuberteetse kastratsiooni puhul ka emaslooma aktsidentaalsed sootunnused (tuub, uterus ja vagina jäävad väikesteks ja neis puuduvad tsüklilised protsessid; tavaliselt atrofeerub ka udar). Nii isas- kui emaskastraadid sarnanevad üksteisega ulatuslikult, erinedes samas aoseksuaalse e. kastraaditüübina täissoolistest. Vara kaстреeritud koduimetajad omavad toruluude epifüüsplaatide hilinenud luustumise tagajärjel pikemaid jäsemeid ja suuremat turjakõrgust kui kaстреerimata loomad; nende luisel vaagnal puuduvad sootunnused ja nende kolju on pikem isaslooma omast. Kastratsioon mõjub aga ka teistele inkreetnäärmetele (hüpofüüs suureneb, tuumuse involutsioon aeglustub, adreeni koorollus ja Langerhans'i saarekesed hüperplaseeruvad



Joon. 25. Kabun (kaстреeritud kukk).

ning kilpnääre ja epifüüs vähenevad), nende hüpo- või hüperplasiat ja seega kaasuvat hüpo- või hüperfunktsiooni tingides, mille tõttu mõned kastratsiooni tagajärgedest ka sellistest (teiste inkreetnäärmete) muutustest pärineda võivad.

Postpuberteetse kastratsiooni mõju on seda väiksem, mida vanem on kaстреeritav loom. Aktsidentaalsed sootunnused hoiavad alal enam-vähem oma endise suuruse ja kuju ega muutu rudimentseteks, nagu prepuberteetse kastratsiooni puhul. Küll kaob aga suguorganite turgor ja sekretsioon. Üldiselt sarnaneb hiliskastraat täissoolise loomaga.

Nii kana kui kuke täielik kastratsioon annab ühe ja sama kastraaditüübi, k a b u n i (joon. 25), mille päritolu (kas kukest või kanast) sageli isegi asjatundjal võimatu on määrata. Kabuni hari, lokutid ja kõrvalestad on väikesed, sulestik ja kannused aga sarnanevad kuke omadega. Suguhiha, „kukekutse“ ja võitlusihha tal puuduvad.

Oksüdatsiooniprotsesside aeglustumise tõttu on kastraadid kergesti nuumatavad. Sigade kastratsioonil on see asjaolu oluliseks mo-

mendiks. Karbohüdraatide ja valgu ainevahetus on seejuures vähem afitseeritud. Kastratsiooni tagajärjed on ajutiselt välditavad sugu-näärmete transplantatsiooni või nende ekstraktide süstimiste teel.

Inimesel toimetatakse kastratsiooni arstilistel ja mõnel juhul ka rassihügieenilistel, koduloomadel aga enamasti majanduslikel kaalutlusil. Kastreeritud loomi on hõlpsam tööle rakendada (ruun, härg), hõlpsam nuumata (orikas), neil puudub isasloomadele (kult) karakterne, liha kvaliteeti halvav lõhn, nad ei lahku kodust innaajal (koerad ja kassid) ning suguloomadeks mitte kõlvates ei ohusta nad väärtuslikku sugumaterjali (täkkude sunniviisiline kastratsioon). Emasloomade kastratsioon on isasloomade omast ohtlikum ja üldiselt vähe kasustatav.

Gonaadide raukusinvolutsioon sarnaneb oma tagajärgedelt ligikaudu kastratsiooniga (vanemate naisterahvaste rasvumine, nende hääle madaldumine, karvade kasv näol jne.).

Unilateraalne kastratsioon on mõjuta, sest et alalejäänud sugunääre hüpertrofeerudes täidab ka puuduva gonaadi ülesandeid.

Gonaadidest produtseerib ovaar kaht hormooni — follikulitest pärinevat follikuliini ja kollaskehas tekkivat lutiini.

FOLLIKULIINI (teeliini, östriini, menformooni, amniotiini) infantiilsetele, 3- kuni 4-nädalastele (6—8 g raskele) või vanematele kastreeritud emastele valgetele hiirtele süstides ilmuvad neil 80—100 tunni järel innatunnused: süstitud looma jälgivad isased ja ta on paaritatav. Orgaanilisi muutusi leiame samal ajal aga ainult uterus ja tupes; ovaarid seevastu on jäänud hormoonist täielikult mõjustamata (ind on osutunud pseudoinnaks).

Innaaegsed muutused avalduvad katseloomade uterus limaskestas vereköllasuses ja näärmete arengus ning tupes peamiselt selle epiteeli kattumises sarvestunud kihiga (epiteeli kornifikatsioonis). Vaginaalmääretises leiduvad siin, nagu tõeliseltgi innaperioodil, eosiniga tugevasti tingeeruvad sarvestunud epiteelrakud või nende kogumid (kängud). Tuumaga varustatud epiteelrakud ühes leukotsüütidega, millede esinemine tupemääretises on karakterne östraaltsükli teistele faasidele (vt. östraaltsükli kirjeldus lk. 139), puuduvad innaaegses määretises. Kõneldava hormooni (follikuliini e. östriini) leiu konstateerimiseks jätkub seetõttu süstitava looma vaginaalmääretise uurimisest (nn. Allen-Doisy testist). Hormooni hulk, millest jätkub ühe kastreeritud hiire või roti innastamiseks (konstateeritav vaginaalmääretise pildi põhjal), moodustab 1 hiire- resp. rotiühiku.

Follikuliini tekkekohta selgitades kombineerisid Zondek ja Aschheim Allen-Doisy testi ovaari mitmesuguste struktuursete komponentide (granuloosa, teek, kollaskeha, ovariaal-strooma) implantatsiooniga kastreeritud hiire reiemuskulatuuri. Selliste katsete teel selgus, et (inimese) ovaaris follikuliini e. östriini produtseerijaks on follikuliiteek. Follikuliin ei leidu

aga mitte üksnes tekkekohal ja follikulivedelikus, vaid palju suuremal määral graavidse naise, eriti aga tiine mära uriinis. Tiine mära uriin, mis praegu on peaaegu ainukeseks toormaterjaliks follikuliini valmistamisel, sisaldab kandeaja teisel poolel 1 liitris 100 000 kuni 1 000 000 hiireühikut. Graavidse naise uriinis on östriini kontsentratsioon 10—100 korda väiksem. Tiine mära eraldab uriiniga niisama palju follikuliini kui sünnituskliiniku 1500 naispatsienti (Z o n d e k, 1933). Ka tiine mära veres leidub follikuliini, kuid selles on ta hulk väga varieeruv.

Follikuliini uriinikaudne eliminatsioon algab märal 6. tiinusenädalast; siit peale kasvab elimineeritava hormooni hulk sünnituseni, mille järel follikuliin kusest kaob täielikult. Lehmäl algab follikuliini uriinikaudne eraldumine alles tiinuse teisel poolel ning lambal puudub ta uriinis kogu tiinuseaja jooksul. Seal toimub follikuliini kusekaudne märgatav eraldumine kaks korda tiinuse kestel: esmaselt leidub ta uriinis 23. ja 30. tiinusepäeva vahel, vahepeal kaob ta ja uuesti algab ta aeglane, kuid sünnituseni kestev tõus 11. tiinusenädalast. Tiinete kasside ning koerte uriinis ja veres pole seksuaalhormoone (follikuliini ja prehüpofüüsi suguhormooni) leitud.

Follikuliini ja hüpofüüsi eessagara suguhormooni esinemist või puudumist koduimetajate veres või uriinis näitab järgnev (V o g t'i, 1935) tabel:

Materjal	Hobune		Veis		Lammas		Siga		Koer	
	Follikuliin	Prehüpofüüsi suguhormoon	Follikuliin	Prehüpofüüsi suguhormoon	Follikuliin	Prehüpofüüsi suguhormoon	Follikuliin	Prehüpofüüsi suguhormoon	Follikuliin	Prehüpofüüsi suguhormoon
Tiinete emasloomade veri . . .	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Isasloomade veri . . .	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tiinete emasloomade uriin . . .	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Isasloomade uriin . . .	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-

Follikuliini uriinikaudsel eliminatsioonil baseeruv tiinuse hormonaalne diagnoos, milles uriini süstete tagajärge (follikuliini esinemist või puudumist uriinis) infantilsetele valgetele hiirtele hinnatakse Allen-Doisy testiga, on hobusel kasustatav juba 8. tiinusenädalast. Praktilistel kaalutlustel on aga teda tiinuse algupoolel asendatud märal verekaudse juurdlusega (vt. tiinuse kestus, tunnused ja diagnoos, lk. 174). Veisel ja seal on hormonaalne tiinuse diagnoos aplitseeritav vaid tiinuse teisel poolel (K ü s t i [1934] andmetel lehmäl 23. ja seal 11. tiinusenädalast alates). Mõningate uurijate väitel võimaldub kõneldav diagnoos lehmäl juba 5. tiinusenädalast alates. Seksuaalhormoonide puudumise tõttu lamba ja karnivooride veres ning uriinis ei tule tiinuse hormonaalne diagnoos nende juures kõne alla.

Keemiliselt puhas follikuliin (steriinühendite hulka kuuluv külastumata tetratsükliiline alkohol, $C_{18}H_{24}O_2$) on kristalne, rasva solventides kergesti ja vees vaevalt lahustuv aine, mille 1 g vastab 10 000 hiireühikule.

LUTIIN e. progestiin on kollaskeha produkt. Tema toime on follikuliiini omaga vastandlik. Lutiini suguküpsedele katseloomadele injitseerimisel lakkab neis folliikulite valmimine ning ühes seega kaovad ind ja ovulatsioon. Kui, vastupidiselt, veiselt kõrvaldatakse ovulatsioonikollaskeha enukleatsiooni teel, siis ilmub temal innaperiood 3—5 päeva jooksul östraaltsükli faasist sõltumatult, s. t. kollaskeha enukleatsioon kiirendab inna kordumist. Kollaskeha hormooni ülesandeks on uteruse ettevalmistus areneva idulase vastuvõtuks kui ka edasiste soodsate arenemistingimuste loomine. Infantiilsetele või kastreeritud suguküpsedele emasloomadele lutiini süstimisega omandab nende uteruse limaskest tiinuse algusele karakterse ehituse. Tiinete lehmade kollaskeha enukleatsioonile järgneb abort 2 kuni 4 päeva jooksul. Kollaskehade ekstrakti süstimisega samadele loomadele võib abordi toimetulekut edasi lükata. Follikuliiini mõjul proliferunud uteruse limaskest muutub lutiini toimel funktsionaalseks.

Edasistest lutiini toimetest nimetatakse tema paralüüsivat mõju uteruse kontraktsioonidele ning tema udara kasvu stimuleerivat funktsiooni. Viimast on täheldatud infantiilsetel koertel ja kodujänestel tiinetelt lehmadelt pärinevate kollaskehade transplantatsiooni tagajärjel.

Steriiniühendite hulka kuuluv lutiin ($C_{21}H_{30}O_2$) moodustab puhtal kujul nõelataolisi, rasva solventides kergesti lahustuvaid kristalle. Kristalse lutiini 0,75 g moodustab 1 kodujänese ühiku (kodujänese uteruse limaskesta preplatsentatsioonifaasi tingiv hormooni minimaalne hulk).

Munanditest produtseeritud seksuaalhormoon, ANDRO- e. TESTOSTEROON, küllastumata tetratsükliiline oksüketoon ($C_{19}H_{28}O_2$) on keemiliselt lähedalt sarnane östriiniga, mille tõttu ta viimaseks kergesti ümber muutuda võib. Tema tingib munandite, penise ja aktsessorsete sugunäärmete kasvu ning sekundaarsete sootunnuste (ekstragenitaalide) arengut isasloomal. Hormooni resp. munandite ekstrakti hulk, mis kahel üksteisele järgneval päeval kabunile süstides tekitab 3—4 päeva jooksul selle harja välispinna suurenemise 20% võrra, moodustab 1 k u k e h a r j a ü h i k u. Mehe ja isasloomade uriin sisaldab alaliselt vähest androsteriini hulka (mehe uriini 25 000 liitris 15 mg) ¹.

Rejuvenatsioon e. noorendus.

Rejuvenatsiooni, restitutsiooni e. noorenduse all mõeldakse raukusnähtude ajutist kõrvaldamist sisemisel teel, tavaliselt inkreetnäärmetest pärinevate preparaatide või nimetatud organite siirdistutamise abil. Elu pikendamise ja raukusnähtude kõrvaldamise püüe on ürgne,

¹ Suguorganitesse toimivate hormoonide aplikatsioonivõimaluste üle koduloomadel leidub üksikasjalisemaid andmeid H e t z e l'i töös: Die auf die Geschlechtsorgane wirkenden Hormone und ihre therapeutische Anwendung. Wiener tierärztl. Monatschrift, nr. 10 ja 11, 1936.

kuid oma tõhusat lahendust ootab ta veel praegu. Kõige olulisemaiks ja kõikide inimeste ning loomade juures kehtivateks tervise, elutahte ja elu pikendamise vahenditeks on jäänud tänapäevani hügieeniõpetuses fikseeritud normid. Viimaste täielikult ignoreerijatele tohiks ka vähe abi olla endogeensest karastusvahendist.

Restitutsiooni küsimuse seisukohalt omas sajandite vahetusel olulist tähtsust Metšnikov'i õpetus jämesoole pisikutefloora mõjustamisest.

Vene surnud bioloogi Metšnikov'i õpetuse järgi tingivad inimese enneaegset vananemist ja surma tema jämesoole roiskumisbakterid kehasse resorbeeruvate mürgiste roiskumisproduktide kaudu. Õeldu tõenduseks väitis ta, et vähese sooleflooraga loomad kõrgema vanuseni jõuavad kui soole hulgaliselt pisikuid omavad loomad. Et lisaks sellele sügis rikkalikult hapupiima kasutavate rahvaste hulgas paljud kõrge vanuseni elavad ja piimapreparaadid resp. piimahappebakterite kultuurid mao- ja soolehaiguste puhul sageli kureerivalt toimivad, siis nägi Metšnikov just hapupiimas resp. hapupiimabakterites kohast vahendit jämesoole roiskumisprotsesside tõkestamiseks. Kuigi jämesoole bakterkonna ümbermuutmise, õigemini asendamise teiste liikidega Metšnikov'il ebaõnnestus, saavutas ta ometi toidule laktoosi (piimasuhkru) hulgalise lisandamisega piimahappebakterite ülekaalu ning viimase kaudu omakorda ka roiskumisprotsesside pidurdamist. Hilisemad uurijad pole suutnud täiel määral ühineda Metšnikov'i interpretatsiooniga jämesoole bakterkonna toimest ega selle mõjustamisest saadud resultaadidega. Neile näib, et piima kiidetud toime avaldub eeskätt tema kõrges toiteväärtuses.

Sugunäärmete inkretoorsel toimel baseeruvat „noorendamist“ taotellakse 1) sugunäärmete transplantatsiooniga, 2) seemnejuha (vas deferens) ligeerimisega (vasoligatuuriga) või munandi parenhüümi vigastamisega ja 3) sugunäärmete ekstraktide resp. nende hormoonide süstimisega.

Noorelt loomalt pärinevast munandiparenhüümist transplanteeritakse osa kas raukuva looma munandisse, selle albugineasse või jälle naha alla. Ovaari transplantatsiooni puhul kasustatakse analoogseid istutamiskohti (ovaar, lihaskude, subkuutis). Transplanteeritud sugunäärme osa resorbeerub varieeruva aja kestel (mõne nädala kuni mõne kuu jooksul). Transplantatsiooni tagajärjed jagunevad operatsioonijärgseteks ja tõelisteks reaktsioonideks. Esimestel päevadel peale operatsiooni ilmub mööduv psüühiline ja seksuaalne erutus, kuid pärisreaktsioon algab alles 1—3 kuud peale transplantatsiooni. Üldiselt täheldatakse sel puhul vanusenõrkuse vähenemist või ajutist kadu, isu paranemist, sugulise potentsiaali ilmutamist (oluline väärtuslike kude suguloomade korral), koortel haistmise ja nägemise paranemist, karvkatte uuendumist, mõningate nahahaiguste (ekseemide) paranemist jne. Kõnelnud positiivset reaktsiooni ei saavutata mitte kõikidel opereeritudel (Maier'i katsetes reageerisid 92 raukunud koerast, kel toimetati munanditransplantatsiooni, positiivselt vaid 30). Õnnestunud operatsioonide tagajärgede kestus on väga varieeruv; koortel resorbeerub transplanteeritud munandiosa enamasti paari kuu jooksul ning ühes seega kaovad ka restitutsiooninähud. Nende maksimaalne kestus võib ulatuda koduloomadel ja inimesel paari aastani. Emasloomadega saadakse umbkaudu analoogseid resultate.

Raukunud looma sugunäärmete otsesteks mõjustamisviisideks on vasoligatuur, albugineatoomia, munandi parenhüümi traumaline vigastus, dekortisatsioon, munandi osaline ärasidumine ja fenoliseerimine. Viimast kasustatakse ka emasloomadel. Loendatud menetlustega saadud positiivsed tagajärjed ühtivad ligikaudu transplantatsiooni tagajärgedega nii iseloomult kui kestuselt.

Kõige sagedamini on tänini kasustatud vasoligatuuri, s. o. seemnejuha (*vas deferens*) kahekordset kinnisidumist ühes ligatuuride vahekohta läbilõikamisega. Teisel juhul valitakse ligeerimispaigaks munandi ja munandimanuse (*epididymis*) ühenduskoht (Steinach'i vasoligatuur). Albugineatoomia puhul eraldatakse munandi valkjaskesta (*tunica albuginea*) tehtud 2—3 cm pikkuse lõike kaudu väljapundunud parenhüümi osa. Selle tagajärjed on vasoligatuuri omadest vähem intensiivsed. Munandiparenhüümi traumalise vigastamise meetod on välja töötatud ja leiab praegugi kasutamist Riia professori Lebedinsky poolt. Operatsiooni läbiviimiseks kasustatakse siin vaid otsast painutatud nõela, mis anesteseeritud munandisse torgatakse ning seal ringi pööratakse, suguloomadel munandivõrgu (*rete testis Halleri*) vigastamisest hoidudes. Lebedinsky on oma menetlust tagajärjekalt tarvitanud kõikidel koduloomadel ja ka inimesel. Vähe tarvitatud dekortisatsioonil korral kõrvaldatakse munandilt albuginea väline kiht ja asetatakse seejärel munand uuesti skrootumisse (munandikotti). Sellega, nagu fenoliseerimisega, püütakse saavutada munandis suurenenud verevoolu. Fenoliseerimise puhul pintseldatakse isofenooliga (5—7% fenoolilahus) seemnevääti (isasloomal) või mesovaari ja mesosalpinksit (emasloomadel). Viimasel ajal on püütud selgitada kana munasarja fenoliseerimise tagajärgi munaproduktsioonile.

Kõikide nimetatud menetluste toime mehhanism on üksikasjades veel selgitamata, kuid oletatavasti tingib „noorendusnähte“ nii ühel kui teisel juhul resorbeerunud koest pärinevad ärritusained, mis aga peale sugunäärmete leiduvad ka teistes noorte loomade organites. Nii saavutas Romeis raukunud hiirtel isu ja kehakaalu kasvu, palja naha uuesti karvastumist ja üldseisukorra tunduvat paranemist noorelt loomalt pärineva maksakoe implanteerimisega. Sugunäärmete ekstraktide e. seksuaalhormoonide süstimist kasustatakse rohkem terapeutilises mõttes kui restitutsiooni saavutamiseks.

Üldiselt võib öelda, et nii koduloomadel kui inimesel on loendatud menetlustega võimalik saavutada raukumisnähtude osalist kõrvaldamist ja isegi sugulise potentsi taaselustamist, kuid et selliste operatsioonide tagajärjed pole kaugeltki alati positiivsed ja et positiivsed tagajärjed pealegi on üsna piiratud (tavaliselt 1/2- kuni 1-aastase) kestusega.

Peale kõneldud taotluste kasustatakse „noorendusoperatsioone“ paljudel terapeutilistel kaalutlustel (eriti inimesel) ja nende aplikatsioonivõimalusi on otsitud isegi loomakasvatustes. Suurema hulga lammaste juures 1924. a. Alžeerias ettevõetud nn. Voronov'i operatsiooni (sugunäärmete transplantatsiooni) tagajärgi analüüsides väitis Voronov, et umbes 10-kuuliselt opereeritud

lambad kaheaastastena kontroll-lammastest 12% võrra suuremat kehakaalu omavad ja 20% võrra rohkem villa produtseerivad. Veel suuremat üleolekut kontroll-loomadest näitasid Voronov'i väitel opereeritud oinaste järglased. Briti teadlastest koosnev asjaomane komisjon, kes Inglise põllutööstusministeeriumi ülesandel Voronov'i juhatusel korraldatavaid katseid Alžeerias uurimas käis, ei suutnud nende tulukuses veenduda. Voronov'i katseid 397 oina juures kontrollides jõuavad vene autorid (Z a v a d o v s k i jt., 1933) mainitud inglise komisjoniga ühesugusele otsusele.

Loomade sigimisest.

Sigimise seisukohalt on looma individuaalne iga jagatav neljaks osaks:

- 1) impotentsuse periood,
- 2) puberteedi „ „
- 3) sugulise aktiivsuse periood
- 4) suguvõime languse või kao periood.

IMPOTENTSUSPERIOODIL püsivad sugunäärmed „uinuvena“ ning sekundaarsed sootunnused (ekstragenitaalid) välja kujunemata, ning et samas eas puudub alles huvi vastassooliste suhtes, siis näivad noored loomad ja lapsed a s e k s u a a l s e t e n a; noorte loomade omavaheline käitumine on analoogne vanemate kastreeritud loomade omaga.

PUBERTEEDIPERIOOD karakteriseerub nende konstitutsionaalsete muutustega (sekundaarsete sootunnuste kujunemisega ja suguorganite lõpliku kasvuga), mille kaudu sugupooled lõplikult üksteisest eristuvad. Puberteediperioodiga kaasuvad poisil hääle madaldumine, karvakasv näol ja genitaalide ümbruses, dispropertsionaalne kehakasv (pikkuses) ning käitumise muutumine, eriti vastassooliste suhtes. Isasloomad muutuvad sel ajal temperamendilt agressiivseteks, pullil otsmik laieneb, sarved kasvavad kiiresti, jne. Puberteedi alguseks loetakse s u g u i h a (*libido sexualis*) esmast ilmumist. Ta kestus on liigivaheliselt erinev; pealegi puudub kindel piir järgneva perioodiga. Parajas kliimas algab poisil puberteet u. 14- kuni 16-aastaselt ja sekundaarsed sootunnused on definiitivselt välja arenenud alles täiskasvanud (u. 22.—25. a.) mehel. Vastandina inimesele jõuavad isasloomad puberteedi-ikka emasloomadest varem. Üldiselt varieerub puberteedi algus tunduvalt, sõltudes muu hulgas suure määral kliimast ning looma söötmisest ja pidamisoludest. Küllaldane sööt ja soe kliima kiirendavad puberteediperioodi saabumist. Koduimetajaist algab ta täkul tavaliselt esimesel eluaastal, pullil harukordadel enne pooleaastast vanust, tavaliselt aga 6- kuni 9-kuuselt, oinal pooleaastaselt, kuldil 3- kuni 4-kuuselt ja koertel u. pooleaastaselt. Kuigi esmalise suguiha tekkega ka spermatootus algab ning loom seega juba puberteedi algusest s i g i t u s v õ i m e t (*potentia generandi*) omab, saabub suguküpsus vaid kõneldava perioodi möödudes, s. o. täkul u. 2½- kuni 4-aastaselt, pullil ja oinal 1- kuni 2-aastaselt ja kuldil u. 1 a. Emasloomadel on puberteedi alguseks esmaline i n n a- („jooksu-“) a e g ja tütarlapsel esmakordne m e n s t r u a t s i o o n. Puberteet algab tütarlapsel enne kui poisslapsel (12- kuni 15-aastaselt) ning puberteediaegsed konstitutsionaalsed muu-

tused (suguorganite kasv, vaagna laienemine, nahaaluse rasvkoe teke jt.) toimuvad siin samuti lühema aja kestel (u. 1—2 aasta jooksul). Ka emasloomadel ei lange ühte puberteedi saabumisaeg suguküpsuse algusega, mistõttu peab hoiduma noorte loomade liigest kasustamisest suguloomadena. Puberteediaegseid muutusi tingib sugunäärmete (gonaadide) samal ajal intensiivistunud hormonaalne toime.

SUGULISE AKTIIVSUSE PERIOOD kestab mehel 50. kuni 60. eluaastani ja naisel lõpeb ta nn. menopausi e. klimakteeriumi ajal, 45. kuni 55. eluaastal.

SUGUVÕIME LANGUSE JA KAO PERIOOD esineb tüüpiliselt naisel, alates 42. kuni 50. eluaastal 3—5 aastat kestva menopausi näol. Teda põhjustab suguorganite, eeskätt sugunäärmete atrofia: ovaarid muutuvad väikeseks, folliikulid kaovad, munajuhad ahenevad ja oblitereeruvad sageli, uteruse näärmed ja lihaskude degenerereerub. Nende muutustega kaasub menstruatsiooni korrapäratustumine ja hiljemini täielik kadu; seдекorratused, higistamine ja psüühilised häired. Menopausijärgselt muutub naine täielikult steriilseks. Kuigi ka mehe sigimisvõime 50. kuni 60. eluaastast alates väheneb, püsib see teataval määral ometi kõrge elueani. Et koduimetajate elu tulunduslikkudel kaalutlustel lõpetatakse peaaegu eranditult sugulise aktiivsuse perioodil, siis on nende suguelu vaibumise aja kohta vähe andmeid. Hobused on püsinud reproduktsioonivõimelistena üle 30-aastastena, lehmad ja lambad kuni 20. ning kassid 14. eluaastani. Samast ei järgne aga, et kõiki suguloomi kõrge eani kasustada võidaks. Looma sigimisvõime ei püsi kogu suguküpsuse perioodil mitte ühtlase kõrgusel, vaid ta tõuseb puberteediperioodist alates, saavutab haripunkti looma kõige jõulisemas eas ja langeb looma vananedes aegamööda uuesti.

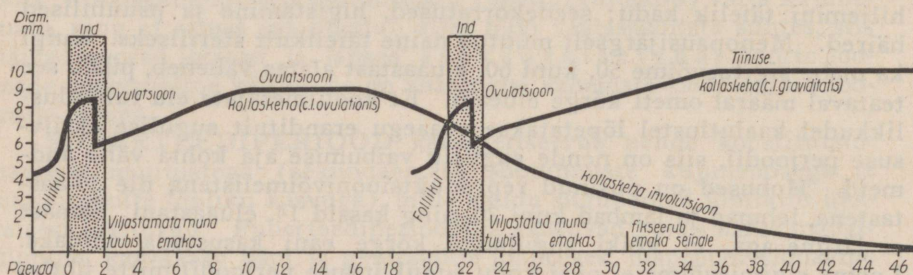
Andmeid koduimetajate sigimisvõime ilmumise ja vaibumise ajast kui ka elukestusest esitab järgnev tabel:

L o o m	Esmakordse inna ilmumise aeg (emasloomadel)	Esmakordse paaritamise aeg	Suguelu vaibumise aeg ¹⁾	Tegelik elukestus	Maksimaalne e. võimalik elukestus
Hobune	1—1½ a.	Vastavalt tõule 2½—4 a.	22—25 a.	20—25 a.	30—40 a.
Veis	8—12 k.	♂ 1—1½ a. ♀ 1½—2 a.	u. 20 a.	8—10 a.	20—25 a.
Lammas	8—10 k.	♂ 1½—2 a. ♀ 1½—2½ a.	u. 8 a.	♀ 4—7 a. ♂ 3—4 a.	15—20 a.
Siga	5—6 k.	7—12 k.	6—8 a.	Lihaloomadel u. 1½ a.	15—20 a.
Koer	6—10 k.	1—2 a.	8—10 a.	12—14 a.	18—20 a.
Kass	6—10 k.	u. 1 a.	u. 10 a.	9—12 a.	15—17 a.

1 Selles osas esitatud arvud käivad emasloomade kohta. Üldiselt püsivad isasloomad kauem suguvõimelistena.

Östraaltsükkel.

Enamikul domestitseerimata loomadest püsivad emassuguorganid suurema osa aastast puhkestaadiumis ning kogu selle aja kestel puudub loomal suguiha. Aastaaega, mil emasloom muutub seksuaalselt aktiivseks, nimetatakse vastava loomaliigi PAARITUS- e. SEKSUAALSESOONIKS. Ainult seksuaalsesoonil on emasloom paaritav, kuid tõepoolest võimaldub kopulatsioon veelgi piiratumal ajal, ÖSTRAAL- e. INNAPERIOODIL („jooksu aeg“). Viimasena mainitud reeglist moodustavad erandi mõningad primaadid, eesotsas inimesega. Kahe suksessiivse seksuaalsesooni vaheaega, mil suguorganid püsivad puhkavatena (aneemilistena), nimetatakse anöstraalperioodiks e. ANÖSTRUMIKS. Domestitseerimata loomadel on viimane tavaliselt pikk, okupeerides enamiku aastast ja lõppedes järgneva seksuaalsesooni algusega. Innaperiood võib seksuaal-



Joon. 26. Sea ovariaalsed (folliikulite ja kollaskehade dimensioonide) muutused östraaltsükli kestel ning tiinuse puhul (Corner'i järgi ümber joonestatud).

sesoonil esineda vaid ainus kord (MONÖSTRILISED LOOMAD; koduimetajaist koer), või korduvalt. Paaritussesoonil mittetiinestumise puhul korduvalt indlevaid loomi nimetatakse SESOONSELT POLÜÖSTRILISTEKS (mõned lambatõud, kass), ning selliseid, kelle innaperioodid pikema vaheajata (anöstrumita) korduda võivad aasta ringi, POLÜÖSTRILISTEKS (mära, lehm, emis).

Polüöstrilisuus on domestitseerimisega (paremate söötmis- ja pidamisoludega) kaasuv näht, kuna koduimetajate metsikult elavad sugulased või esivanemad on peaaegu eranditult monöstrilised. Sööda ja kliima mõju östraalperioodide sagedusele ning intensiivsusele avaldub isegi looma individuaalses eas. Nii indleb šoti mustapealine lammas mäestikus paaritussesooni kestel vaid 2 korda, madalmaal aga 3—5 korda. Analoogseid erinevusi märgitakse meriinolammastel. Östraalperioodide sagedenedes seksuaalsesoonid pikenevad ning suguorganite puhkefaas (anöstrum) lüheneb, muutudes polüöstrilistel loomadel mõnepäevaseks diöstraalperioodiks e. DIÖSTRUMIKS. Kunagine sesoonsus püsib sellistel loomadel märgatavana veel vaid innaegade reeglipärasema esinemise ja innanähtude inten-

Õstraal- ja menstruaaltsükli muutusi tabellaarselt.

Proöstrum	Ööstrum	Metöstrum I	Metöstrum II	Di- või anöstrum	
Ovariaal- tsükkel	Ovaar vereküllane (hüperemiline); sisaldab keskmisi ja suuri folliikuleid ning degenereruvat(vaid) kollaskehahiti) eelnevast tsüklist.	Vereküllase organi pinna- või ovulatsioonilohus (hobune) leidub üks või mitu suurt folliikult, mis imna lõpuliikuvad (ovulatsioon). Keskmise suurusega ja väikesed folliikulid on atreetilised. Eelneva tsükli kollaskehade degeneratsioon jätkub.	Uus kollaskeha või uued kollaskehade tekkinud. Varem kollaskehade degeneratsioon. Keskmise suurusega folliikulid atreetilised.	Uute kollaskehade algav degeneratsioon. Atreetilised folliikulid.	Organ sisaldab väikesi ja keskmise suurusega folliikuleid, milledest enamik atreetilised. Kollaskehade puuduvad või leiduvad degenereruvatenä.
Uteriin- tsükkel a) koduime- tajail	Organ vereküllane; subepiteelilised kapillaarid tugevasti laiendunud ja osalt lõhkenud. Pinnapeiteel kõrgeneb ja ta sekretsioon algab. Näärmed algavad kasvavalt. Neis leidub arvukalt mitoose, nende epiteel kõrgeneb ja näärmete kulg muutub väämliseks. Strooma ödematootsuse.	Hüperemiline punane limaskest pundunud. Pinnapeiteel sekretsioon ja näärmete areng jätkub.	Näärmete maksimaalsuure hüpertroofia staadium: pinnapeiteel areng ja sekretsioon maksimaalne. Uteriinnäärmed ka basaalselt väänlised.	Taandarengustadium: Pinnapeiteel madalad ja sekretsioon vähenenud. Näärmete väänlised. Vähenenud valendik laieneb. Leukotsüütide invasioon.	Uteruse limaskest õhuke ja aneemiline. Pinnapeiteel lame või kuubiline. Uteriinnäärmed minimaalselt arenenud; näärmete luumen kitsas, rakud kuubilised, näärmete basaalne osa vääniline.
b) inimesel	Intermenstrum: Alul limaskest õhuke, aneemiline ja näärmete kulg sirge. Hiljemini muutub limaskest ödematootseks, epiteel kõrgemaks ja näärmed algavad kasvu.	Intermenstrum: Näärmed maksimaalselt hüpertroofeerunud, koguni väänlised, laiendunud ja nende luumelisse ulatuvad papilloossed vohangud. Limaskest koosneb sügavast, kompaktsest, kääsnjast kihist.	Intermenstrum: Näärmed maksimaalselt hüpertroofeerunud, koguni väänlised, laiendunud ja nende luumelisse ulatuvad papilloossed vohangud. Limaskest koosneb sügavast, kompaktsest, kääsnjast kihist.	Intermenstrum: Limaskest pindmine, kääsnjast kihist koosnev, kompaktse kihi pinnal alul veritseva haavaga. Limaskestaturse väänlised. Pinnapeiteel regeneereerunud näärmete püsima jäänud osadest.	Intermenstrum: Epiteeli jätkuv regeneeratsioon. Epiteel madal; limaskest õhuke.
Vaginaal- tsükkel: hiirel, rottil, merisael ja koduajänesel	Tupe valendik lai. Pak-senenud epiteelil pindmiste sarvestunud kihit eraldub sügavamastidukihiis hülgal. Mitoose. Vaginaallima sisaldab tuumaga epiteelirakke ja väheseid degenererunud leukotsüüte.	Epiteeli sarvestunud kiht deskvameerub. Vaginaallima sisaldab sarvestunud tuumata epiteelirakke. Leukotsüüdid puuduvad.	Tupevalendik pooteid kolabenerunud. Epiteel sarvestunud kiht deskvameerub lõplikult. Mitooseid ja leukotsüüdid puuduvad epiteelil.	Tupe valendik kitsas. Epiteelil sarvestunud kiht puudub; mitoose vähe. Vaginaallima sisaldab leukotsüüte ja väheseid tuumaga epiteelirakke.	

siivsema ilme kaudu teatavatel aastaegadel. Nii korduvad märal innaperioodid teataval määral aasta ringi, kuid, nagu näeme allpool, nad esinevad kõige reljeefsemalt ja korrapärasemalt ometi kevadel ja suvel, mis ajal peamiselt toimub ka märade paaritus.

Vastandina emasloomadele on puberteediikka jõudnud ja terved isased koduimetajad aastaegadele vaatamata pidevalt paaritusvõimelised; nende suguiha püsib enam-vähem ühtlasel tasemel ja ka nende generatiivsete organite tegevuses puudub emasloomadele omane tsükliilisus.

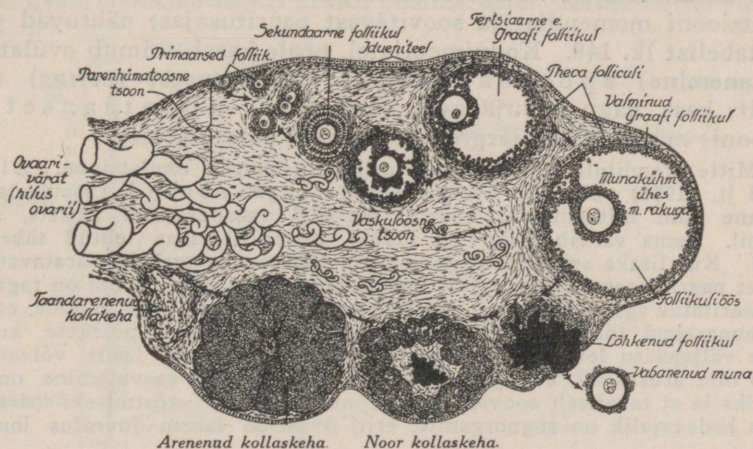
Kahe suksessiivse innaperioodi vaheaja kestel toimuvad generatiivsete organite muutused moodustavad ÖSTRAALTSÜKLI. Üksikute organite karaktersest korduvaid muutusi kirjeldatakse ovariaal-, uteriin- ja vaginaaltsükli nimetuste all. Reljeefsemaid östraaltsükli muutusi ovaaris (siga) ja ka teistes organites (veis) näitavad juuresolevad skeemid (joon. 26 ja 28) ning (Krediet'i koostatud) tabel lk. 139. Östraaltsükli eristatakse nelja perioodi e. faasi: 1) östrum (östraal- e. innaperiood; „jooksuaeg“), 2) metöstrum, 3) di- e. anöstrum (vastavalt puhkefaasi pikkusele) ja 4) proöstrum. Östraaltsükli alguseks loetakse innaperioodi (paaritusiha) algust, sest see on ainuke väliselt silmatorkav ja objektiivselt fikseeritav tsükli moment. Orgaaniliste muutuste põhjal aga tuleks tsükli alguseks lugeda proöstrumit, sest sellega algab tsükkel (puberteedi ajal) esmakordselt ja iga puhkeaja (an- e. diöstrumi) järel. Tsükli faaside pikkus varieerub liigivaheliselt.

Östraalperiood (mitte vahetada östraaltsükliga!) karakteriseerub väliselt märgatava või konstateeritava paaritusihaga, ning viimase kestus on faasi pikkuse määrajaks. Samal perioodil toimub folliikulite lõplik valmimine ovaaris ning ovulatsioon. Orgaaniliste muutuste põhjal kõneldava tsükli piire täpsalt määrata ei saa. Paaritusiha lõpp on innafaasi ja metöstrumi vaheliseks piiriks. Metöstrum iseloomustub alul kollaskeha kasvuga ja uteruse limaskestast paksenemisega ning hiljemini kummagi taandarenguga; selle faasi (lõpu) määravad väliselt märkamata orgaanilised muutused. Uteruse limaskestast taandarengu lõpp on ühtlasi di- või anöstrumi alguseks. Proöstrum haarab aega algavast uteruse limaskestast proliferatsioonist kuni paaritusiha tekkeni. Koeral kaasub sellega punakas või pruun innanõre. Koduimetajatel vähemkarakteersed vaginaalmuutused pole östraaltsükli faaside määramisel kasustatavad sellise usutavusega, nagu mõnedel laboratooriumiloomadel (hiirel, rottil jt.).

Vaatleme järgnevalt koduimetajate emassuguorganite tsükliilisi muutusi lähemalt.

OVARIAALSED MUUTUSED. Ovariaalseid muutusi näitab skeemiliselt joon. 27. Primaarne folliikul, mis moo-

dustatud puhkavast munarakust ühes seda ümbritseva lamekihistumata epiteeliga, kasvab munaraku suurenedes ja folliikuli-epiteeli kihistudes sekundaarseks folliikuliks ning viimane folliikulivedelikku sisaldavaks TERTSIAARSEKS, GRAAFI e. PÕISFOLLIKULIKS. Viimases eristatakse folliikulit väljast ümbritsevat, epiteloidseid rakke sisaldavat sidekoelist kesta, folliikuliteeki (*theca folliculi*), folliikuliepiteeli, mis tertsiaarses folliikulis tavaliselt granuloosa nimetust kannab, folliikuliõõnde ulatuvat munakühma (*cumulus oophorus*) ja folliikuliõõnt täitvat, seroosset folliikulivedelikku (*liquor folliculi*). Vanemates sekundaarsetes ja kõikides tertsiaarsetes folliikulites leiduv



Joon. 27. Ovaari struktuuri skeem ühes folliikuli ja sellest tekkiva kollaskeha arenemisetappidega. Arenemiskäiku näitab nool. (Patten'i järgi ümber joonistatud.)

munarakk kattub vahenditult elastse, läbipaistva membraaniga, o o l e m m i g a (*oolemma s. zona pellucida*). Folliikuli arengu lõpusihiks on valminud munaraku vabastamine (folliikuli lõhkemine e. ovulatsioon) innaperioodil või metöstrumi esimestel päevadel. Ometi jõuab arengu lõpuastmeni (ovulatsioonini) üsna piiratud arv folliikuleid ning võrratult suurem hulk hävib neist igasugusel arengufaasil. Divõi anöstrumi kestel ei saavuta Graafi folliikulid ovulatsioonieelset diameetrit; nimetatud perioodil leiame neid väikeste (normaalsete või degenerereervate) põisjate struktuuridena, mis enamikus peidetud ovaari sisemusse. Väheste folliikulite lõplik kasv algab vaid preöstraalselt (emisel u. 3 päeva enne ovulatsiooni) ning ovuleerub neist unipaarsetel loomadel (märal, lehmal) tavaliselt ainult üks. Ülejää-

nud vähenevad kiiresti ja kaovad lõpuks koguni. Ovulatsioonieelselt on folliikuli diameeter:

märäl 2—7, keskmiselt $2\frac{1}{2}$ —5 cm,
lehmäl 1—2 cm,
utel u. 1 cm,
emisel 8—10 mm,
koeral u. 1 cm (suuremad tõud),
kassil kuni 5 mm.

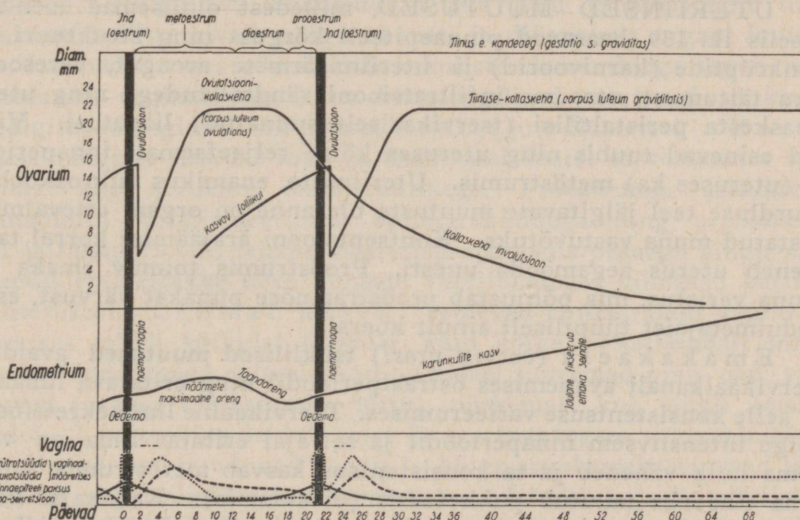
Seal lõhkevad ainsal innaperioodil 15—40 ja koeral 4—20 folliikulit. Arvukamaid pesakondi omavatel suurematel koeratõugudel on ovuleeruvaid folliikuleid rohkem kui väiksematel koertel.

Ovulatsiooni moment, mille arvestamine loomade paarituse korral kõrgema kontseptsiooni % saavutamiseks väga oluline, langeb enamikul koduimetajail innaperioodi lõpule. Üksikasjalisemad andmed ovulatsiooni momendist ja soovitavast paarituseajast nähtuvad vastavast tabelist lk. 148. Koduimetajatel, peale kassia, toimub ovulatsioon (munanemine) spon ta a n s e l t, s. o. paaritusest (*coitus*) sõltumatult; kass, nagu kodujäneski, omab m i t t e s p o n t a a n s e t ovulatsiooni: munanemine järgneb temal vaid paaritusele.

Mitte eranditult ei kaasu paaritusehaga (innaga) ovulatsioon. Životkov'i jt. (1936) väitel on ovariaaltsükli ta kulgev e b a i n d (pseudoöstrum) sagedane näht mittetiineta l noortel märadel varakevadisel (märts, aprill) sesoonil. Sama väidab K ü p f e r (1928) Lõuna-Aafrikas tehtud tähelduste põhjal. Kui lisaks sellele arvestada mära lühikest ja raskelt määratavat optimaalset paarituseaega (innaperiood kestab siin u. üks nädal, loom on tagajärjekalt paaritata v aga ainult kahel ovulatsioonieelsel päeval) ning asjaolu, et üksikud munarakud folliikuli lõhkemise puhul kollabeeruva põiekesse kurdude vahele väljapääsu leidmata peatuma ja seega eostamata jääda võivad, siis tohiks olla arusaadav, et sajarotsendilise tiinestumise saavutamine on vaid ideaaliks ja et tavaliselt soovida jä tva kontseptsiooni % tõstmiseks märäl muu hulgas hädavajalik on suguorganite, eriti ovaaride lähem juurdlus innaperioodil.

Ovulatsioonijärgselt asendub folliikul kompakitse, granuloosa või ka teeki (siga) rakkudest arenenud struktuuriga, mida tema värvuse tõttu k o l l a s k e h a k s (*corpus luteum*) nimetatakse. Mikroskoobiliselt koosneb ta suurte, polügonaalsete, reeglipäraselt grupeerumata, mõnedel loomad el pigmenti sisaldavate (luteiin-) rakkude massist, mille keskel on tihe verekapillaaristik. Lühiealist, kahe suktsessiivse östraalperioodi vaheajal arenevad kollaskeha nimetatakse OVULATSIOONI- e. ÖSTRAAL-KOLLASKEHAKS (*c. l. ovulationis*) ja pikema ealist, kandeagest — TIINUSE-KOLLASKEHAKS (*c. l. graviditatis*). Mõnepäevase (veisel ja seal u. 8- kuni 10- ning hobusel 2- kuni 4-päevase) kasvu järel omandab kollaskeha maksimaalse suuruse, mis koduimetajatel, välja arvatud hobune, võrdub ligikaudu lõhkeva folliikuli suurusega (siga) või ületab seda vähe (lehm ja koer); hobuse kollaskeha diameeter seevastu ulatub ainult lõhkeva folliikuli $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ diameetrini. Koduimetajate maksimaalselt arenenud östraal-kollaskehad sama looma tiinuse-kollaskehadest suuruses ei erine. Ovuleerunud munaraku mitteostumise puhul püsib kollaskeha arengu tipul üsna lühikest aega (hobusel 4—8 päeva, veisel ja seal umbes üks

nädal, koeral u. 30 päeva) ning järgnevaks innaperioodiks on ta suurus märgatavalt kahanenud. Tõepoolest ongi järgnev tsükkel sellise taandarengu tõttu võimaldatud, sest kollaskeha persisterumise korral mittetiinel loomal innaperiood ei ilmu ja normaalne tsükkel restau-reerub alles peale taandarenemata kollaskeha enukleatsiooni (välja-litsumist). Tiinuse puhul püsib kollaskeha märgatavalt invuleerumata kogu kandeaja ning ta vigastus või manuaalne kõrvaldamine tingivad aborti. Ainult märjal algab ta kahane-mine kandeaja keskel ning kollaskeha kaob tiinuse lõpupoolel hoopis. Paralleelselt arenguga muutub kollaskeha värvus. Eriti reljeefne on värvuse muutus veisel: olles tekke alguses kahvatupruun, muutub ta maksimaalse arengu ajaks kuldkollaseks, järgneva proöstrumi kätte jõudes oranžiks ning lõpuks helepunaseks (*corpus rubrum*), missugu-sena ta ovaaris mitme tsükli kestel püsima jääb. Karakterne värvuse



Joon. 28. Muutusi lehma suguorganites östraal-tsükli kestel ning tiinuse ajal.

muutus lubab veisel eristada kollaskehade kaht kuni kolme nooremat generatsiooni, milledest kõige nooremat nimetatakse *corp. lut. I*, eelnevast tsüklilist pärinevat *c. I. II* jne. (veise kollaskehade suuruse ja värvuse muutust demonstreerib raamatu lõpul leiduv tahvel II). Lamba arenev kollaskeha on punakasroosa, arenenult kahvatupunane ning hiljemini nõrk-kollane. Hobuse, sea ja koera kollaskehade alul pruunikad, muutudes hiljemini märjal ja mõnikord ka seal (haljas-sööda kasutamise puhul) helekollaseks.

Arenenud kollaskehade arv korrespondeerub lõhkenud folliikulite ja tiinetel loomadel tavaliselt ka arenevate loodete arvuga. Seega leidub uni-paarsete loomade (hobune, veis, osalt ka lammast) ovaarides (paremas või vasa-kus) peaaegu eranditult vaid ainsus arenenud kollaskeha. Multipaarsete loo-

made (siga, koer, kass) ovaarid sisaldavad ühealisi kollaskehaseid mitu. Kollaskehade ja sama looma arenevate loodete arvuline diferents näitab, kui palju ovuleerunud munarakkudest on jäänud eostamata või eostatult hävinud tiinuse kestel. Seal on kõneldav diferents üsna tavaline: ovuleeruvate munarakkude ja seega ka kollaskehade arv on peaaegu eranditult suurem sünnitatavast pesakonnast. Teistel multipaarsetel loomadel (koeral ja kassil) juhtub seda harvemini. Ovulatsioon toimub nii paremas kui vasakus ovaaris korrapäraselt alterneerudes. Märgatavat funktsionaalset ülekaalu omab veisel parem ovaar, kuna ovulatsioon selles toimub sagedamini: 510 registreeritud kollaskehast (*corp. lut. I*) asetesid parempoolses ovaaris 323 ja vasakus 187 (Keerd, 1932).

Ovariaalsükkel siseerub kandeajal. Ind ja sellega kaasuv ovulatsioon esinevad tiinuse kestel harukordselt¹. Gestatsiooni alguses ovaarides leiduvad suuremad folliikulid vähenevad arvus ja suuruses ning kaovad viimaks, mille tagajärjel ovaarid on tiinuse lõpul võrdlemisi väikesed ja kõvad.

UTERIINSED MUUTUSED, milledest olulisemad loendatud tabelis lk. 139, haaravad pinnaepiteeli kõrgust ning struktuuri, uteriinkrüptide (karnivoorid) ja uteriinnäärmete arengut, veresoone-tiku täitumust, strooma infiltratsiooni rändrakkudega ning uterusel lihaskesta peristaltilisi (tservikaalselt suunatud) liigutusi. Viimased esinevad tuubis ning uterusel kõige reljeefsemalt innaperioodil ja (uteruses ka) metöstrumis. Uteriinsete, enamikus mikroskoobilise juurdluse teel jälgitavate muutuste ülesanne on organi ettevalmistus eostatud muna vastuvõtuks. Kontseptsiooni ärajäämise korral taandareneb uterus aegamööda uuesti. Proöstrumis toimuv emaka sise-pinna veristus, mis põhjustab proöstraalnõre punakat värvust, esineb korduimetajaist tüüpiliselt ainult koeral.

Emakakaela (*cervix uteri*) tsüklilised muutused avalduvad tservikaalkanali avanemises östraalperioodil ning eritatava limahulga ja selle konsistentsuse varieerumises. Tservikaalne limasekretsioon on kõige intensiivsem innaperioodil ja sel ajal eritav lima on vedel. Lima hulk väheneb ja ta konsistentsus kasvab metöstrumis, kuni ta üsna tihedaks muutub puhkefaasis (diöstrumis). Kandeajal korgib kummitaolise konsistentsusega lima tservikaalkanali. Vaheajal rose-tina tuppe ulatuv mära emakakaela vaginaalosa (*pars vaginalis cervicis*) asendub Ussitšenko (1935)² väitel ovulatsioonieelselt (innaperioodi lõpupoleel, 1—2 päeva kestel) 1—3 cm laiuselt avanevat kanalit piiravate kurdudega. Tagajärjekas mära paaritus on sama autori tõendusel võimaldatud ainult kõneldaval lühikesel ajavahemikul, kuna östraalperioodi ülejäänud päevadel tservikaalkanal püsivad suletuna.

¹ Kõige sagedamini esineb tiinuseaegne ind märal (Sato & Hoshi, 1933, andmetel indlesid 259 tiinest märest kord või korduvalt 14, s. o. u. 5%). Enamasti on aga tiinuseaegsed innatunnused lühiealised ja avalduvad nõrgalt. Cole'i Howell'i & Hart'i (1931) väitel toimub märal 40. ja 150. tiinusepäeva vahel ovulatsioon korduvalt, põhjustades samal ajal arvukate (kuni 11), kuid peatselt taandarenevate kollaskehade teket. Tiine looma paaritusele järgneb tavaliselt abort.

² Борьба с бесплодием кобыл. Коневодство, № 5, 1935.

Koduimetajatel kirjeldatud, östraaltsükliga kaasuvad VAGINAALMUUTUSED sarnanevad printsiibilt närilistele omase pildiga (tab. lk. 139), kuid nendekaudne östraaltsükli faaside määramine näib olevat vähem usaldatav kui laboratooriumiloomadel (hiirel, rotil, meriseal). Diöstrumis madal ning vähekihistunud tupe pinnaepiteel pakseneb ning ta pealmised kihid sarvestuvad osaliselt (lehm) või täielikult (koeral ja mõnedel närilistel) proöstrumis. Innaperioodil algava deskvamatsiooni teel madaldub epiteel aegamööda uuesti. Östrumis pinnaepiteelilt varisevad rakud omavad sarvestunud kihi esinemise puhul (koeral jt.) alul (innaperioodil) tuumata liistakute kuju; metöstrumis asenduvad nad tuuma sisaldavate epiteelrakkudega. Veisel, kel sarvestunud kiht vähe arenenud, deskvameeruvad östrumis sarvliistakute kõrval ka tuumaga varustatud rakud. Hulgalsed leukotsüüdid, mis juba innaperioodil tupe limaskestast infiltreerivad, tungivad met- ja diöstrumis organi luumenisse, kus nad limases nõres teiste rakuliste elementidega segunevad. Kirjeldatud, vaginaal-limaskestast histoloogilised muutused on kaudselt jälgitavad vaginaalnõre mikroskoobilise juurduse teel¹. Koera vaginaalmääretis sisaldab met- ja anöstrumi kestel sarvestumata epiteelrakke ühes arvukate leukotsüütidega. Proöstrumis asenduvad leukotsüüdid keratiniseerunud epiteelrakkudega ning proöstrumi lõpul ja innaperioodil leiame määretispreparaadis peaaegu ainult sarvestunud epiteelrakke ühes punaste verelibledega; viimased pärinevad uterusest. Lehm ja seal esinevad epiteelrakud vaginaalmääretises tsükli kõikidel faasidel, kuid kõige rikkalikumalt innajärgselt. Innaaegsed epiteelrakud on veisel suuremad ning nad värvustuvad (osalise sarvestumise tõttu) nõrgemalt kui tsükli teistel faasidel. Leukotsüüte leidub veise ja sea innaaegses vaginaalmääretises vähe või nad puuduvad hoopis²; kõige arvukamalt esinevad leukotsüüdid vaginaalmääretises metöstrumis, lehm 4. ja 5. tsüklipäeval. Erütrotsüüdid ilmuvad veise vaginaalnõresse tavaliselt tsükli 2. päeval ning kaovad tsükli 4. päeval; seal nad puuduvad tsükli kõikidel faasidel. Andmed hobuse vaginaalmääretise pildist on vasturääkivad³. Mitme autori väitel tumestavad siin alatiselt esinevad leukotsüüdid pildi tsükliilisust.

1 Vaginaalmääretiseks võetakse materjali vaginaalpeegli abil avatud tupe seinalt kas traatöksi või steriliseeritud vati väikese tampooniga. Määretis fikseeritakse objektklaasil metüülalkoholiga ja värvustatakse Giemsa järgi.

2 Gastelli'i (1933) andmeil pole veise innaaegse vaginaalmääretise pilt konstantne. Üks kolmandik uuritud loomadest omas östraalses vaginaalnõres vaid ainult sarvestunud rakkude kogumikke, teine kolmandik nende kõrval ka polümorfuumalisi leukotsüüte ning ülejäänud kolmandik tuumaga varustatud epiteelrakke ühes polümorfuumalistele leukotsüütidega.

3 Vasturääkivus võib osaliselt tingitud olla uurimismaterjali erinevast hankekohast, sest mõned autorid (Aitken, 1927, ja Patrušev, 1935) on sellena kasustanud tupeesikut.

Naise suguiha ei oma loomadele omast seost ovulatsiooniga, püsides ühtlasel tasemel kogu tsükli kestel. Loomade seksuaaltsükli algust (ja ovulatsiooni aega) määrata lubav östrum naisel puudub, seevastu aga esineb siin teine tsükli välistunnus, menstruatsioon, millest pärineb ka tsükli nimetus inimesel. MENSTRU- AALTSÜKLI alguseks on naisel iga 4 nädala (26—30, keskmiselt 28 päeva) tagant korduva ja u. 4 päeva kestva verise nõrevoolu ilmumine. Tsükli alajaotusi nimetatakse siin menstruatsiooni-, postmenstrumi-, intermenstrumi- ja premenstrumi- perioodideks. Nende korreponderuvus östraaltsükli faasidega nähtub tabelist lk. 139. Menstruatsioonifaas võrdub metöstrumi lõpuga, kuid selleaegsed uteriinsed muutused erinevad loomade omist tormilise toimetulekuga ja märgatava substantsi- (limaskesta pindmise kihi) kaoga. Ovulatsioon toimub intermenstrumis, arvatavasti tsükli 9. ja 17. päeva vahel (K n a u s, 1931, jt.); munanemine välistunnustega naisel ei kaasu.

Ind ja innaeg (östraalperiood).

Koduimetajate piiratud-ajalist paaritusiha nimetatakse i n n a k s. Nagu nägime, esineb ta vaid emasloomadel, haarates ajaliselt endasse ovulatsioonimomenti. Inna kestus määrab östraal- e. innaperioodi (innaaja) pikkuse. Innatunnuseid, innaperioodi suhet aastaegadega ning ta kestust ja kordumist vaatleme järgnevalt iga koduimetaja juures eraldi.

MÄRAL kaasub innaga häbeme vähene turse, tupe limaskesta punetus ja niiskus ning lima häbemekaudne eritumine. Kõige usaldatavamaks inna välistunnuseks on ometi emaslooma suhtumine isasse. Täku (mõnikord ka ruuna või üldse võõra hobuse) möödudes indlev mära hirnub, urineerib katkendlikult ning vilkab (avab ja suleb häbemepilu) korduvalt. Hobusekasvandustes toimetatakse sellist innakatsu mõne vähemväärtusliku täku sageda läbiviimisega märade tallist. Katsuloomana on sageli (eriti teaduslikkude vaatluste ja kunstliku seemenduse puhul) kasutatud ka vasektomeeritud isaslooma. Mitteindlev mära muutub täku läheduses rahutuks ning püüab viimast lüüa.

Mära inna kestuse ja teiste küsimuste seisukohalt tohiks erilist huvi pakkuda S a t o h & H o s h i (1932, 1933)¹ Jaapanis soojaverestel hobustel toimetatud uurimised. Nende, aasta ringi kestnud täheldusi 11 noore (2- kuni 3-aastase) mära juures näitab järgnev tabel, milles = tähendab 4- kuni 14-päevase kestusega östraalperioodi, + inna, mis kestnud üle 15 päeva, 0 kolmepäevast või lühema kestus-

¹ A Study of the Reproduction in the Mare. Jour. Jap. Soc. Vet. Sc., sept. 1932 ja märts. 1933.

sega inda, 000, 00 korduvalt esinenud lühiajalisi (kuni 3-päevaseid) indu ja — innatust:

K u u d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Vanus aastais	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
Looma nr.													
1	0	—	—	=	=000	0	0	0	—	0	—	0	
2	0	—	—	=	=	—	—	=	—	—	—	0	
3	—	0	=	+	=00	=	==	0	—	—	0	—	
4	—	—	—	—	=	—	=	—	0	—	—	—	
5	—	=	—	0	=00	==	==	—	0	—	0	—	
6	—	—	—	0	=	=0	—	—	—	0	0	—	
7	—	=	=	+	=	00	0	—	—	—	0	—	
8	—	—	0	=	==	=	=0	—	—	0	=	—	
9	—	—	=	+	=	—	—	—	—	0	—	—	
10	—	—	—	—	=	=	=	—	—	=	—	—	
11	—	—	—	+	=	==	0	—	—	=	—	—	
K o k k u	=		2	3	3	12	8	7	1		2	1	
	+				4								
	0	2	1	1	2	7	4	4	2	2	4	4	2
	—	9	8	7	2		3	3	8	9	5	6	9

Tabelist nähtub, et märal võib ind esineda igal aastaajal, kuid kordub maksimaalse sagedusega kevadel. Sel ajal on välised innatunnused igal indiviidil väga promineeruvad ja kestavad keskmiselt 7 päeva. Sügisene ind on lühikese kestusega ja esineb vaid umbes pooltel märadest. Haripunkti tõuseb innaaja sagedus kaks korda aastas, kevadel ning varasuvel (aprill, mai, juuni) ja sügisekuudel. Kõige harvemini esineb ta talvel.

Mainitud ja edasiste tähelduste põhjal eristavad Satoh & Hoshi (1933) märal normaalset ja anormset inda, jagades viimast omakorda lühi- ning pikkperioodseks, vaikseks ja pseudoinnaks.

Ovulatsiooniga ja selgete välistunnustega kulgev, 4—14 päeva kestev normaalne ind esineb, nagu tähendatud, kõige sagedamini kevadisel paaritussesoonil. Tagajärjekate paarituste (kontseptsioonide) protsent on samal ajal kõige suurem. Lühiperioodne ind kulgeb enamikus ovulatsioonita ja kordub sageli reeglipäratult. Tema tüüpiliseks esinemisajaks on talv ühes varakevadega ja sügis ühes hilissuvega. Kevadise paaritussesooni alguses asendub ta pikaperioodilise innaga, mille kestus võib ulatuda kuudesse. Inna tunnused ei püsi viimase kestel ühtlasel tasemel, kuid lõplikult vaibuvad nad

Tabeliandmeid koduimetajate östraaltsüklist.

Loom	Östraaltsükli kestus	Sünnituse ja sellele järgneva innaperioodi vaheae	Innaperioodi kestus	Munaneemise e. ovulatsiooni moment	Soovitatud paarisünnituse
Mära	14–28 p. keskmiselt 3 nädalat (Marshall & Hammond, 1926) 20–25, keskmiselt 22–23 p. (Aitken, 1927).	7–11 p. (Marshall & Hammond, 1926). 5–12 (91,3% ⁰), keskmiselt 8 p. (Satoh & Hoshi, 1933; tähdeldusmaterjal 813 jühtu).	3–41 (100% ⁰), keskmiselt 7,2 p. (Hammond, 1934; tähdeldusmaterjal 235 jüh.) 3–15 (92,40% ⁰), keskmiselt 6–7 p. (Satoh & Hoshi, 1933; tähdeldusmaterjal 1179 jüh.)	Viimasele kabel innapäeval (Aitken, 1927). Tavaliselt inna lõpu eelmisel päeval (Hammond, 1934). Kolmel viimasel innapäeval (Quinlan, 1932) 1–2 (77% ⁰), keskmiselt 1,6 p. enne inna kadu (Satoh & Hoshi, 1933).	10–12 t. enne ovulatsiooni (Salzmann, 1936). (4–48 t. enne ovulatsiooni (Zivokov jt., 1936).
Lehm	8–34 (100%), keskmiselt 21 päeva (Wagner, 1931; tähdeldusmaterjal 393 jühtu).	3–7 näd. (Schmaltz, 1921). 30–60 p. (Marshall & Hammond, 1926) 60–135 p. (Wagner, 1931).	18–24 t. (Quinlan, 1932). 16 t. õhvaldel ja 19 t. lehmadel (Marshall & Hammond, 1926).	9–12 t. peale inna kadu (Williams, 1930). 24–40 t. peale innaperioodi algust (Knaus, 1931). Innaperioodi lõpul (Quinlan, 1932).	10 t. peale innatunnuste ilmum. (Knaus, 1931). Mitte enne 9.–12. innatundi (Quinlan, 1932).
Utt	14–21 p. (89% ⁰). Tähdeldusmaterjal 234 jühtu (Quinlan & Maré, 1931). 16–18 p. (Dry, 1933). 15–18 p. (Gills, 1933).	6–8 näd. (Schmaltz, 1921). 6–7 k. (opperandmed).	24–96, keskmiselt 40 t. (Quinlan & Maré, 1931).	36–48 t. peale innaperioodi algust resp. u. 6 t. enne inna kadu (Quinlan, 1932). Inna vaibumise ajal (Green & Winters, 1935). 22. ja 30. innatunni vahel (Cole & Miller, 1935).	9. ja 24. innatunni vahel (Quinlan, 1932). Viimastel 5–6 innatunnil (Green & Winters, 1935).
Emis	15–30, sagedamini 18–23 p. (Marshall & Hammond, 1926).	Kuni 14. tavaliselt 7 p. peale põrsaste võõrutamist (Marshall & Hammond, 1926).	1–3, keskmiselt 2 p. (Quinlan, 1932).	30–35 t. (maksimaalselt 24–70 t.) peale innaperioodi algust (Marshall & Hammond, 1926). Ovulatsioon võib toimuda 13. innatunni alal. (Quinlan, 1932).	U. 18. innatund (Quinlan, 1932).
Koer	6 k.		4–13, keskmiselt 8 p.	Innaperioodi alguses, tavaliselt 1. või 2. innapäeval (Evans & Cole, 1931).	
Kass	4–6 k.		9–10, tavaliselt 4–5 p.	Ovulatsioon toimub vaid paaritusjärgselt. 27. t. alates (Courrier & Gros, 1933).	

peale ovulatsiooni. Pseudoöstrum ja vaikne ind (viimases toimub ovulatsioon märgatavate innatunnusteta) esinevad harva ja tavaliselt väljaspool tüüpilist paaritussesooni.

Pikkade östraalperioodide esinemisest mära paaritussesooni alguses (veebruaris, märtsis, aprillis) kõnelevad ka teised autorid (Hammond, Štekin jt.), kuid innaperioodide keskmised Hammond'i (1934) andmetel sesoonselt väga tunduvalt ei erine, olles kuude järjestuses jaanuarist alates 8,7, 7,0, 11,0, 12,3 6,9 6,2, 5,8, 5,7, 5,8 5,7, 8,2 ja 6,7 päeva respektiivselt. Kuivõrra Satoh & Hoshi leiud vastavad Euroopa ning seehulgas ka meie oludele, peavad selgitama edasised uurimised.

Ovulatsioonimomendi ajaline suhe östraalperioodiga näib määral olevat usutavalt selgitatud. Kõikide kõneldavat küsimust lahendada püüdnud autorite (Aitken, 1927, Satoh & Hoshi, 1933, Salzman, 1936, Životkov, 1936, jt.) väitel toimub ovulatsioon inna lõpul. Munanemisjärgset inna kestust näitavad järgnevad (Satoh & Hoshi, 1933) arvud:

Inna ovulatsioonijärgne kestus päevades	Innajuhtude arv
0	7
1	23
2	24
3	6
4	1

Analoogseid andmeid esitab Životkov ühes kaasautoritega (1936) ¹. Arvestades sugu- (muna- ja seemne-) rakkude piiratud iga ja prakti- lisi saavutisi soovitavad vene autorid (Salzman ja Životkov kaastöö- listega) mära paaritusajana kasustada kaht ovulatsioonielset päeva. Ovulatsioonijärgselt toimetatud paaritusele kontseptsiooni (tiinestu- mist) ei järgne.

Et isegi ovaari manuaalse juurdluse teel (perrektaalselt) ovulatsiooni momenti on raske ette määrata ja teisest küljest sellist kogemust omada võik- sid vaid väga arvuka materjaliga töötavad spetsialistid, siis on tõenäone, et optimaalse paaritusaja otsimisel tuleb enamikul juhtudel esialgu käia vana rada, — paaritada indlevat mära korduvalt. Enamasti toimetatakse seda kas 2. ja 5., või 2., 5. ja 9. innapäeval. Ussitšenko (1935) täheldused, mille põhjal optimaalse paaritusaja määrab emaka vaginaalosa (*pars vaginalis uteri*) pilt (lk. 144), nõuavad täiendavaid uurimisi.

Paaritussesooni ajal korduvad mära innaperioodid enamasti 15—30 päeva (u. 3—4 nädala) tagant. Nimetatud piiriline kestus haaras Satoh & Hoshi täheldustes 82,2% östraaltsüklitest. Sünnitus- järgselt kordub ind paljude autorite kokkulangeval väitel enamasti 7., 8. või 9. päeval. Korduvalt mainitud jaapani autorite täheldatud 813 juhust ilmus 744 korral (91,5%) sünnitusjärgne ind 5. kuni 12. päeval, kõige sagedamini 8. päeval. Esmalise sünnitusjärgse inna puhul kannatab varss peaaegu alati mööduvat kõhulahtisust.

Indlevad LEHMAD on rahutud, ammuvad sageli, kinni olles rebi- vad ketti ja püüavad lavale tõusta, karjas jälitavad nad teisi loomi ja kargavad neid; puudutades looma häbeme või lahkliha kohalt, kõver-

¹ К вопросу изучения овуляции у кобыл. Проблемы животноводства, № 3, 1936.

duvad nad nimmest. Samal ajal on häbe veidi tursunud ja kaetud limase nõrega.

Östraalperiood võib veisel esineda igal aastaajal, kuid sagedaimini ometi kevadel ja suvel (W a g n e r, 1931) ¹. Registreerides 393 östraaltsükli pikkust saksa pruunkarjas, leidis Wagner selle jagunevat järgnevalt:

8- kuni 14-päevane östraaltsükkel esines		3% täheldatud juhtudest	
15	17	3%	"
18	24	70%	"
25	31	22%	"
32	34	2%	"

Kolmenädalast kestust omasid seega 70% tsüklitest ja 22% inna-aegadest kordusid vaid 4 nädala tagant. Sama materjali läbi töötades selgus ühtlasi, et ühel ja samal loomal võib esineda nii kolme- kui neljanädalane tsükkel. Aastaaeg ja looma vanus on seejuures ebaolulise mõjuga. Ind kestab lehmalt normaalselt $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ päeva. Ovulatsioon toimub innaaja lõpul või innale järgneval päeval. Q u i n l a n'i (1932) ² soovitatud paaritusaeg algab 9. kuni 12. innatunnist. Innaaja lühikestuse tõttu ei oma paaritusaaja küsimus lehmalt sellist aktuaalsust mis hobusel. Sünnitusjärgselt ilmub ind uuesti 3. nädalast alates ja nimelt sügise- ning talvekuudel hiljemini kui kevadel või suvel.

LAMBA innaperioodide kordumine sõltub suurel määral kliimast ja söödahulgast. Tavaliseks lamba paaritussesooniks on sügis ning selle kestus oleneb samal ajal korduvate östraaltsüklite arvust.

Lamba inna keskmine kestus kõigub 40 tunni ümber, kuid võib ulatuda 4 päevani. Meriinolammaste kohta leiame üksikasjalisemaid andmeid kõneldavas osas Q u i n l a n & M a r é'lt (1931):

Inna kestus tundides	Innajuhtude arv
24	6
36	24
48	21
60	4
72	2
96	2

Östraaltsükli pikkus on enamasti 15—19 päeva. Märgatavalt pikemad ajavahemikud (näiteks 32—35 või 65—68 päeva) on tavaliselt lühemate (2—4×) korrutised. Sünnitusjärgselt ilmub ind järgneval paaritussesoonil või (poliöostrilisuse korral) peale tallede võõrutamist. 10. ja 15. sünnitusjärgse päeva vahel (Quinlan & Maré andmetel) toimuva ovulatsiooniga tavaliselt ind ei kaasu. Munanemine langeb inna lõpule ja optimaalse paaritusaajana soovitatakse viimaseid 5—6

¹ Statistisch-klinische Untersuchungen über die Brunst beim Rinde. Deutsche Tierärztl. Wochenschrift, NN 31, 33 ja 44, 1931.

² The Vitality of the Spermatozoon and the Liberated Ovum in Domestic Animals with Special Reference to the Relation of the Time of Copulation during Oestrus to Conception. Jour. South-Afric. Vet. Med. Ass. Nr. 3, 1932.

innatundi (Green & Winters, 1935)¹ või 9. ja 24. innatunni vaheaega (Quinlan, 1932).

Indlevat utte võib teistest eraldada peamiselt tema sõbraliku suhtumise kaudu jäärasse.

EMISEL, nagu veiselgi, kordub ind mitteeostumise puhul aasta ringi. Enamiku autorite väitel kordub sea 1—3 päeva kestev ind 18—23 (harva 15—30) päeva tagant. Krallinger'i (1933) järgi sõltub östraaltsükli pikkus muu hulgas emise poegimiste arvust, olles 1—2 korda poeginuil keskmiselt 19,45 päeva ja 7—8 korda poeginuil 22,00 päeva. Emasiga indleb tavaliselt 14 päeva jooksul (enamasti 7. päeval) peale põrsaste võõrutamist. Ovulatsioon toimub 24—70, keskmiselt 30—35 tunni vahel inna algusest arvates. Quinlan'i tõendusel seisab ovulatsioonimoment inna algusele lähemal (vt. tabel lk. 148). Optimaalseks paaritusajaks on viimaks mainitud autori järgi u. 18. innatund.

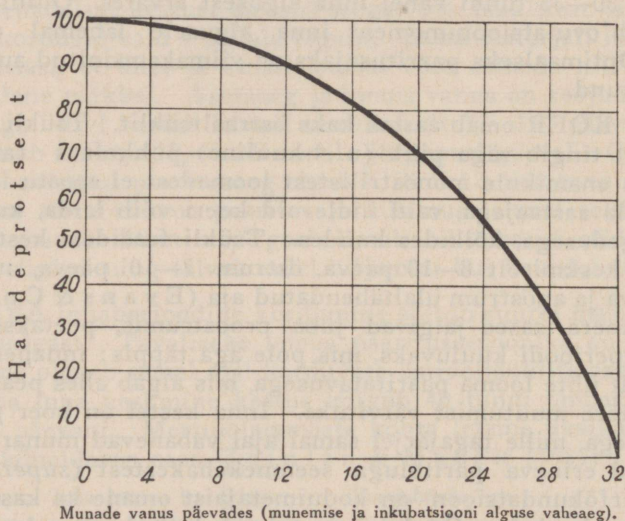
Emane KOER omab aastas kaks östraaltsükli. Tsükli pooleaastast kestust tingib väga pikk (u. 4-kuuline) puhkefaas (anöstrum). Vastandina enamikule monöstrilistest loomadest ei seostu ind koeral mitte kindla aastaajaga, vaid indlevaid koeri võib leida, kuigi mitte ühtlase sagedusega, kõikides kuudes. Tsükli faasidest kestab koeral proöstrum keskmiselt 8—10 päeva, östrum 7—10 päeva, metöstrum 30—40 päeva ja anöstrum ülaltähendatud aja (Evans & Cole, 1931). Et emast koera isased jälgivad juba proöstrumis, peetakse viimast sageli innaperioodi kuuluvaks, mis pole aga täppis: innaperiood langeb ajaliselt ühte looma paaritavusega, mis algab alles peale punaka proöstraalnõre muutumist värvituks. Inna kestel on koer paaritav mitme isasega, mille tagajärjel samal ajal vabanevad munarakud eostuda võivad erineva päritoluga seemnekehakestest (*superfoecundatio*). Superfökundatsioon on koduimetajaist omane ka kassile, seale ja harvemini lambale. Ovulatsioon toimub koeral inna alguses, tavaliselt 1. või 2. innapäeval (Evans & Cole, 1931).

Sugurakud. Eostus ja paaritus.

Koduimetajate, nagu kõikide kõrgemate loomade sigimine toimub kahe suguraku e. gameedi, ovaaris areneva ootsüüdi (munaraku) ja isasloomast pärineva (munandis tekkiva) seemneiidike (e. seemnekehakese; *spermatozoon*) kaudu (tsütogoonia), nende ühinemise e. eostuse (kontseptsiooni) teel. Gameetide kokkujuhtimiseks vajalikku isas- ja emaslooma piiratud-ajalist kehalist kontakti nimetatakse paarituseks (*coitus s. copulatio*). Eostus ei saa toimuda paarituseta või kunstliku seemenduseta, küll aga toimub paaritus sageli kontseptsioonita.

¹ Studies on the Physiology of Reproduction in the Sheep. III. Anat. Record, Vol. 61. 1935.

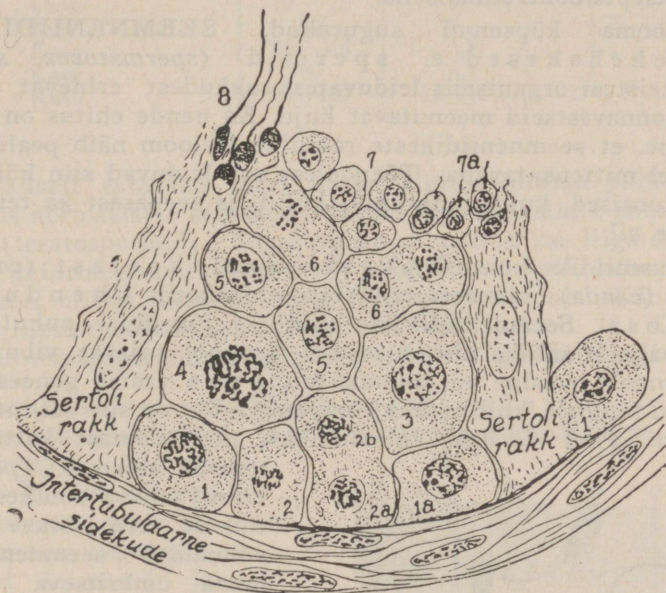
Hulkkraksetel (*metazoa*), nende hulgas kõikidel vertebraatidel, on mõlemapoolsed sugurakud suuruselt ja kujult märgatavalt erinevad (anisogameetsus): ümmargune munarakk on hiiglane niidikujulise seemnekehakese kõrval; umbkaudse kujutluse saaksime nende suuruse ja kuju vahekorrast imetaja (mammaali) ootsüüti apelsiniga ja seemneniidikest nõöpnõelaga võrreldes. Mainitud erinevustele lisandub nende funktsionaalne diferents. Ootsüüt on kohastunud peamiselt troofilisele ülesandele, kandes eneses arenevale idulasele esialgselt vajalikku toitu (rebu), kuid seemneniidike on adapteerunud kiirele, passiivse munaraku leidmiseks vajalikule liikumisele; rebu-pagasit ta ei oma. Edasisel vaatlusel käsitleme kumbagi eraldi.



Joon. 29. Kana munade haudekõlblikkuse suhe nende eaga (Krziskovski järgi).

MUNARAKUS eristatakse *t u u m a* (*nucleus s. vesicula germinativa*) ühes *t u u m a k e s e g a* (*nucleolus s. macula germinativa*), imetajatel vähest rebuhulka sisaldavat *t s ü t o p l a s m a t* (ooplasma) ja viimast väljast katvat transparentset ning elastset kesta, *o o l e m m i* (*oolemma s. zona pellucida*). Lindude (ovidukti läbinud) munad (rebu) omavad peale selle veel teisi katteid (munavalge, kahekordne kiudkest ja lubikoor). Imetajate munaraku diameeter ületab harva 150 μ (paljastatud ootsüüt on varustamata silmaga vaevalt-märgatav), kuid lindudel ulatub ta sentimeetritesse. Sellist dimensionaalset diferentsi põhjustab rebu (deutoplasma) erinev hulk. Ootsüüdid esinevad ovaaris epiteelrakkudest (folliikuliepiteelist) pidevalt ümbritsetutena; ühes viimastega moodustavad nad folliikuli, mille osi ja arenguetappe eespool vaatlesime. Iga folliikul sisaldab tavaliselt ainsat munarakku; ainult koeral esinevad sageli bi- või polüovulaarsed

folliikulid. Poliüovulaarsetest folliikulitest vabanenud munarakkudest arenevate loodete arv ületab samal ajal ovaarides leiduvate kollaskehade arvu, kuna viimane korrespondeerub lõhkenud folliikulite hulgaga. Munarakkude võimaliku ea suhtes ovaaris on autorite arvamused erinevad. Kuna ühelt poolt nähakse neis organismi kõige pikemaelisi rakke (mis, olles tekkinud umbes looma sünni ajal,



Joon. 30. Isassugurakkude arenemine (Patten'i järgi),

Spermatogooni (1) pooldumisel (2) tekkinud kahest tütararakust (2-b) võib üks uue spermatogoonina alal hoida endist perifeerset asendit (1-a), kuna teine, liikudes lähemale seemnekanalikesse luumenile, võib areneda primaarseks spermatotsüüdiks (3). Täiskasvanud primaarse spermatotsüüdi pooldumisest (4) resulteeruvad kaks sekundaarset spermatotsüüti (5), mis kumbki omakorda jagunevad (6) puhkamatult kaheks spermatiidiks (7). Viimased moonduvad Sertoli rakkude sisestunult (7-a) seemnekehadeks (8).

võivad elada suguelu vaibumiseni, s. o. naisel u. 45 aastat), peetakse teisalt nende elukestust võrdseks vastava looma östraaltsükli pikkusega. Küsimuse lõplikuks selgitamiseks on vajalikud täiendavad uurimised.

Munarakkude ekstraovariaalne iga, s. o. aeg, mille kestel folliikulitest ovulatsiooni teel vabanenud ootsüüdid püsivad eostatavatena, on üsna lühike; ovulatsioonijärgselt toimetatud paarituste negatiivseid tagajärgi arvestades kestab ta vaid väheseid tunde, maksimaalselt ühe öö-päeva. Teistest koduimetajatest näib kõneldavas osas erine-

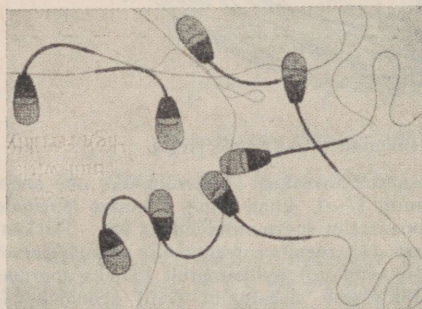
vat vaid koer, sest Evans & Cole'i (1931) väitel tema munarakkude ekstraovariaalne iga ulatuvat kuni 4 päevani.

Olulist küsimust kana munade kestusest haudekõlblikkudena selgitab joon. 29. Nagu sellest nähtub, langeb eostatud (paaritatud kanadelt pärinevate) munade haudeprotsent nende vananedes pidevalt — asjaolu, mis õigustab haudemunade värskuse nõuet. Linnu muna kestus haudekõlblikuna pole võrreldav imetaja muna kestusega kontseptsioonivõimelisena.

Isaslooma küpsenud sugurakud, SEEMNENIIDIKESED, seemnekehakesed e. spermid (*spermatozoa*, *spermia*), omavad teistest organismis leiduvatest rakkudest erinevat, teataval määral konnavastseid meenutavat kuju. Ka nende ehitus on niivõrra omapärane, et seemneniidikeste rakuline iseloom näib pealiskaudsel juurdlusel mitteusutavana. Tõepoolest aga leiduvad siin kõik tüüpilised rakuosied, kuigi muutunud kujul, ja seepärast ka teissuguste nimetuste all.

Seemneniidike koosneb peast (*caput*), kaelast (*collum*) ja sabast (*cauda*); viimases eristatakse omakorda ühendus-, peaja lõpposa. Seemneniidikeste kliinilise juurdluse puhul nimetatakse tavaliselt sabaks ühendusosast tagapool seisvat viburi poolt. Lame, pinnalt ovaalne või munakujuline pea vastab geneesilt (tekelt) raku tuumale, kuid tuuma komponentidest on siin säilinud ainult kromatiin. Pool või kaks kolmandikku pea eesosast kattub õrna,

teravat eesserva (*perforatorium*) omava tanukesega. Tanukesese tera (lõikav eesserv) võimaldab seemneniidikesel muna ümbritseva oolemmi perforeerimist. Pea kuju ja mõõdud varieeruvad teataval määral liigivaheliselt — asjaolu, mis lubab seemneniidikeste päritolu ligikaudu määrata. Seemneniidikese kõige painduv osa kael toimib peaja ühendusosavahelise liigesena. Kael koosneb (peapoolsest) eesmisest ja (ühendusosapoolsest) tagumisest (tsentrioolest arenenud) sõl-



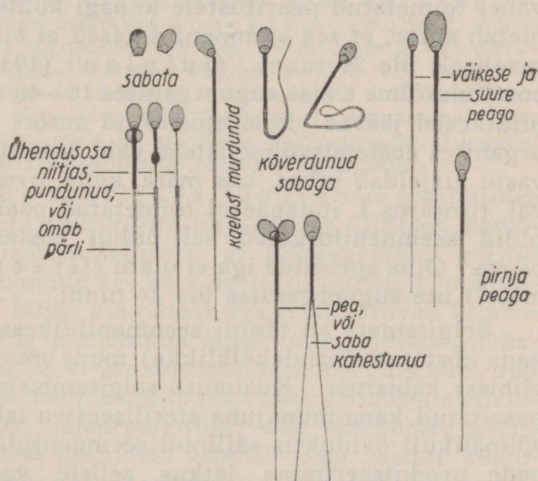
Joon. 31. Pulli normaalsed seemnekehakesed (Williams'i järgi).

mekesest ning nende vahel paiknevast (preparaadis nõrgalt tingeeruvast või koguni värvustumata) massist. Ühendusosa ja saba läbib (tsentrioolist arenenud) telgniit; peale palja saba lõpposa kattub ta väljast õhukese tsütoplasma kihiga, mis ühendusosa kohal sisaldab kondrioomist tekkinud spiraalniiti. Inimese ja koduimetajate seemneniidikeste dimensioone näitab järgnev (Schmaltz'ilt, 1911 pärinev) tabel:

Loomaliik	Seemnekehake kogupikkus $\mu\mu$	P e a	
		pikkus $\mu\mu$	laius $\mu\mu$
Inimene	50 — 60	3—5	2—3
Täkk	55 — 60	6	3
Pull	75 — 80	9,5	5,5
Oinas	70 — 75	9	5
Kult	55	8	4,75
Koer	55 — 65	6,5	4
Kass	60	6,5	3
Kukk	99—100	12—15	1—1,5

Tavaliselt esinevad isegi kõrge sigitusvõimega pullide seemnedelikus normaalsete seemneniidikeste kõrval üksikud patoloogilised vormid (teratospermid). Teratospermid omavad kas liiga suurt, liiga väikest, deformeerunud, sabata või kahestunud pead, kahestunud või peata saba, niitjat ühendusosa ja teisi deviatsioone. Kõneldavatest patoloogilistest kõrvalekalletest esindab mõnda joon. 32. Kahtlemata vähendab teratospermide liiga suur protsent sugulooma sigitusvõimet.

Seemneniidikeste arv kõigub seemnevedelikus e. seemnes (*sperma*, spermaaride ja aktsessoorsete sugunäärmete ühine eritusprodukt) nii liigivaheliselt kui ka üksiku looma juures, olles üldiselt suurem suguliselt puhanud loomadelt ja vähenedes tunduvalt sugulise ülekoormuse korral. Nii leidis Lewis (1911) iga päev paaritamiseks kasutatud täkult esimesel päeval 1 mm³ seemnest 139 750 ja üheksandal päeval vaid veel 5 840 sperm. Väheste tundide tagant saadud ejakulaatides puuduvad seemneniidikesed neljanda ejakulatsiooni korral (hobune). Spermide normaalne arv restaureerub väheste (2—4) puhkepäevade kestel. Seemne hulka, seemneniidikeste arvu ja teratospermide normaalset esinemisprotsenti näitab Milovanovi (1936) koostatud tabel lk. 156.



Joon. 32. Seemnekehakeste patoloogilisi vorme (teratospermid).

Loomaliik	Ejakulaadi hulk cm ³	Seemneniidikeste hulk seemne 1 mm ³	Patoloogiliste vormide normaalne esinemisprots.
Takk	40—200	100 000— 500 000	15—30
Pull	2—5	300 000—1 200 000	2—18
Oinas	1—2	1 000 000—4 000 000	2—14
Kult	150—400	100 000— 500 000	10—30

Munandist võetud seemneniidikesed on inaktiivsed; liikumisvõimet omavad nad alles munandimanuses (*epididymis*). Mammaalide elujõuliste seemneniidikeste kiirus on keskmiselt 2—3 mm minutis. Spermiidide elujõu vähenemisega kaasub nende liikumise aeglustumine ning korrapäratustumine. Ameerika autorite (Donham, Simms & Shaw, 1931) andmeil omavad spermas hulgaliselt (üle 10%) liikumatuid sperme omavad pullid tunduvalt nõrgemat eostusvõimet (207 paaritatud lehma tiinestusprotsent 57) kui nende kaaslased, kellede seemnedelikus liikuvaid sperme esines üle 90% (181 paaritatud lehma kontseptsiooniprotsent 75). Spermid liiguvad vastuvoolu; nende lokomotoorseks organiks on saba.

Seemneniidikeste iga on emaslooma suguorganites üsna lühike. Lewis'i (1911) uurimiste põhjal kaotavad nad emise uterusel liikumisvõime tavaliselt 20 tunni järel ja ainult ühel korral leidis ta kuldi seemnekehakesi uterusel 41,5 tundi peale paaritust. Et ka innaegade vahel toimetatud paaritustele kunagi kontseptsioon ei järgnenud, siis oletab autor, et sea seemneniidikesed ei ela emaslooma suguorganites tavaliselt üle 24 tunni. Quinlan'i (1932) väitel kestab spermide eostamisvõime emise suguorganites 16—40 tundi. Pulli ja täku seemneniidikesed jäävad viimaks mainitud autori andmetel emaslooma suguorganites eostamisvõimelisteks vaid 5—6 tundi; Aitken (1926) seavastu kirjeldab juhtu, kus mära, kellel ovulatsioon toimus 6. innapäeval, tiinestus 1. innapäeval toimetatud paarituse tagajärjel; järelikult pidid seemneniidikesed sel puhul eostamisvõimelistena püsima 5 päeva. Oina spermide iga ei ulatu (Green & Winters'i, 1935 andmetel) ute suguorganites üle 24 tunni.

Selgitamata on tänini seemneniidikeste iga kanal. Teada on, et kana eostatud (haudekõlblikke) mune muneb veel 2—3 nädalat peale viimast kabistust. Küsimuse selgitamiseks loputas Ivanov (1924) paaritatud kana munajuha steriliseeriva lahusega, et sel teel hävitada võimalikult oviduktis säilinud seemneniidikesi, kuid et eostatud munade produtseerimine jätkus sellele vaatamata, siis oletab autor seemneniidikeste tungimist ovaari folliikulitesse (preovulatsioon eostus). Sama küsimust kontrollides jätvad Walton & Whettham (1933) ta lõplikult lahendamata, väites vaid, et nad pole leidnud elavaid sperme oviduktist pikemat aega peale paaritust.

Oluliselt kestmam on seemneniidikeste iga isaslooma enda suguorganites (munandimanuses) ja ka väljaspool looma keha, kui neid säilitada optimaalsetes tingimustes.

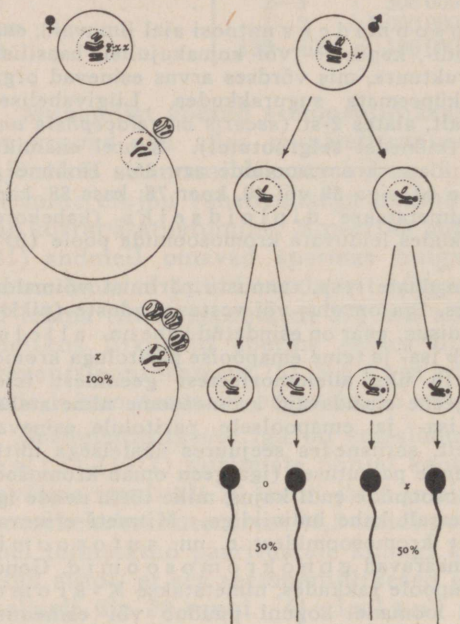
Eostusprotsessi seisukohalt tuleb oluliseks pidada muna- ja seemnerakkude tuumasiseseid muutusi, mille tagajärjeks on maternse ja paternse päritoluga kromosoomides peituvate geenide (päritavate omaduste kandjate) osaline vahetus kui ka kromosoomide arvuline reduktsioon (meioos).

Teatavasti nimetatakse kromosoomideks mitoosi ajal ilmuvaid, enamasti võrdset jämedust omavaid niidi-, kepikese- või komakujulisi, baasiliste värvidega tugevasti tingeeruvaid struktuure, mis võrdses arvus esinevad organismi kõikides somaatilistes ja küpsemata sugurakkudes. Liigivaheliselt varieerub kromosoomide arv tunduvalt, alates 2-st (*ascaris megalocephala univalens*) ning ulatudes mitmesajani (mõnedel selgrootutel). Suurel enamikul uuritud loomadest ja taimedest ei ületa kromosoomide arv 36. Hobune ja koduruminandid omavad kromosoomi 60, siga 38 või 40, koer 78, kass 38, kana 32 ja inimene 48. Esitatud arve nimetatakse diploidseiks (kahekordseiks), vastandina küpsenud sugurakkudes leiduvate kromosoomide poole ($2\times$) väiksemale, haploidsele arvule.

Kromosoomid on organismi omaduste resp. tunnuste pärimist võimaldavaid faktoreid, geneid, sisaldajaiks. Iga omadus või vastasomaduste (pikk—lühike, must—valge, sarvelisus—nudisus paar on esindatud kahe nn. allelomorfse geeniga, millest üks paikneb isa- ja teine emapoolse päritoluga kromosoomis. Erinevuse korral domineerib üks allelomorfsetest geenidest teise (retsessiivse) üle. Allelomorfseid gene sisaldavaid kromosoomi nimetatakse homoloogseteks. Vastavalt isa- ja emapoolsele päritolule esinevad homoloogsed kromosoomid paariliselt, sarnanedes seejuures üksteisega mitte ainult geenide vastavuses, vaid ka nende paigutuses (iga geen omab kromosoomis püsivalt kindlat kohta!) ja kromosoomide endi kujus, mille tõttu nende iga vorm on ainsas rakus esindatud vähemalt kahe indiviidiga. Mitmeti erinevad on homoloogset partnerit omavatest kromosoomidest e. nn. autosoomidest eostusmomendil looma sugu määravad gonokromosoomid. Gonokromosoomi, mis esineb mõlema sugupoole rakkudes, nimetatakse X-kromosoomiks, ning teist, mis paljudel loomadel koguni puudub või esinemas puhul vaid isasloomadel (lindudel ja liblikatel emassoolistel) leidub, nimetatakse Y-kromosoomiks. Autosoomidele lisanduvad emasloomal kaks X-kromosoomi ja isasloomal kas ainult X- või X- ja Y-kromosoom. Lindudel ja liblikatel on soovaheline gonokromosoomide paigutus vastupidine.

Sugurakkude arengu sünaptilises faasis, mis otsüütides toimub veel enne primaarsete folliikulite kujunemist, liituvad homoloogsed kromosoomid paarikaupa selliselt, et allelomorfset geenid satuvad kohakuti. Kromosoomide arv näib seetõttu ajutiselt haploidseks (pseudoreduktsioon). Mõne aja pärast aga separeeruvad kromosoomid üksteisest uuesti ning munarakus omab tuum lõpuks puhkeaja kuju. Kõneldava sünaptsise e. kromosoomide konjugatsiooni ajal toimub homoloogsete kromosoomide osade resp. neis paiknevate allelomorfsete geenide isekeskne ümberpaigutus; osa emapoolse päritoluga kromosoomis leiduvatest geenidest vahetab oma asendi allelomorfsete geenidega isapoolsest kromosoomist. Nimetatud vastastikune geenide üleränne (crossing over) võimaldab tavaliselt seostunult (ühes ja samas kromosoomis leiduvate geenide kaudu) päritavate omaduste esinemist üksikutel juhtudel ka separeeritult. Näiteks esineb kanal sulestiku hõbedane värvus seoses hilise sulestumise (kuna nimetatud tunnuseid tingivad geenid asetsevad oletatavasti ühes ja samas kromosoomis), kuid vähestel (u. 8%) juhtudel võivad nad ka lahuses esineda.

Isas-sugurakkudes (spermatotsüütides) järgnevad sünaptilisele faasile vahenditult m a t u r a t s i o o n - e. k ü p s e m i s j a g u n e m i s e d (meioos), kuid ootsüütides on mõlemad eraldatud pika aja-



Joon. 33. Emas- (♀) ja isassugurakkude (♂) küpsemisjagunemiste (meioosi) skeem.

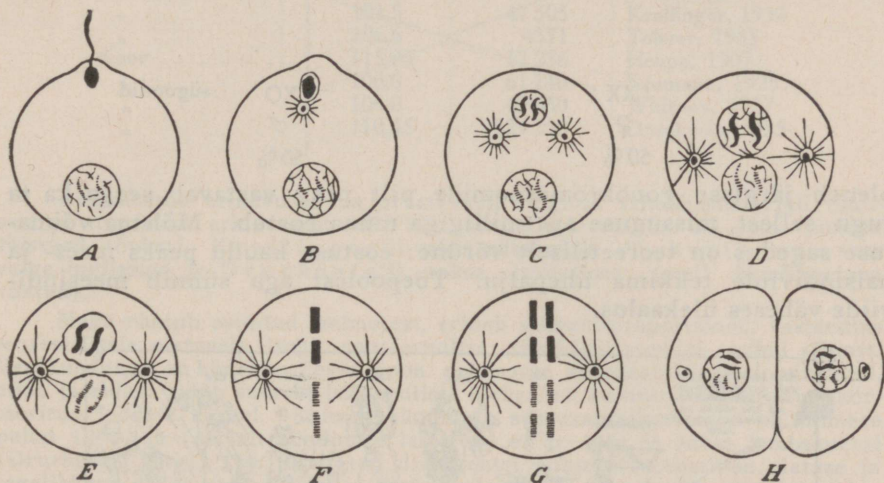
Ainsast ootsüüdist tekib meioosi tagajärjel vaid üksainus eostatav munarakk e. muna (*ovum*), mis imetajail sisaldab igal juhul ühte X-kromosoomi. Ainsast spermatotsüüdist seevastu tekib 4 seemnekehakest, milledest vaid pooled (50%) sisaldavad X-kromosoomi. Autosoomide arv on nii isaskui emassugurakkudes meioosi tagajärjel redutseerunud kahekordselt.

vahemikuga, mis ühte langeb folliikuli (primaarse, sekundaarse ja tertsiaarse) arengu kestusega. Meioos, mis emasloomadel munanemismomendiga lähedalt kokku langeb, koosneb kahest, kiiresti üksteisele järgnevast ekvatsioon- ja reduktsioonjagunemisest. Reduktsioonjagunemine võib toimuda ekvatsioonjagunemise eel (prereduktsioon) või selle järel (postreduktsioon). Peaaegu kõikidel uuritud loomadadel toimub esimene maturatsioonjagunemine ovaris ja teine (eostusmomendil) oviduktis. Koeral on ovidukt mõlema maturatsioonpooldumise paigaks. Nimetatud jagunemiste tagajärjel tekivad ainsast spermatotsüüdist neli võrdse suurusega spermatiidi ning ühest ootsüüdist ainult muna (*ovum*) ühes kolme üsna väikese ja eostamiseks kõlbmatu polotsüüdi e. suundekehakesega. Ekvatsioonjagunemise korral, mis sarnaneb tavalise mitoosiga, kromosoomide arv ei muutu, reduktsioonjagunemisel aga väheneb ta kahekordselt, sest pooled kromosoomidest satuvad ühte ja pooled teise

tütarrakku jagunematult. Kromosoomid grupeeruvad seejuures juhuslikult, mille tagajärjel ühte ja samasse tütarrakku nii isaskui emapoolsed mittehomooloogsed kromosoomid sattuda võivad. Sisaldab küpsemata sugurakk 8 kromosoomi, siis võivad neist 4 isa- ja 4 emapoolset reduktsioonjagunemisest resulteerunud tütarrakkudes esineda 16 kombinatsioonis. Küpsenud sugurakud sisaldavad seega vaid homoloogsete partneriteta kromosoomide, mis pärineda võivad kas

ainult ühelt vanemalt, või, mis sagedam, mõlemalt. Emaslooma küpseud sugurakud sisaldavad eranditult üht X-kromosoomi, kuid seemnekehakestest omavad seda vaid pooled (50%); teises pooles seemnekehakestest puudub gonokromosoom kas üldse või on ta esindatud Y-kromosoomiga.

EOSTUS (muna ja seemneniidikese liitumine ainsaks rakuks, spermooviumiks e. oospermiks) toimub imetajatel oviduktis, tavaliselt selle ovariaalses kolmandikus. Uterusse jõudnud munad pole enam eostatavad. Sugurakkude lühikesest ekstragonaadsest east tingituna peab kontseptsioon toimuma ajaliselts ovulatsioonimomendi ja paaritusaja läheduses; üks sugurakk ei suuda vastassoolise gameedi kohalejõudmist eostuse paigale oodata pikemat aega. Nagu eespool nägime, ei ulatu kõneldav aeg tavaliselt mitte üle 24 tunni. Paarituse ajal tuppe või uterusse ejakuleeritud seemnekehakesed jõuavad ovidukti peamiselt enda aktiivse liikumise teel, sooritades asjaomase tee-

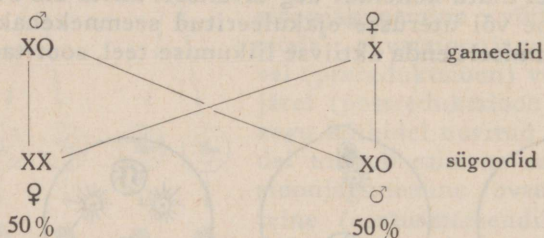


Joon. 34. Eostuse etappe skeemiliselt. Isapoolsed kromosoomid on skeemil näidatud mustadena ja emapoolsed joonestatutena. Eostusele järgneb vahenditult segmentatsioon (H).

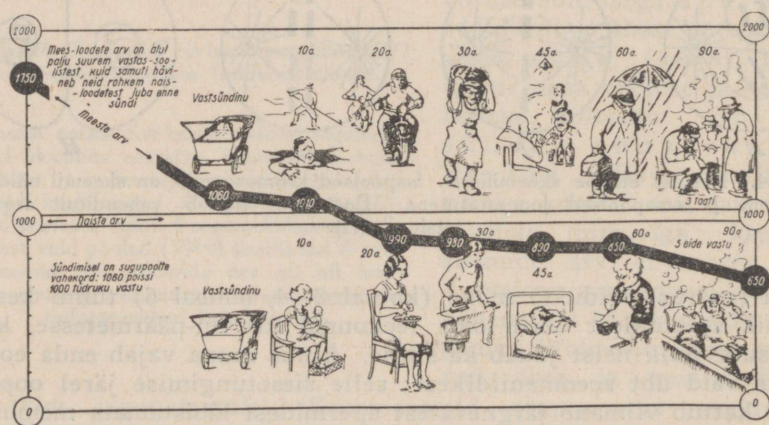
konna (uterus, ovidukt) mõne (koeral 2—4, lambal 6) tunni kestel. Enamik spermidest eksib oma teekonnal uteriin-näärmetesse, kuid üsna suur hulk neist jõuab ka sihile. Ainus muna vajab enda eostamiseks vaid üht seemneniidikest; selle sissetungimise järel ooplasmale kattub viimane järgnevatest spermidest läbistamata membraaniga. Seemneniidikese saba vabaneb peast kas perforatsioonimomendil või hiljemalt ooplasmale ning eostusprotsessis pole tema osa oluline. Muna tuumale lähenedes pundub spermi pea, tema läheduses ilmub sfäärilist ümbritsetud tsentriool ning aegamööda muutub seemneniidikese pea tüüpiliseks, membraaniga ümbritsetud tuumaks. Mõlemad, vahepeal ka suuruses võrdseks kujunenud tuumad püsivad

lühikest aega puhkevormis, siis aga niidistub nende kromatiin, tuumamembraan kaob, spermiootsenter kahestub ning isa- ja emapoolsed kromosoomid asetuvad ühisele ekvatoriaalpinnale. Viimaksmainitud momendiga lõpeb eostusprotsess ja algab spermiooviumi pooldumine. Kromosoomide diploidne arv on seetõttu restaureerunud, kuid kromosoomide garnituuri koostises on tekkinud uued kombinatsioonid, mille tõttu järglase pärilikkusfaktorite (geenide) pagas difereerub vanemate omast.

Nagu nägime, tekib seemnerakkude küpsemisel gonokromosoomide seisukohalt kahe suguseid sperme: ühed neist (50%) sisaldavad X-kromosoomi, kuid teisel poolel puudub gonokromosoom hoopis või on see esindatud Y-kromosoomiga. Imetajate munarakkudes selline diferents puudub. Nagu nähtub järgnevast skeemist,



oleneb järglase gonokromosoomide pilt ning vastavalt seega ka ta sugu sellest, missuguse spermiliigiga muna eostub. Mõlema võimaluse sagedus on teoreetiliselt võrdne: eostuse kaudu peaks mees- ja naisindiviide tekkima ühepalju. Tõepoolest aga sünnib meesindiviide väheses ülekaalus.



Joon. 35. Seksuaalproportsiooni muutumine inimesel.

Sugupoolte arvulist vahetorka nimetatakse seksuaalproportsiooniks. Seksuaalproportsiooni märgitakse tavaliselt ainsa suhtelise arvuga, mis näitab iga 100 emaslooma kohta langevate isasloomade hulka. Eristatakse primaarset, sekundaarset ja tertsiarset seksuaalpro-

portsiooni, milledest esimene tähendab sugupoolte arvulist suhet eostusmomendil (kaudselt tuletatav), teine seesugust sünniajal ja viimane puberteedi lõpu aegset isas- ja emasingiividekeskset arvulist vahekorda. Koduimetajate sekundaarset (sünniaegset) seksuaalproportsiooni demonstreerivad järgnevad andmed:

Loom	Seksuaalproportsioon	Registreeritud vastündinute arv	Autor
Hobune	99,7	25 000	Darwin, 1875
"	97,3	16 000	Wilkins, 1886
"	95,7	—	Richter, 1926
Veis	107,3	4 900	Wilkins, 1886
"	106,5	4 847	Pöld, 1933
Lammas	97,4	6 750	Wilkins, 1886
Siga	107,3	—	Parkes, 1926
"	116	—	Sinclair & Syrotuck, 1928
"	101,5	47 505	Krallinger, 1930
"	106,6	4571	Tehver, 1935
Koer	115,85	17 236	Heape, 1907
"	106,0	61 140	Szumann, 1925
"	106,0	49 650	Whitney, 1927
"	110,45	324 323	Druckseis, 1935

Liigisisese erinevused on arvatavasti tingitud täheldusmaterjali tõulisest ja arvulisest erinevusest. Põllu uurimismaterjaliks oli eesti punane täisverd tõukari, Krallinger'il saksa väärissiga, Tehvril meie suur valge inglissiga ja Druckseis'il saksa lambakoer (meil hundikoerana tuntud).

Nagu nähtub esitatud andmetest, erineb seksuaalproportsioon, vastandina teoreetilisele oletusele, isegi suurearvulise täheldusmaterjali puhul sajast. Veel tundavam on kõneldav deviatsioon primaarse seksuaalproportsiooni puhul, mida järeldada tuleb suurest isas-sooliste ülekaalust surnult sündinute ja aborteeritud loodete keskel. Surnult sündinute seksuaalproportsioon on inimese puhul 120—150 (elavalt sündinute laste sp. on u. 106) ja saksa lambakoeral (Druckseis'i järgi) 164. Esitatud divergentsi põhjust teoreetilise oletuse ja tegelikkuse vahel pole suudetud tänini selgitada. Sugupoolte arvulise vahekorra hilisemas eas määrab koduimetajatel peamiselt loomaomaniku majanduslikud kaalutlused, kuid inimesel perekonnavaheine tööjaotus ühes mitmesuguste väliste teguritega. Inimese seksuaalproportsiooni muutumist ja selle põhjusi demonstreerib skeemiliselt joon. 35. Sugupoolte tekke tahtlikeks mõjustamiseks puuduvad tänini usaldatavad menetlused.

PAARITUS (*coitus, copulatio*), emaslooma vagina ja isaslooma erigeerunud peenise kaudne seos, mille kestel toimub ejakulatsioon (seemnevool), on suurteil koduimetajail lühiajaline. Paaritus kestab pullil ja oinal väheseid sekundeid ja mitte palju kauem ka täkul. Pikemat aega nõuab ta vaid kuldil (kuni 10 minutit) ja koeral (15—30 minutit). Paaritusaeg piirdub koduimetajatel emaslooma innaperioodiga ja väljaspool seda toimuv kopulatsioon on harukordne ning loomulikult ei saa ta põhjustada paaritatava tiinestumist. Kõneldava protsessi puhul on emasloom passiivseks pooleks ja ta paigalolek tagab paarituse tagajärjekust. Paarituse eel peenis väljub prepuutsiu-

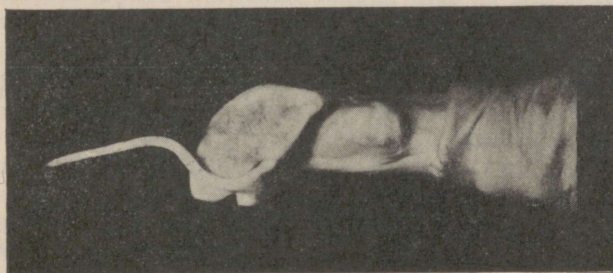
mist EREKTSIOONI tagajärjel. Viimast põhjustab peenise ja kusiti (*urethra*) korgaskehade täitumine verega. Ereksiooni tingiva närvi (*n. erigens*) kaudu kantava erutuse tagajärjel lõtvub peenise arteride ja korgaskehade silelihastik; samal ajal tõuseb reflektorselt vererõhk, nii et arteride luumenisse ulatuvad kurrud kaovad ja valendik seeläbi umbes kahekordselt suureneb. Korgaskehade lõtvunud lakuunide tulvil täitumine põhjustab nende sirgumist resp. pundumist, seda enam, et veenidekaudne vere äravool mitte proportsionaalselt ei tõuse. Peenise lõtvumine järgneb alles peale seda, kui arteride ja korgaskeha muskulatuur häbemenärvi- (*n. pudendus*) kaudse erutuse tagajärjel uuesti kontraheeruvad resp. normaalse toonuse omandavad (W e i l, 1926). Peeniseluki (*glans penis*) ereksioon koointsideerub ejakulatsiooni momendiga. Ereksiooni ja ejakulatsiooni tingivad reflektorsed, seljaaju nimmeregionis paiknevast tsentrist väljuvad erutused, mis tekivad meele- kui ka suguorganite (munandid, kusiti, prostata, peenis, eriti selle lukk) ärrituse kaudu. Koortele omapärane paaritusjärgne seos on tingitud peenise maksimaalse ekspansiooni väheajalisest edasikestusest ning samaegselt häbeme sulgurlihase kontraktsioonist.

Paaritusega kaasuvat s e e m n e v o o l u e. EJAKULATSIOONI põhjustab eferentsetest juhadest algav ja munandimanust ning seemnejuha läbiv kontraktsiooniline. Samal ajal pressitakse aktsessorsetest sugunäärmetest nende interstiitsiumis rikkalikult leiduvate lihaskiudude kokkutõmbe kaudu nende nõre ureetra pelviinsesse ossa, kust ta ühes deferentse juha kaudu tulnud produktiga uretraal-, išiokavernoos- ja bulbokavernooslihaste rütmilistest kontraktsioonidest välja (paarituse korral tuppe või emakasse) juhitakse. E j a k u l a a d i s a t t u m i s p a i k (tupe eesosa või tservikaalkanal) pole hästi teada üksikutel loomadel. Arvestades täku erigeerunud peenise vaba osa suurt, tuppe kahekordselt ületavat pikkust, näib tõenäosena, et paaritusaegselt venitatud tupes satub *processus urethrae* avatud tservikaalkanali kohale, mille tagajärjel seemnevool juhitakse kas emaka kaelaossa või otseselt uterusse (M c N u t t, 1934). Tegelikud täheldused tõendavad sellist oletust. Ejakulaadi sattumispaika üle 100 paarituse korral määrates leidis U s s i t š e n k o (1935), et pooltel juhtudest seemne juhitakse otseselt uterusse; eriti toimus see nendel puhkudel, kus emakasuu oli avatud. Alles 10—15 minuti pärast peale paaritust pressitakse uterusse tugeva kontraktsiooni tõttu enamik seemnest uuesti tuppe. Nagu järeldada võib kunstliku seemenduse resultaatidest, toimub tagajärjekas paaritus ka teistel koduimetajatel vaid siis, kui ejakulaat satub kas tservikaalkanalisse või vähemalt emaka välissuudme piirkonda.

Ejakulaadi juhtimise ja seega ka paarituse tagajärgede seisukohalt näib oinal erilist tähtsust omavat peenise tipult algav kusiti jätk (*processus urethrae s. processus filiformis penis*). Nimetatud struktuur, mille kuju ja suurus näha joon. 36, erigeerub paarituse ajal ja satub sellisena arvatavasti tservikaalkanalisse. Tema

amputatsioonile järgneb sageli isaslooma steriilsus, mispärast sellise operatsiooniga on mõnel pool (lamburite keskel) püütud asendada kastratsioon. Kuigi kusitijätke on oluline oina sigitusvõime seisukohalt, ei põhjusta tema puudumine ometi mitte iga kord isaslooma steriilsust.

Tuppe jäänud spermas leiduvad seemneniidikesed hävivad kiiresti; nende liikumisvõime kestab siin (pullil) vaid $\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ tundi. Kauem kestab nende iga tservikaal- ja uteriinnõres. Eostuse kohale jõuavad spermid mõne tunni (seal u. 7 t.) kestel, aeg, mis mõnel loomal näib liiga lühidana selleks, et seemneniidikesed selle kestel enda liikumise abil määratud paigale jõuaksid; oletatavasti abistab neid uteruse antiperistaltistest liigutustest tingitud imitoime.



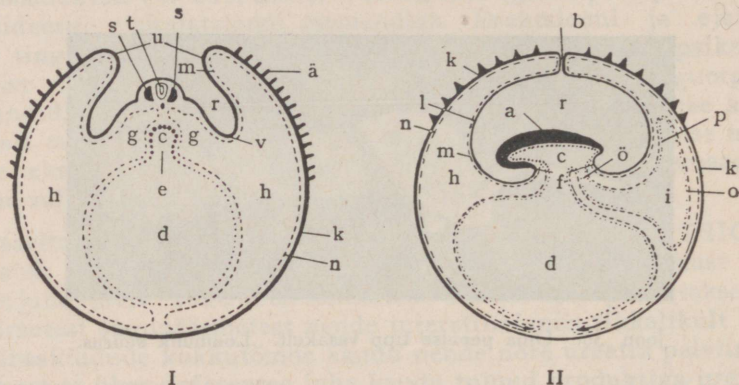
Joon. 36. Oina peenise tipp vasakult. Loomulik suurus.

Paarituskaudset seemendust on asendatud viimastel aastatel sageli (eriti Nõukogude-Venes) KUNSTLIKU INSEMINATSIOONIGA. Sel puhul juhitakse isasloomalt kunstliku tupe abil või muul viisil hangitud seeme indleva emaslooma tservikaalkanalisse või uterusse vastava süstla kaudu. Ainsast ejakulaadist jätkub sellise menetluse juures mitme emaslooma tagajärjekaks seemendamiseks, asjaolu, mis võimaldab väärtuslike suguloomade intensiivsemat kasutamist, eriti kui silmas pidada sperma umbes paaripäevast preserveerimise ja transportimise võimalust. Kunstliku seemenduse edasiste indikatsioonidena nimetatakse mõningate suguorganite haiguste leviku ärahoidmist, ristamisvõimaluste avardamist, isasloomade arvu vähendamise võimalust monogaamsete loomade (hõberebased) puhul jt. Meil pole ta leidnud tänini laiemat kasutamist.

Loote arenemisest; lootekestad ja platsenta.

Eostatud munaraku esmast, oviduktis toimuvat paljunemist nimetatakse tema lõigustumiseks e. SEGMENTATSIOONIKS ja sel teel tekkinud rakke lõigustusrakkudeks e. blastomeerideks. Lõigustumine ei kaasu elava massi kasvamisega, vaid rakkude suuruse vähenemisega: segmentatsiooni teel tekkinud rakkudekobar, moorula, võrdub suuruses munarakuga ja ta kattub

alul veel oolemmiga. Esialgne segmentatsioon toimub imetajatel ovidukti kitsuses. Uterusse jõuab moorula u. 3- kuni 4- (koeral 8- kuni 10-) päevase rännaku järel koeral ja seal väheste (2—8), lambal 16—32 blastomeeriga. Moorula edasisel arenemisel tekib tema sisemusse vedelikuga täidetud ruum, segmentatsiooni-õõs e. blastotsööl, ning sellest ajast peale kannab ta blastula nimetust. Et mammaalide blastotsööl kasvab suureks, siis nimetatakse tavaliselt nende loote blastulastaadiumi BLASTOTSÜSTIKS (*vesicula blastodermica*). Blastotsüsti esialgne kuju on ümmar, kuid hiljemini muutub ta hobusel ja koeral munakujuliseks ning ruminantidel ja seal (u. 2 näd. järel peale paaritust) üsna pikaks ($1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ m) niiditaoliseks



Joon. 37. Lootekestade teke idulase eest või tagant (I) ja vasakult küljelt (II) vaadatuna (Bonnet'i järgi).

a idulane, *c* primitiivne sool ja *d* sellega kommunitseeruv rebupõis (mõlema seina moodustab kahekihiline splanhnopleura), *g* tsöloom, *h* eksotsööl, *v* embrüonaalkilbi külgkurd, *u* amnionikurrud, *b* amnioninaba, *l* ja *m* kahekihiline (somatopleurast moodustatud amnion, *r* amnioniõõs, *k* ja *n* koorion, *i* allantoisiõõs, *ö* urahhus, *p* amnioniga ja *o* koorioniga liituv allantoisi osa, *f* tekkiv nabaväät.

struktuuriks. Blastotsüsti moodustavad rakud jagunevad perifeerseteks ja seespool asetsevateks. Viimased on grupeerunud väikeseks sõlmekeseks, millest edasisel arenemisel kujunebki idulase¹ keha ja mida seepärast EMBRÜONAALSÖLMEKS nimetatakse. Perifeer-setest rakkudest koosnev kest, toiteleht e. trofoblast aga muutub edasisel arenemisel lootekestadeks. Embrüonaalsõlme kasvamisel lamestuvad tema blastotsöölipoolded rakud, vahavad tsentrifugaalselt ning moodustavad lõpuks kihistumata rakkude-kesta, entodermi, seespool trofoblasti. Samal ajal tuleb embrüonaalsõlme teda katva trofoblasti (Rauberi kihi) degenerereerumise tõttu embrüonaal-

1 Indiviidi, mille organid veel arenemata või arenemas ja seetõttu sarnasus definitiivse organismiga veel puudub, nim. idulaseks e. embrüoniks. Embrüoloogia on õpetus indiviidi intrauteriinest arenemisest.

kilbina (*area embryonalis*) blastotsüsti pinnale. Värsketes idulastes nähtub embrüonaalkilp opaakse valge täpikesena. Siiani kahekihine, trofektodermist ühes embrüonaalkilbiga ja entodermist koosnev blastotsüsti sein täiendub nüüd veel kolmanda, embrüonaalkilbist arenenud ja paigutuse põhjal mesodermiks nimetatud kihiga. Kõneldavaid kihte nimetatakse IDULEHTEDEKS.

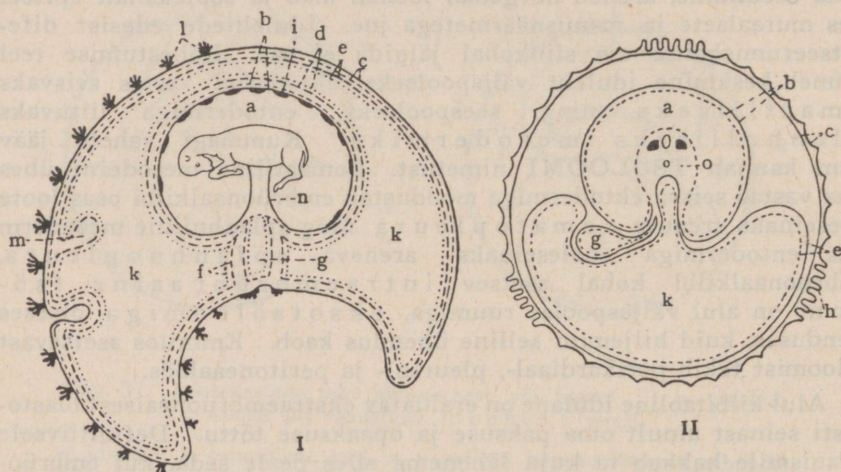
Igast idulehest diferentseerub teatav organite grupp. Ektodermist, mis madalamal organismil närvisüsteemi puudumisel keha ja välismaailma vahendajaks on, areneb mammaalil analoogse funktsiooniga närvisüsteem ning epidermis ühes derivaatidega (nahanäärmed, karvad jt.). Entodermist, mille ülesandeks öösloomadel peamiselt sööda seedimine, areneb kõrgemal loomal mao ja soolekanali epiteel ühes muraalsete ja manusnäärmetega jne. Idulehete edasist diferentseerumiskäiku me siinkohal jälgida ei saa. Lõhestumise teel jaguneb keskmine iduleht välispoolseks, ektodermi vastas seisvaks somaatiliseks, ning seespoolseks, entodermiga liituvaks splanhniliseks mesodermiks. Kummagi vahele jääv ruum kannab TSÖLOOMI nimetust. Somaatiline mesoderm ühes tema vastas seisva ektodermiga moodustab embrüonaalkilbi osas loote kereseinaks areneva somatopleura ning splanhniline mesoderm ühes entodermiga sooleseinaks areneva splanhnopleura. Embrüonaalkilbi kohal asetsev intraembrüonaalne tsöloom on alul väljaspoolse ruumiga, eksotsöloomiga otseses ühenduses, kuid hiljemini selline ühendus kaob. Embrüos asetsevast tsöloomist tekib perikardiaal-, pleuraal- ja peritoneaalõõs.

Alul kilbitaoline idulane on eraldatav ekstraembrüonaalsest blastotsüsti seinast ainult oma paksuse ja opaaksuse tõttu. Definitiivsele organismile hakkab ta kuju lähenema alles peale seda, kui embrüonaalkilp muutub torutaoliseks. Viimane toimub embrüonaalkilbi ärakurdumise teel blastotsüsti seinast. Embrüonaalkilbi ääred pöörduvad kahte külge kurdude (*sulci limitantes laterales*) ning eespoolset subtsefaalset ja tagapoolset subkaudaalset kurdude moodustades blastotsüsti sisemusse. Kurdude süvenedes jääb idulane blastotsüsti seinaga ühendusse viimaks vaid üsna kitsa nabavädi kaudu (joon. 37). Splanhnopleura kurdumine äärtelt alla- ja sissepoole toimub üheaegaliselt idulase keha väliselt märgatava silindristumisega. Selle tagajärjeks on ento- ja mesodermiga ümbritsetud blastotsööli, primitiivsoole jagunemine intra- ja ekstraembrüonaalseks osaks; viimane kannab REBUKOTI e. REBUPÕIE (nabapõiekese) nimetust. Kummagi seostajana püsib mõnda aega nabavädis peituv peen omfalomesenteerjuha (*ductus omphalomesentericus*). Viimase soolepoolne algusosa persisteerub harukordselt ileumist väljuva Meckel'i divertikulina.

Arenenult esineb rebupõis ainult loote noores eas, kus ta ülesandeks on idulase toitmine vitelliin- (rebupõie-) tsirkulatsiooni kaudu. Samal ajal toimib ta ka vereloome (hematopoeetilise) organina. Hiljemini, allantoisi arenedes, asendub vitelliintsirkulatsioon

umbilikaalringega ning selle järel degenerereerub rebupõis kiiresti, jäädes püsima kortsunud NABAPÕIEKESENA vaid nabaväädis. Kuna kalade, amfiibide ja sauropsiidide rebupõis toitu saab oma sisemusest (rebust), muretseb imetaja rebupõis seda väljastpoolt (uterusest läbi blastotsüsti seina).

Veel enne embrüonaalkilbi torustumist piiravad teda külgedelt ja varsti ka pealt embrüonaalkilbi servadelt üleskerkivad ekstraembrüonaalse somatopleura kurrud (joon.37, I). Nimetatud kurrud kasvavad tsentripetaalselt ja liituvad lõpuks üleni idulase selja kohal, moodustades sel teel kinnise, idulast vahenditult ümbritseva AMNIONIPÕIE. Amnionikurdude lõpliku liitumise kohal püsib lühikest

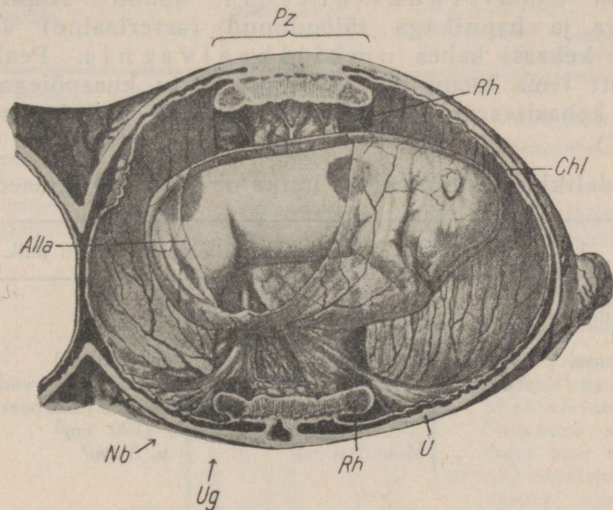


Joon. 38. Hobuse (I) ja ruminatide (veise ja lamba; II) loodekestade skeem (Bonnet'i ja Ellenberger'i järgi).

a amnioniõõs, *b* amnion, *c* koorion, *d* amnioniga ja *e* koorioniga liitunud allantois, *k* allantoisiõõs, *l* allantokoorioni hatud, *h* kotüledoos e. hatik, *g* rebupõis, *n* nabaväädi, *o* idulane (ristilõik).

aega amnioni blastotsüsti välisseinaga (koorioniga) ühendav koeväädi, a m n i o n i n a b a. Selle katkedes eraldub amnion täielikult välisest blastotsüsti seinast, mida nüüd KOORIONIKS nimetatakse. Peagi liitub nende kahe, idulast väljast ümbritseva LOOTEKESTAGA veel kolmas, mis loote tagasoolest kõhu ventraalse seina ja naba kaudu välja soppub ning siis amnioni ja koorioni vahel ekspandeerudes idulast kas ümberringi (hobusel, karnivooridel) või ainult osaliselt haarab (ruminantidel ja seal). Kõneldavat põisjat moodustist nimetatakse ALLANTOISIKS. Vastavalt oma päritolule (splanhopleura) on ta kaheleheline moodustis, koosnedes seespool paiknevast entodermist ja väljaspoolsest mesodermist. Amnionis ja koorionis, kui somatopleura derivaatides, liitub eksotsööliloolse, mesodermist

moodustatud lehega ektoderm. Kuna allantoisi mesodermkiht liitub tema vastas seisva koorioni või amnioni mesodermkihiga, siis on hobuse ja karnivooride looted lootekestade välja kujunedes ümbritsetud kahe kontsentrilise, vedelikuga täidetud kestaga, seespoolse allantoamnioniga ja väljaspoolse allantokoorioniga. Esimene neist täitub AMNIONI- ja teine ALLANTOISIVEDIKUGA (joon. 38, I, ja 39). Teissugune on olukord ruminantidel ja seal, kuna siin allantoisikott amnioni mitte ümber ei haara, vaid kahe-



Joon. 39. Koera lootekestad ja platsenta¹.
(Krölling'i järgi.)

Loode ümbritsetakse siin (nagu hobuselgi) kahe vedelikuga täidetud põiega (kotiga), amnionivedelikku sisaldava allantoamnioniga ja välisesse joonisel kujutatud preparaadis on lõigatud aken; (*Alla*) ja allantoisivedelikku sisaldava allantokoorioniga (pikuti poolitatud; *Chl*). Mustjaspruune äärepalistusi (*Rh*) omav platsenta (*Pz*) ümbritseb loodet võõraliselt (vöödeplatsenta).

harulise põisja struktuurina ainult selle paremale küljele ning otstele püsima jääb; et aga ka mujal eksotsööl koorioni ja amnioni kokku kasvades kaob, siis jääb loode siin täielikult ümbritsetuks vaid ühekordsest põiest, amnionist (joon. 38, II, ja 40). Inimesel puudub allantoisi ekspandeerunud osa.

LOOTEKESTADEST on amnionil kaitse ÜLESANNE. Välised tõuked ja isegi loote enda raskus deformeeriks teda kui veerikast ja vähese konsistentsusega struktuuri vastava, vedelikust moodustatud

1) Joon. 39 ja 40 on võetud Stang & Wirth'i teosest: Tierheilkunde und Tierzucht, III köide. Urban & Schwarzenberg, Berlin u. Wien.

keskuse puudumisel. Sellest on arusaadav, miks vees arenevatel loomadadel (kaladel, amfiibidel) amnion puudub. Teiste lootekestade ülesanne on troofiline. Neis areneva veresoonestiku resp. kapillaaristiku kaudu võimaldub loote toitumine. Nagu tähendatud, on esmaliseks toiteorganiks lootel lühiealine rebupõis. Üsna pea aga kandub toiteülesanne suuremat välispinda omavale allantokoorionile. Allantokoorioni kapillaaristik varustub venoosse verega kahe, allantoisi keha- ja nabaväädisesse peene osa, urahhusega paralleelselt kulgeva umbilikaalarteri kaudu. Kapillaaristikus toiteainetega ja hapnikuga täiendunud (arteriaalne) veri voolab tagasi loote kehasse kahes umbilikaalveenis. Peale selle on allantoisikott tema loomuliku ühenduse tõttu kusepõiega (viimane areneb ta kehasisest algusosast) ka loote uriini reservuaariks („kusekott“).

Lootevedelikkude sünniaegset hulka näitavad järgmised andmed:

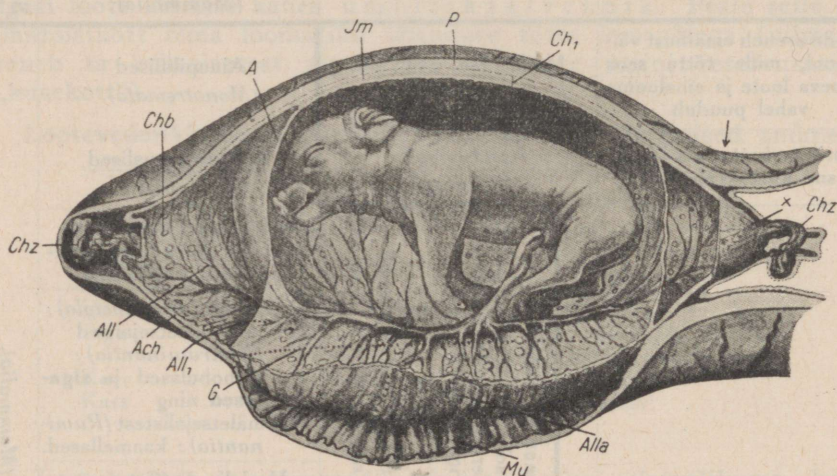
L o o d e	Amnionivedeliku hulk	Allantoisivedeliku hulk
Hobune	u. 3 l.	8–15 l.
Veis	1–4 l.	3,5–12 l.
Lammas	150–400 cm ³	100–500 cm ³
Siga	25–125 cm ³	Sünniajaks on allant. vedelik peaaegu täielikult resorbeerunud
Koer	50–70 cm ³	30–120 cm ³
Kass	Mõned tilgad	u. 3 cm ³

Lootekestade ja uteruse limaskestavahelise ulatuslikuma kontakti saavutamiseks resp. loote toite- ja gaasidevahetusepinna suurendamiseks kattub allantokoorion mitmekujuliste hattudega, millede kogumik ühes uteruse limaskesta modifitseerunud välisosaga PLATSENTA (*placenta*) moodustab. Lootekestade ja uteruse limaskestavahelisele seosele vastavalt kõneldakse KONTAKT- ja PÄRISPLATSENTAST. Kontaktplatsentas on kõneldav seos nõrk ja lootekestad vabanevad sünnituse puhul emakaseinalt viimast vigastamata. Pärisplatsentas on mõlemavaheline seos väga tihe, mille tõttu lootekestade eraldumisel ka osa uteruse limaskesta (varikile e. detsidua) kaasa tõmmatakse. Pärisplatsentat omavaid loomi nimetatakse DETSIDUAATIDEKS. Nende hulka kuuluvad inimene ja koduimetajaist karnivoorid. Ülejäänud koduimetajad omavad kontakt- e. poolplatsentat, ning kuuluvad selle tõttu ADETSIDUAATIDE hulka. Aplatsentaalide koorion on hattudevaba (avilloosne). Koorionihattude paigutuse ja nendega kaetud ala kuju järgi eristatakse difuusset, multiplekssset, vööde- ja ketasplatsentat. Difuusses platsentas katavad tihedasti ja ühtlaselt paigutatud hatud koorionipinda üleni. Esineb kontaktplatsenta alavormina koduimetajaist hobusel ja seal. Kontaktplatsenta teise alavormi, multipleksseses e. hulgishatikulises platsentas (mis esineb koduimetajaist

Vertebraatide jagunemine lootekestade alusel (Poplevski [1935] järgi, muudetult).

Lootekestad puuduvad. Väljaspool lootekeha asetseb vaid rebupõis.	Anamnioidid (<i>Anamnia</i>).	Kalad (<i>Pisces</i>). Kahepaiksed e. amfiibid (<i>Amphibia</i>).	Selgroogsed e. vertebrandid (<i>Vertebrata</i>).	
Loote lisanditena esinevad rebupõis, amnion, koorion ja allantois.	Amnioidid (<i>Amniota</i>).	Roomajad e. reptiilid (<i>Reptilia</i>). Linnud (<i>Aves</i>). Imetajad e. mammaalid (<i>Mammalia</i>).		
Loode areneb emahust väljaspool, mille tõttu seos areneva loote ja emalooma vahel puudub.	Munejad e. ovipaarid (<i>Ovipara</i>).	Ainupilulised (<i>Monotremata</i>).		
Koorion hattudeta (avilooalne kontaktplatsenta).	Aplatsentaalid (<i>Aplentalia</i>).	Kukkurloomalised (<i>Marsupialia</i>).	Imetajad e. mammaalid (<i>Mammalia</i>).	
Koorion kaetud hattudega.	Platsentaalid (<i>placentalia</i>).	<p>Adetsiduadid (<i>Adeciduata</i>): Loote sündimisel vabanevad päramid (lootekestad) uteruse limaskestast (oluliselt) vigastamata.</p>		<p>Difuusne kontaktplatsenta (<i>semiplacenta diffusa</i>).</p>
		<p>Detsiduadid (<i>Deciduata</i>): Loote sündimisel eraldub päramites ka osa uteruse limaskestast (varikile e. detsiidua).</p>		<p>Vöödeplatsenta (<i>placenta zonaria</i>).</p>
		<p>Ketas- e. diskusplatsenta (<i>placenta discoidea</i>).</p>		<p>Hulgisshatukuline kontaktplatsenta (<i>semiplacenta multiplex</i>).</p>
				<p>Kabjalised (<i>Perissodactyla</i>): ninasarviklased, taapirlased, hobulased.</p>
			<p>Sõralistest (<i>Artiodactyla</i>): a) mittemäletsejalised (<i>Nonruminantia</i>): jõehobulased ja sigalased ning b) mäletsejalistest (<i>Ruminantia</i>): kaamellased.</p>	
	<p>Vaalalised (<i>Cetacea</i>).</p>			
	<p>Meriveiselised (<i>Sirenia</i>).</p>			
	<p>Sõralistest (<i>Artiodactyla</i>) järgm. mäletsejalised: hirlased ja veislased.</p>			
	<p>Kiskjalised (<i>Carnivora</i>): koerlased, kaslased jt.</p>			
	<p>Putuktoidulised (<i>Insectivora</i>): mutlased, siillased jt.</p>			
	<p>Lehendajalised (<i>Chiroptera</i>): nahkhiirlased jt.</p>			
	<p>Napihambulised (<i>Edentata</i>): sipelgakarulased, laiskloomalised jt.</p>			
	<p>Närilised (<i>Rodentia</i>): merisigalased, jäneslased, oravlased, hiirlased jt.</p>			
	<p>Esikloomalised (<i>Primates</i>): ahvid ja inimene.</p>			

ruminantidel) on koorioni hatud grupeerunud üksteisest separeerunud põõsakesteks, kotüledoonideks. Asendilt ja arvult (veisel 80—120) vastavad nad uteruse karunkulitele, moodustades viimastega seostunult platsentome (lehmal käbideks nimetatud). Detsiduaatidel esineva vööde- ja ketasplatsenta kuju nähtub nende nimetusest. Koorioni- ja uterusevaheline intiimne seos ei toimu siin mitte nende pindade koguulatuses, vaid piiratud, ketta- või vöökujulisel alal. Vöödeplatsenta (*placenta zonaria*) esineb koeral (joon. 39) ning kassil ja ketasplatsenta (*placenta discoidea*) inimesel, närilistel jt. Vertebratide jagunemist lootekestade alusel näitab



Joon. 40. Sea lootekestad (Krölling'i järgi).

Uterus ja lootepõis on avatud pikilõikega, mille tõttu näha nii loote nabaväädikaudne seos lootekestadega kui ka viimaste omavaheline paigutus. Loode ümbritsetakse siin igakülgset vaid ainsa kotiga, koorioniga (*Alla*) või allantoisiga (*A*) seostunud amnioniga. Kaheharuline allantois (*All*) ekspandeerub vaid lootepõie otstel. *Chz* koorioni tipud; *Mu* emakasein.

tabel lk. 169. Lootekestadest (detsiduaatidel ka varikilest) moodustuvad sünnitusajal või sünnitusjärgset eraldatavad PÄRAMID (*secundinae*).

Loodet lootekestadega resp. platsentaga seostav NABAVÄÄT (*funiculus umbilicalis*) koosneb kahest umbilikaalarterist, kahest (ruminantidel ja karnivooridel) või ainsast (hobusel ja seal) umbilikaalveenist, urahhusest, omfalomesenteerjuhast ning nendevahelisest õrnast lootelisest sidekoest, *W h a r t o n'i s ü l d i s t*. Väljast kattub ta kere seinaks ülemineva amnioniga (hobusel lootekestadepoolne osa allantoisiga). Loote pikkusest moodustab nabaväät veisel (30—40 cm) ja lambal u. $\frac{1}{4}$, kassil $\frac{1}{3}$, hobusel (kuni 1 m) ja koeral u. $\frac{1}{2}$; seal võrdub ta pikkus sünnivalmis loote pikkusega (kuni 25 cm) ja inimesel ületab ta seda u. 2 korda.

LOOTE EA MÄÄRAMISEL kasustatakse esmajoones tema pikkust. Ea täpsama määramise puhul täiendatakse seda teiste tunnustega (kõhrelise skeleti luustumisega, luude pikkusega, karvkatte ja mõningate organite tekkega jne.). Loote pikkus on eriti usaldatav kõneldavast seisukohast gestatsiooni esimesel poolel; hiljemini esinevad individuaalsed kõikumised vähendavad pikkusmõõdu usaldatavust samaks otstarbeks. Ligikaudsete resultaate nõudmise korral on suurte koduimetajate puhul, alates teisest tiinuskuust, kasustatav järgmine (Keller'i) valem: loote pikkus cm-tes = $(x+2)x$, milles x tähendab loote iga kuudes. Loote ea suhet tema pikkusega näitab joon. 41 ning tema (peamiselt väljastpoolt märgatavaid) kasvu- resp. arenemisetappe järgnev tabel:

Kande- (lu-naar-) kuud	H o b u n e	V e i s
1.	Kuu lõpuks on tekkinud kõik sisemised organid.	Kuu lõpuks on tekkinud kõik sisemised organid.
2.	7-nädalasel lootel (5 cm) hobuse kuju märgatav ja sugu määratav. Kuu lõpul muutub blastotsüst sirbi-kujuliseks (pikkus 40 cm). Jäsemed kujunenud; paariliselt arenev rinnak ühinenud.	Kuu lõpul veisesarnasus märgatav. Jäsemed ja sõrad kujunenud; algab ossifikatsioon. Suulagi sulgunud.
3.	Kabjad kujunemas. Umbsool tekkinud. Allantokoorion kattub hattudega. Toruluude diafüüsid luustuvad. Kõrvad tekkimas.	Magu jaguneb nelja ossa. Munandite laskumine (<i>descensus testicularum</i>) algab. Skrootum tekkimas.
4.	Loode alles paljas.	Pikad toruluud ossifitseerunud.
5.	Karvad mokaadel ja ninal. Kuu lõpuks välised genitaalid moodustunud (puudub skrootum).	Lõuad ja ülalaug karvastunud. Nisad märgatavad. Munandid laskuvad skrootumisse.
6.	Loode omab ripsmeid, karvu kõrvallest aärtel ja osalt ka laka kohal ning sabatipul.	Karvad esinevad vaid eeltähendatud kohtadel.
7.	Karvkate esineb vaid eeltähendatud kohtadel.	Karvad piirdel, sabatipul ja sarvede kohal.
8.	Sabal ja seljal esimesed karvad.	Karvad esinevad vaid eespool-loendatud kohtadel.

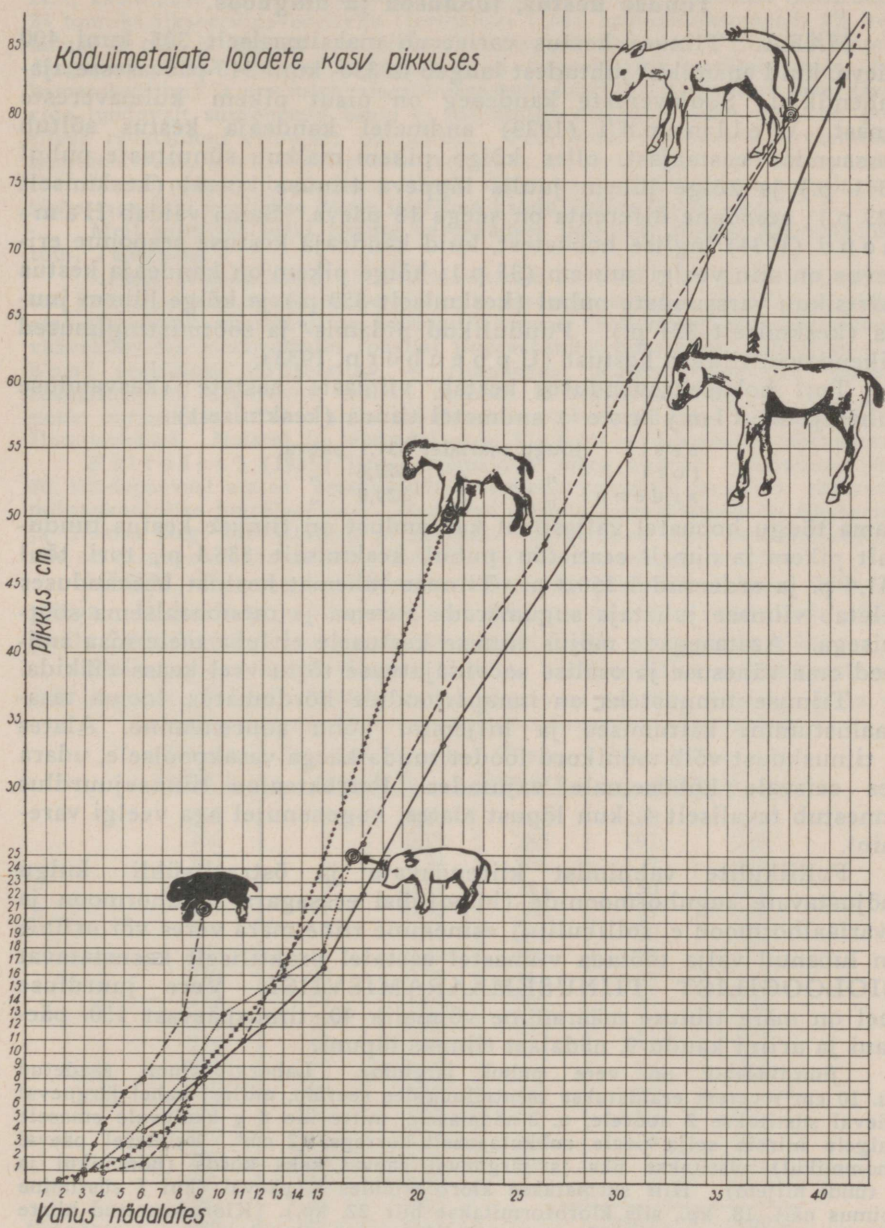
Kande- (lunaar-) kuud	H o b u n e	V e i s
9.	Keha kaetud lühikeste karvadega üleni.	Kere, eriti selg kattub karvadega. 34-nädalane loode (u. 75 cm pikk) on sündimisel eluvõimeline.
10.	Prepuutsium tekkinud. 40-nädalane loode on sündimisel eluvõimeline.	Tihedalt karvastunud loode on sünnivalmis.
11.	Munandid väljuvad kõhuõõnest.	
12.	Sünnivalmis loode on tihedasti karvastunud. <i>Scrotum</i> ja <i>praeputium</i> arenenud. Keskmised intsisiivid ja 3 piimamolaari ilmuvad.	

Veise loote pikkuse kasvu kiirus on kõige suurem 2. kuu lõpul; sünni eel väheneb ta märgatavalt ning veelgi aeglasemalt toimub pikkuse kasv ekstrauteriinses eas. Viie ja poole kuuga on veise loode saavutanud $\frac{1}{2}$ sünnipikkust. Umbes $\frac{1}{2}$ kuni $\frac{2}{5}$ täiskasvanud veise pikkusest langeb looteale. Suhteliselt pikkade jäsemete tõttu moodustab vastsündinud vasika turja kõrgus täiskasvanud veise omast 52—56% (E s s k u c h e n, 1931).

Loote kaalukasvu näitavad järgnevad (B r u n'i) andmed.

Loote iga lunaar- kuudes	Loote raskus kg-des	
	Hobune	Veis
4	0,45	1,80
5	—	2,25—2,75
6	5,57	2,75—3,60
7	—	4,5—5,4
8	—	11,3
9	17—20	13,6—22,5
10	20—28	sünnivalmilt 30—40
11	38—40	
12	sünnivalmilt 40	

Neist andmeist nähtub, et emalooma söödaratsiooni seisukohalt oluline hobuse ja veise loote kasv algab vaid 5. või 6. tiinuskuust. Loote välimiku muutus avaldub tiinuse teisel poolel peamiselt vaid karvkatte järk-järgulises tekkes.



Joon. 41. Koduimetajate loodete kasv pikkuses.

— koer; siga; ... lammas; — veis; — hobune.

Tiinuse kestus, tunnused ja diagnoos.

MÄRA. Tiinuse kestus varieerub maksimaalselt 305 kuni 400 päeva, kuid enamikul juhtudest langeb ta 330- kuni 340-päevasesse ajavahemikku. Soojavereste kandeage on pisut pikem külmavereste omast. Wellmann'i (1929) andmetel kandeaja kestus sõltub varssumise aastaajast, olles kõige pikem maikuu sünnituste puhul (341 p.) ja kõige lühem juulis lõppeva tiinuse korral (keskmiselt 323 p.); sesoonne diferents on seega 18 päeva. Sama väidab Hammond (1934) inglise hobustest, kuid kandeaja kestuse sesoonne erinevus on siin veelgi suurem (35 p.); kõige pikem on kandeaja kestus märtsikuu varssumiste puhul (keskmiselt 359 p.) ja kõige lühem juulis (keskmiselt 324 p.). Puudulikud pidamis- ja sööttingimused pikendavad tiinuse kestust (Uppenborn, 1933).

Tori hobusekasvanduses kestab viimaste aastate (kasvanduse juhataja M. Ilmjärve¹) andmetel tiinus (keskmiselt):

eesti	tõugu	märadel	331,1	päeva,
tori	"	"	327,6	"
ardenni	"	"	329,9	"

Sama tõugu hobustel väljaspool kasvandust on tiinuse kestus tunduvalt pikem ja nimelt eesti tõu puhul keskmiselt 338,1 p., tori tõul 341,4 p. ja ardennidel 350,3 p. Tiinuse lühemat kestust kasvanduses seletab viimase juhataja sugumärade parema ja ratsionaalsema söötmisega. Aastaaegade mõjus tiinuse kestusele ei luba meie maa andmed oma vähesuse ja osalise soovidajätvuse tõttu veel kaasa rääkida.

Tiinuse tunnusteks on innaperioodide kordumatus, looma tasakaalustumine käitumises ja hiljemini kõhu suurenemine. Alates 7. tiinuskuust võib mõnikord loodet tunda käega vasakpoolsele, udara ees seisvale kõhuseinale vajutades. Perrektaalne tiinusejuurdlus õnnestub tavaliselt 4. kuu lõpust alates, kogenenutel aga veelgi varem.

Folliikulite valmimist kiirendavate ja östraaltsükli kulgu mõjustavate suguhormoonide (hüpofüüsi eessagara suguhormoon ja ovariaalhormoon e. follikuliin) esinemine tiine mära veres või uriinis on lubanud välja töötada viimastel aastatel praktiliselt kasutatavat BIOLOOGILIST TIINUSEMÄÄRAMISVIISI. Vere juurdluse teel on mära tiinuse määramine võimalik 40. tiinuspäevast 150. päevani ja uriini kaudu 9. nädalast tiinuse lõpuni.

Juurdluskäik on vere puhul järgmine. Laboratooriumi saadetud (u. 10 cm³) verest eraldatakse tsentrifuugides seerum, millest kahel järgneval päeval süstitakse 2 noorele, u. 3-nädalasele, mitte üle 8 g kaaluvale emasele valgele hiirele selja peale subkutaanselt korraga 0,2 cm³. Esimesel päeval (hommikul) süstitakse üks ja järgneval päeval kaks korda (hommikul ja 6 tundi hiljem). Hiir surmatakse kloroformides 4. päeval (kui I süstimine toimus näit. 18. kp., siis kloroformitakse hiir 22. kp.). Kloroformitud hiirte kõhuõõs avatakse, rektum lõigatakse läbi ja sooled lükatakse suguorganite paljastamiseks ettepoole. Makroskoobilisel juurdlusel arvestatakse ovaaride ja uteruse sarvede suurust ning punetust. Peale selle eraldatakse ovaarid uteru-

¹ Andmeid Eestis tunnustatud tõugude — eesti, tori ning ardenni — märade tiinuse kestuse kohta. Eesti Loomaarstlik Ringvaade, nr. 7/8, 1934.

sest, kaalutakse nad ning pannakse siis mikroskoobilise juurdluse otstarbel u. 24 tunniks fikseerimisvedelikku (formaliini 1 osa, kaaliumbikromaadi 3% vesilahust 3 osa ja iga 10 cm³ fikseerimislahusele lisatakse 1 tilk äädikhapet). Järgmisel päeval tehtavad külmutuslõigud värvustatakse metüleensinise (või hematoksiiliini) ja eosiniga, sisestatakse kanadabalsamisse ja uuritakse. Ovaa-ride tunduvalt suurenenud kaalu ja folliikulite märgatav kasv neis on positiivse reaktsiooni (tiinuse) tunnusteks. Positiivset reaktsiooni arvestatakse domineerivana, s. o. teda loetakse maksvaks ka ainsas hiires esinemas puhul. Uriini puhul toimub mära tiinuse diagnoos printsipiilt analoogselt, kuid süste tagajärgi uuritakse hiirte tupelima kaudu (Allen-Doisy test).

Meil toimetab mära tiinuse verekaudset juurdlust Riiklik Seerumi-instituut, Tähtveres.

Lisaks bioloogilisele tiinusemääramisele on Cuboni poolt välja töötatud keemiline tiinusemääramise viis, mis baseerub asjaolul, et uriiniga tiinuse ajal rikkalikult elimineeritav folliikuliinhormoon (folliikuliin) kontsentreeritud väävelhappega kuumendades rohelist fluorestsentsi põhjustab. Märal on Cuboni reaktsioon aplitseeritav 4. tiinuskuust alates. Indlevatel märadel reaktsioon on negatiivne, samuti muutub ta negatiivseks 24—48 tunni järele peale varssumist. Täku uriin annab sama menetluse puhul sinakas-rohelise fluorestsentsi. Naistel ja lehmadel pole Cuboni reaktsioon rakendatav¹.

Patrušev'i (1935) järgi võimaldub mära tiinuse määramine 20.—30. kandepäevast alates emakasuudme (*portio vaginalis cervicis*) määritise mikroskoobilise juurdluse teel. Esinevad sellises (metüülalkoholis fikseeritud ja Giemsa järgi värvustatud) preparaadis ripsmerakud ühes limakuulikestega, siis on diagnoosialune autori väitel 60—80% usutavusega graviidne.

LEHM. Tiinuse keskmiseks kestuseks peetakse lehmal 280—285 päeva. Üldiselt pole tõuvalhelised erinevused väga tunduavad. Alles peale 7-kuulist kandaega aborteerunud loode võib jääda ellu.

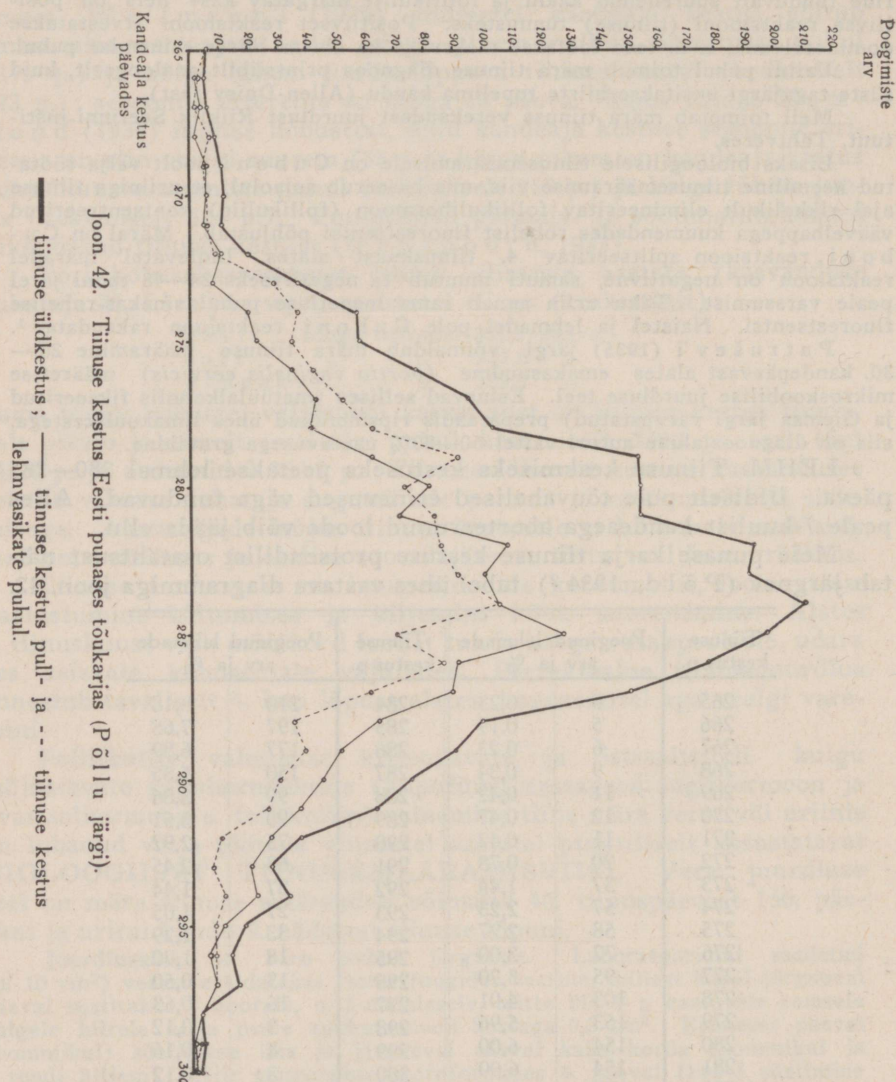
Meie punase karja tiinuse kestuse protsendilist osatähtsust näitab järgnev (Põld, 1934²) tabel ühes vastava diagrammiga joon. 42.

Tiinuse kestus p.	Poeginud lehmade arv ja %		Tiinuse kestus p.	Poeginud lehmade arv ja %	
265	6	0,23	284	210	8,18
266	5	0,19	285	197	7,68
267	6	0,23	286	177	6,89
268	9	0,34	287	150	5,85
269	11	0,42	288	99	3,86
270	12	0,47	289	90	3,51
271	11	0,42	290	75	2,92
272	20	0,78	291	63	2,45
273	37	1,44	292	37	1,44
274	57	2,23	293	27	1,05
275	58	2,27	294	33	1,29
276	77	3,00	295	18	1,70
277	95	3,70	296	13	0,50
278	103	4,01	297	16	0,63
279	153	5,96	298	3	0,12
280	154	6,00	299	4	0,16
281	154	6,00	300	3	0,12
282	193	7,52			
283	191	7,44			
				2567	100%

¹ Cuboni reaktsiooni tehnikat vt. Berl. Tierärztl. Wochenschr. Nr. 22, 1936.

² Tiinuse kestusest ja vastsündinute seksuaalproportsioonist Eesti punases täisverd tõukarjas. Eesti Loomaarstlik Ringvaade, nr. 3, 1934.

Nende põhjal on meil tüüpilisena esitatav tiinuse keskmine kestus 282 päeva näol täpsuse mõttes vaid 7,52% tõenäone. 82,5% kandeagadest lõpevad loomulikult 276 ja 290 päeva vahel, mis ajavahe-
mikkude tulekski pidada kõneldava tõu keskmiseks kandeajaks. Liigne

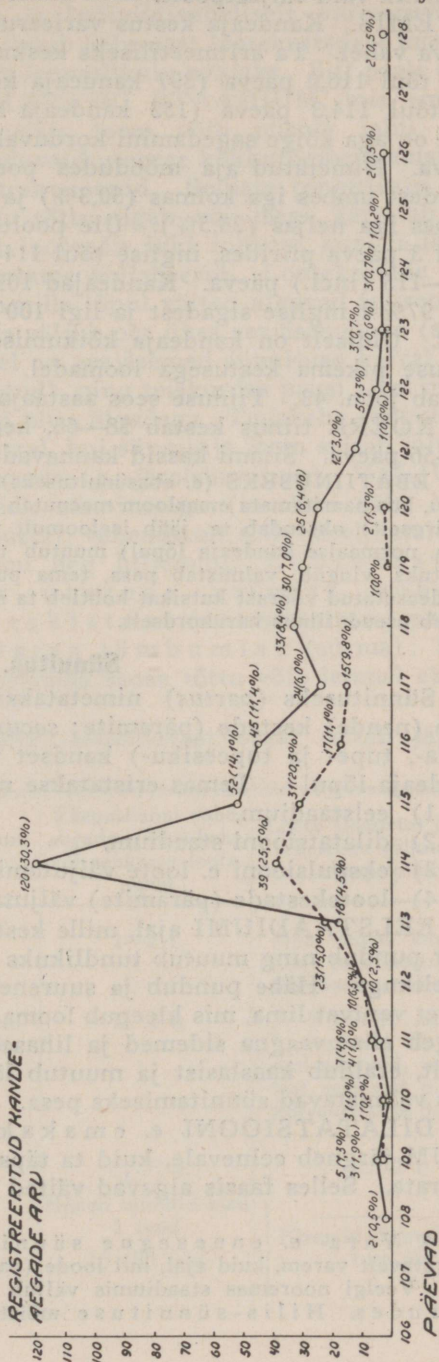


diviatsioon kandeaja keskmisest on suguorganite patoloogilise seisundi tunnuseks (Williams, W. L.). Pullloodete puhul on kande-
aeg keskmiselt 1,5 päeva võrra pikem lehmloodete kandeajast ja kak-
sikute puhul on ta tavaliselt u. 5 päeva võrra lühem. Seseonne erine-
vus lehma kandeaja kestuses on vähemärgatav.

Tiinuse esimese poole tunnusteks on innaperioodide kordumatus, temperamendi rahustumine, tupelima konsistentsuse kasvamine ja esmakordselt tiinetel lehmadel udara pundumine 3. tiinuskuust alates. Väidetakse mõnelt poolt, et tagajärjeka paarituse korral puudub limase tupenõre innajärgne muutus, kuna sama aga mitteviljastunud lehmadel sageli umbes 48 t. järel peale inna lõppu veidi veriseks muutub. Tiinuse teise poole tunnusteks on kõhu suurenemine ja loote liigutused (u. 6. kuust alates), mis näha mõnikord läbi parempoolse kubemeseina. Asjatundja võib perrektaalse eksploratsiooni teel tiinust määrata juba 1—1½ kuust alates.

Lehmal, nagu teistelgi emastel koduloomadel peale mära, ei oma tiinuse bioloogiline määramisviis praktilist tähtsust, sest veres või uriinis leiduvad seksuaalhormoonid esinevad siin diagnostiliselt arvestataval määral vaid kaugeleulatunud tiinuse ajal, mil otstarbekamaks osutub kliiniline diagnoos (K ü s t, 1934). Mõned autorid seevastu väidavad aga ka veisel bioloogilise tiinuse määramisviisi rakendamisevõimalust (vt. lk. 132).

UTT. Tiinuse keskmiseks kestuseks on 21½ nädalat ja tavalisteks variatsiooni piirideks 149—154 päeva. T e s s i e r' kogutud 912 tiinusejuhust kestsid 140 juhtu 146—150 päeva, 676 juhtu 150—154 päeva ja 46 juhtu 154—161 päeva. Varavalmivate tõugude kandaeg on veidi lühem hiljemini täiskasvatetest. Tiinuse tunnusteks on innaperi-



Joon. 43. Meie suur-valge inglisea (—) ja parandatud maasea (---) tiinuse kestuse kõverad.

oodide kordumatus ja hiljemini kõhu suurenemine. Komplemine on võimalik vaid väljastpoolt.

EMIS. Kandeaja kestus varieerub enamatel juhtudel 109 ja 122 päeva vahel. Ta aritmeetiliseks keskmiseks on meie suur-valgel inglise tõul 116,0 päeva (397 kandeaja keskmine) ja meie parandatud maatõul 114,3 päeva (153 kandeaja keskmine). Nii ühel kui teisel tõul on aga kõige sagedamini korduvaks (tüüpiliseks) kandeajaks 114 päeva. Nimetatud aja möödudes poegib suur-valget inglise tõugu sigadest umbes iga kolmas (30,3%) ja parandatud maatõugu sigadest umbes iga neljas (25,5%). Üle pooltel sigadest varieerub kandeage vaid 3 päeva piirides, inglise tõul 114—116 p. ja parandatud maatõul 113—115 (incl.) päeva. Kandeajad 109—122 päevani (incl.) on kehtivad 97%-l inglise sigadest ja ligi 100%-l parandatud maatõugu sigadest. Üldiselt on kandeaja kõikumised seal väiksemad kui suurteil, tiinuse pikema kestusega loomadel. Meie sigade kandeaja kestust näitab joon. 43. Tiinuse seos aastaajaga pole märgatav.

KOERA tiinus kestab 58—66, keskmiselt 62 päeva ja kassil 50—56 päeva. Siiami kassid kannavad üle 60 päeva.

EBATIINUSEKS (e. ebasünnituseks) nimetatakse koeral sageli esinevat nähtu, kus paaritamata emasloom meenutab käitumises tiinet looma: alul (innajärgselt) oksendab ta, jääb iseloomult vaiksemaks ning u. 60 päeva järel (s. o. normaalse kandeaja lõpul) muutub ta (nagu sünnitamist alustav koer) rahutuks, vingub, valmistab pesa, tema pundunud udarasse ilmub piim ning juurdeasetatud võõrast kutsikat kohtleb ta nagu tõeline ema. Teistel loomadel esineb pseudotiinus harukordselt.

Sünnitus.

Sünnituseks (*partus*) nimetatakse järglase (resp. järglaste) ja selle (nende) kestade (päramite; *secundinae*) sünnitusteede- (emakakaela-, tupe- ja tupeesiku-) kaudset väljutamist emakast normaalse kandeaja lõpul¹. Temas eristatakse nelja järku:

- 1) eelstaadium,
- 2) dilatatsiooni staadium,
- 3) ekspulsiooni e. loote väljutamise staadium,
- 4) lootekestade (päramite) väljutamise staadium.

EELSTAADIUMI ajal, mille kestus ulatub tundidest päevadeni, udar pundub ning muutub tundlikuks ja nisad täituvad selge kollaka vedelikuga. Häbe pundub ja suureneb samuti ning temast nõrgub selget venivat lima, mis kleepub looma tagajäsemetele ja sabale. Köht langeb alla; vaagna sidemed ja lihased lõtvuvad. Loom liigub aeglaselt, eraldub kaaslasist ja muutub lõpuks rahutuks. Siga, koer ja kass valmistavad sünnitamiseks pesa.

DILATATSIOONI e. emakakaela avanemise STADIUM järgneb eelnevale, kuid ta täpsat algust pole igal juhul kerge määrata. Selles faasis algavad väited tingivad looma suuremat rahu-

¹ Vara- e. enneaegne sünnitus toimub normaalsest tähtajast märgatavalt varem, kuid ajal, mil loode (vanuse järgi otsustades) peaks jääma ellu. Veelgi nooremas staadiumis väljub (surnud või surev) loode aborteerudes. Hilis-sünnituse mõiste nähtub nimetusest.

tust, mis avaldub nende sagedas mahaheitmises ja tõusmises, ringitammumises, hirmunud vaates jne. Hobune näib sel puhul mõnikord koolikuhaigena. Peale liigi- ja indiviidivaheliselt varieeruva aja (poolest kuni mitme tunnini) ilmub häbemest lootekestadest moodustatud põis, mis ongi emakakaela loomulikuks avajaks. Siit peale algab VÄLJUTAMISE e. EKSPULSIOONI STAADIUM, mis emaloomale kõige väärikam. Sünnitaja loom võib püsida jalul, kuid enamasti lamab ta. Sageli korduvaid uteruse kokkutõmbeid abistavad kõhulihaste sünkroonsed kontraktsioonid. Selliste pingutuste tagajärjel, millede puhul loom valu tõttu oigab või isegi karjatab ning uriini või rooja eraldab, väljub lootepõis ikka rohkem, kuni ta lõpuks lõhkedes ja vedeliku välja voolates kollabeerub. Lootekestade rebemisele järgneb lühike paus, mille lõpul väited algavad suurenenud jõu ja sagedusega. Järgmisena väljub pea ühes eesjäsemetega (suuril loomil) või üksi (karnivooridel on eesjäsemed sünnituse korral tavaliselt taga, rinna vastu paigutatud), ning teiskordse pausi järel maksimumset pingutust nõudev rind ühes õlgadega. Tagakeha ekspulsioon toimub kergemalt, eriti sel korral, kui sünnitaja loom seisab jalul.

LOOTEKESTADE (pääramite e. järelsünnituse) VÄLJUTAMINE võib toimuda üheaegselt sünnitusega (tavaline näht karnivooridel; esineb harva ka hobusel), vahenditult selle järel (multipaaridel ja ka hobusel) või mõni aeg hiljemini. Lootekestade varane separatsioon uteruse seinast hobusel põhjustab sünnituse takistuse (raskesünnituse) puhul peaaegu eranditult varsa lämbumist (surma); lootekestade (koorioni hattude) kestvama seose tõttu võib lehmale ekspulsioon seevastu kesta tunde.

Mõningaid ajalisi andmeid kõneldavast osast esitab järgnev tabel:

	Loote ekspulsiooni kestus	Ekspulsiooni vaheaegade pikkus kahe või rohkema loote puhul	Loote (loodete) ja lootekestade väljutamise vaheaaja pikkus
Mära	10—30 min.	1—2 t.	Mõni minut kuni 1/2 t. Üle 6 tunni kestnud peetus nõuab veterinaarabi.
Lehm	1 1/2—5 t., keskmiselt 2—3 tundi.	1—2 t.	3—8 tundi; harvemini 1—2 päeva. Retineerunud pääramid, mis lehmale esinevad u. 5%—1, kõrvaldatakse 3. päeval.
Utt	U. 1 t.	1/2—1 t.	U. 2 t.
Emis	2—6 t.	Mõned minutid kuni 1 tund	} Pääramid väljuvad sünnituse ajal.
Koer	U. 8 t.	10—30 min.	
Kass	3—6 t.	—	

Kontakt-platsentat omavatel loomadelt (märal, lehm, utel ja emisel) toimub päramite eraldus märgatava veritsuseta. Karnivoorid aga sarnanevad selles osas inimesega, kuna neil lootekestadega ka osa uteruse limaskestast (emaplatsenta e. detsidua) kõrvaldub. PLAT-SENTOFAAGIA e. päramite õgimine on omane kõikidele koduimetajatele, välja arvatud lamma¹.

Sünnituse ekspulsioonifaas langeb enamasti ööle või varahommikule, harvemini päevaajale.

Sünnituse raskused esinevad märal harva (u. 1% sünnitusjuhtudest), kuid nendega kaasub peaaegu eranditult varsa, harvemini ka ema surm. Lehmale esineb raskesünnitusi tunduvalt sagedamini (u. 3%) ja veelgi tavalisem on tal päramite peetus (*retentio secundinarum*).

Sünnituse algust tingivad nähtavasti mitmed tegurid. Seesugusteks on muu hulgas peetud hüpofüüsi tagasagara hormooni ühes östriiniga, küllaldase toidu vähenemist, vere vaesumist hapniku poolest jt.

Sünnitusjärgne suguorganite reparatsioon (emaka involutsioon, uteruse limaskesta regeneratsioon, karunkulite taandareng jt.) toimub ruminantidel kolme kuni nelja nädala jooksul, teistel koduimetajatel kiiremini. Uteruse limaskesta regeneratsiooniga kaasuv nõrevool (*lochia*) kestab lehmale üle kahe nädala, koeral u. 10 päeva, märal u. üks nädal ning lambal ja seal veelgi lühemat aega.

Sigivus.

Sigivuseks e. fertiilsuseks nimetatakse liigi edasikande e. järglaste tootmise võimet. Tema mõõtmine toimub võrdluse teel liigi või tõu tavalise fertiilsusega. Sigivus difereerub liigi- ja indiviidivaheliselt teatavalt piires. Üldiselt on koduloomad kõneldavast seisukohast jagatavad UNI- ja MULTIPAARSETEKS, vastavalt sellele, kas nad korruga sünnitavad ühe või mitu järglast. Koduimetajaist kuuluvad unipaarse loomade hulka hobune ja veis, harvemini lamma, kuna siga, koer ja kass on tüüpilised multipaarid. Bipartus (kahe järglase üheaajaline sünnitamine) esineb hobusel tavaliselt 1¹/₂% sagedusega ja kaksikute vähese elujõu ning sageda lõppemise tõttu polegi ta soovitatav. Veisel kõigub kaksikute protsent 1 ja 2 vahel, olles meie punases tõukarjas Põllu (1933) andmetel 1,48% (tähelepanu haaravad 4847 sünnitusjuhtu). Veise kaksikute soolise erinevuse puhul jääb lehmvasikas enamasti juhtudel (u. 95%) seksuaalselt arenematuks ning seetõttu kogueluajaks steriilseks. Nimetatud nähtu seletatakse kaksikute (lootekestades paikneva) veresoonestiku anastomoseerumi-

¹ Platsentofaagia on normaalne ja lubatav näht karnivooridel. Märal ja lehmale võib sama põhjustada seedehäireid ning emisel põrsaste söömist, mistõttu viimaks nimetatud loomadelt lootekestad eemaldada tuleks.

sega, mille tõttu emas-suguorganite arengut tõkestav spermaaride inkreet pääseb ka emasloote verre. Pullvasikas areneb aga ka sel puhul normaalselt. Pärilikkusele, tõule ja söötmisviisile vastavalt sünnitab üheksakordselt 1 või 2, harvemini 3 talle. Kõige sigivamaks koduimetajaks on siga. Meie suur-valge inglise tõu, parandatud maatõu ja segavereste sigade pesakonna keskmiseks suuruseks on 10 pörsast, kuid üksikutel juhtudel ulatub pörsaste arv kahekümneni. Veel suurem oleks kõneldav arv sel puhul, kui sea kõik eostatud munad areneksid elujõulisteks järglasteks, kuid nagu väidetakse (Crew, 1928), hävib u. 10% eostatud munadest segmenteerumatult (jagunematult), teine 10% degenereerub enne idulase kinnitumist emakaseinale ning edasised 5—10% hävivad hilisemas arenemisastmes. Vastavalt sellele ületab ovaarides leiduvate tiinuse-kollaskehade arv peaaegu eranditult sünnitavate pörsaste arvu. Oletatavasti on sea loodete prenataalne degeneratsioon tingitud päritavatest teguritest. Pesakonna soovitav suurus võrdub seal nisade arvuga. Koera pesakonna suurus sõltub vanemate tõust; kääbustõugudel on kutsikaid tavaliselt 1—3, suurtel tõugudel ulatub järglaste arv seevastu harukordselt üle viieteistkümne. Saksa lambakoeral (hundikoeral) on järglaste tavalisemaks (68%) arvuks 5—9 (Druckseis, 1935; täheldusmaterjal 46 252 sünnitusjuhtu). Kassi pesakond koosneb 3—6 pojast.

Inimesel on kaksikute protsent 1,3—1,5 (kodumaalised andmed).

Et (välja arvatud uniovulaarsed kaksikud) järglaste arv ületada ei saa ovuleerunud munarakkude arvu, siis on arusaadav, et sigivuse piiri otseseks määrajaks on emasloom. Isasloom võib seda mõjustada vaid oma emas-sooliste järglaste kaudu. Fertiilsuse päritavust arvestades soovitatakse eriti lambaist suguloomadena kasustada kaksikutena sündinuid, nende sünnijärgsele soovidajävale arengule vaatamata.

Fertiilsus sõltub looma vanusest resp. poegimiste arvust. Nii on seal esimene pesakond sageli kõige väiksem, neljas kõige suurem, kuid edasiste sünnituste korral langeb pörsaste arv kord-korralt. Lambal langeb sigivuse kulminatsioon viiendale eluaastale ning ka teistel loomadel ühtib ta ajalisel vanemate maksimaalse kehalise arenguga. Mainitud asjaolu tõttu pole soovitav (eriti isas-) suguloomade liiga varajane kõrvaldamine, seda enam, et suguloomade tõeline väärtus selgub vaid nende järglaste võimete kaudu. Sigivust vähendavateks teguriteks on suguloomade nuumamine ning üldse igasugune ühekülgne aretamine. Teataval alal suure jõudlusvõimega loomad on tavaliselt halvad suguloomad. Kultuur-tõugude sigivus (samuti ka vastupanu haigustele) on primitiivsete tõugude omast enamasti madalam. Negatiivselt mõjuvad fertiilsusele ka liiga lähedate sugulaste paaritamine, isasloomadel suguline ülekoormus ja mõlema sugupoole korrapäratu kasustamine suguloomadena. Jäetakse emaslooma innaperioodid korduvalt kasustamata, siis suureneb seega steriliteedi võimalus; ovaar täitub taandarenevate

kollaskehadega, asjaolu, mis häirib ovariaaltsükli ning tõkestab ovulatsiooni. Nähtavasti soodustab ka rasvumine kollaskehade retentsiooni.

Hea ning küllaldane sööt tõstavad looma toitumust ja kasvatavad tema kehalist jõudu ja fertiilsust, ülesöötmine ja vajaliku liikumise puudus seevastu soodustavad looma rasvumist ühes jõu ja sigivuse langusega. Otstarbeka söötmise mõju looma sigivusele nähtub kõige reljeefsemalt lambal: paaritussesooni eel teravilja, kookide või juurviljaga täiendades emalammaste sööta suureneb karjas kaksikute ja kolmikute arv tunduvalt. Nagu selgunud, suurendab „flushing“ (nii nimetatakse kõneldavat, Šotimaal levinud lammaste fertiilsust tõstvat söötmisrežiimi) järglaste arvu simultaanselt ovuleeruvate munarakkude arvu suurenemise kaudu.

TÄHVEL I

Joon I. Hobuse katekiseerimiku (hobusemüüri) ehitamine. Vär-
vustatud van Gieson'i järgi (kuubenaalgaarid ja katekiseeritud lihased nähtavad värvus-
ga joonisel demontreeritud etalidel valitud värvi). Suurus 70 Joonis.

A. Lihakest (tunica muscosa) mis koosneb: 1 - pindkude (või ristkude) mood-
ustatud katekiseerimisest (stratum villosum), mille all paiknevad lihased. 2 -
kõhni e. propriinõrmeid sisaldavast päris- e. näärkudest (stratum
proprium e. glandulosum) ja 3 - katekiseerimisest (3a - see poolt loomadele ja 3b -
võrre poolt loomadele kihti omavast) lihaskestast muskulaarsest (mus-
cularis muscosa).

B. Submüskosa (tunica submucosa) sisaldab veresooneid (4a) submüskosa e.
Meissneri põimikuid (plexus submucosus e. Meissneri) moodustavaid närvide ja
närviläike (ganglion) ja ning peensoole algeid (4b) submüskosa e. submu-
kosa e. Brunneri näärmeid (glandulas submucosae e. Brunneri) ja submüskosa e.
gl. Brunneri; 4a). Arvukate juuhade kaudu kasvavad väikesed soole valendikku
pattudevahelised.

C. Lihakest (tunica muscularis) koosneb see poolt loomadele (5) ja välise-
poolt loomadele (6) kihtist (stratum circulare et stratum longitudinale). Nüri-
lihaslihtide vahel paiknevad teine, mao- ja sooleseinane katekiseeritud närvipõimik (plexus
myentericus e. p. Auerbachii).

D. Sidekoe kiht elementidest koosnev ja välist ebatähtlikat kaetud see poolt
(tunica serosa).

Joon II. Propria e. Lieberkühni näärme lõpposa sisenevad rakulised Epitheelid
Kopchi ja värvustatud Altman-Kull'i meeslikud. Skemaatiline joonis.
a - pindkude, b - katekiseerimisest, c - Parieti rakud (sõltuvad katekiseerimisest),
d - katekiseerimisest, e - katekiseerimisest.

Joon III. Väise pärssoole lihaskestast (müskosa) ehitamine. Värvustatud
Värvustatud Kull-Calleja. Suurus 90 Joonis.

1 - pindkude, 2 - Lieberkühni näärmeid sisaldav pärisliht (stratum
proprium muscosa), 3a - lihaskestast muskulaarsest kihtist (stratum
3b - loomadele kiht, 4 - submüskosa (stratum submucosum)).

kollaskehadega, asjaolu, mis häirib ovariaalsüklit ning tõkestab ovulatsioonid. Nähtavasti soodustab ka rasvumine kollaskehade retentsiooni.

Hea ning küllaldane sööt tõstavad looma toitumust ja kasvatavad tema kehaliist jõudu ja fertiilsust, ülesöötmise ja vajaliku liikumise puudus seevastu soodustavad looma rasvumist ühes jõu ja sigivuse langusega. Otstarbeka söötmise mõju looma sigivusale nähtub kõige selgeimalt lambal; paariüksikutele, seal teravilja, koostide või juurviljaga täiendades emalammudele, roneb karjas kaksikute ja

TAHVEL I.

Joon. I. Hobuse kaksteistsõrmiku (*duodenum equi*) ristilõik. Värvestatud van Giesoni järgi (duodenaalnäärmete ja karikrakkude limase sekreedi värvus on joonisel demonstratiivsuse otstarbel valitud vabalt). Suurendus 70. Joonis.

A. Limaskest (*tunica mucosa*), mis koosneb: 1 — hattudest (*villi intestinales*) moodustatud hattudekihist (*stratum villosum*), selle all paiknevast Lieberkühni e. proprianäärmeid sisaldavast päris- e. näärekihist (*stratum proprium s. glandulare*) ja 2 — kahekihisest (3a — seespoolset longitudinaalset ja 3b — väljaspoolset tsirkulaarset kihti omavast) limaskesta muskulaarisest (*mucularis mucosae*).

B. Submukoosa (*tunica submucosa*) sisaldab veresooni (4b), submukoosa e. Meissneri põimikut (*plexus submucosus s. Meissneri*) moodustavaid närvikiude ja närvitänke (*ganglione*; 4c) ning peensoole algusosas duodenaal-, submukoosa- e. Brunneri näärmeid (*glandulae duodenales s. gl. submucosae s. gl. Brunneri*; 4a). Arvukate juhade kaudu avanevad viimased soole valendikku hattudevaheliselt.

C. Lihaskest (*tunica muscularis*) koosneb seespoolsest tsirkulaarsest (5) ja väljaspoolsest longitudinaalsest (6) kihist (*stratum circulare et str. longitudinale*). Nimetatud lihaskihtide vahel paikneb teine, mao- ja sooleseinale karakterne närvipõimik (*plexus myentericus s. pl. Auerbachii*).

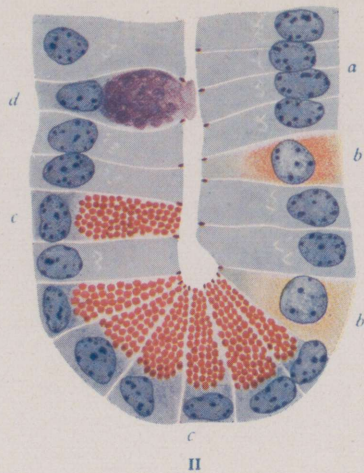
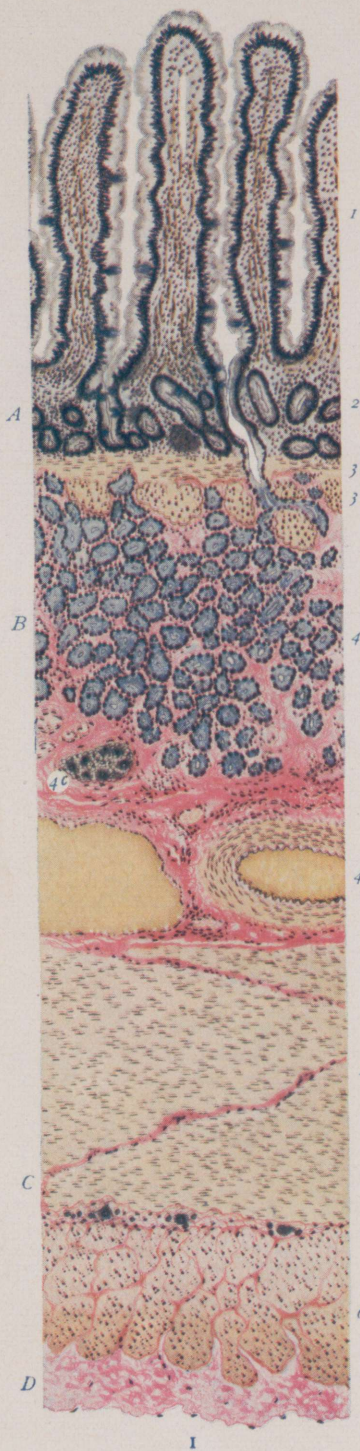
D. Sidekoelistest elementidest koosnev ja väljast endoteeliga kaetud serooskest (*tunica serosa*).

Joon. II. Propria- e. Lieberkühni näärme lõpposas esinevad rakuliigid. Fikseeritud Kopschi ja värvestatud Altmann-Kulli menetlusega. Skematiseeritud joonis.

a — pearakud, b — enterokroomafiinrakud, c — Panethi rakud (esinevad koduimetajaist vaid hobusel), d — karikrakk.

Joon. III. Veise pärasoole limaskesta (*mucosa recti bovis*) ristilõik. Värvestus Kull-Calleja. Suurendus 90. Joonis.

1 — pinnaepiteel, 2 — Lieberkühni näärmeid sisaldav päriskiht (*stratum proprium mucosae*), 3a — limaskesta muskulaarse tsirkulaarne ja 3b — longitudinaalne kiht, 4 — submukoosa (*stratum submucosum*).



TAHVEL II.

Veise ovulatsiooni-kollaskeha (*corpus luteum ovulationis*) suuruse ja värvuse muutumine (Escher'i järgi).

Kaheksa mittetiine lehma viimase ja eelviimase kollaskeha (*corp. lut. I ja c. l. II*) kohalt poolitatud, illustratsioonil normaalses suuruses kujutatud ovaarid on ridastatud nende päritolu järgi östraal-tsükli teatavatest päevadest. Nii pärineb ovaaride paar, milledes leiduvad kollaskehad on ära märgitud järjenumbritega 4 ja 12, lehmalt, kes tapetud tsükli viiendal päeval, all vasakul kujutatud ovaar tsükli 11. päeval tapetud lehmalt jne. Tsükli 11. ja 21. päeva vahelt ning 4., 7. ja 9. päevalt pärinevad ovaarid puuduvad. Kahe, ühes ja samas ovaaris või ovaaride paaris leiduva kollaskeha (*c. l. I ja c. l. II*) vanuse vahe võrdub tsüklipikkusega (keskmiselt 21 päeva). Seega on joonisel kõige vanema (16.) kollaskeha iga 31 päeva (11. tsüklipäevast pärinev *c. l. I* on 10-päevane). Mõnedes ovaarides on näha ka kolmanda ja veelgi varasema generatsiooni kollaskehasid.

1. päev

2. päev

3. päev

5. päev

6. päev

üklilgus

