

**Univerza v Ljubljani
Veterinarska fakulteta**

Nina Čebulj-Kadunc

**FIZIOLOGIJA DOMAČIH
ŽIVALI
(Izročki predavanj)**

Študijsko gradivo pri predmetu
FIZIOLOGIJA Z ANATOMIJO DOMAČIH ŽIVALI
za študente univerzitetnega študija kmetijstvo –
živinoreja (Bolonjski program – 1. stopnja)

Ljubljana, 2008



Kazalo

1 SPLOŠNA FIZIOLOGIJA	4
1.1 FIZIOLOGIJA	4
1.2 KEMIČNA SESTAVA ŽIVALSKEGA TELESA	4
1.3 PREHOD SNOVI SKOZI MEMBRANO	8
1.4 OKOLJE ORGANIZMOV	10
1.5 RAST IN RAZVOJ	13
2 FIZIOLOGIJA ŽIVČNEGA SISTEMA	14
3 FIZIOLOGIJA HORMONALNEGA SISTEMA	16
3.1 DELOVANJE HORMONALNEGA SISTEMA	16
3.2 HORMONI HIPOTALAMUSA IN HIPOFIZE	18
3.3 HORMONI ŠČITNICE	21
3.4 HORMON OBŠČITNICE	22
3.5 HORMONI TREBUŠNE SLINAVKE	22
3.6 HORMONI NADLEDVIČNE ŽLEZE	23
3.7 ČREVESNI HORMONI (ENTEROHORMONI)	24
3.8 HORMONI EPIFIZE	24
3.9 HORMONI SPOLNIH ŽLEZ	24
3.10 HORMONI PLACENTE	25
4 FIZIOLOGIJA PREBAVE	26
4.1 HRANJENJE IN PITJE	26
4.2 PREBAVA V USTIH	27
4.3 PREBAVA V ENODELNEM ŽELODCU	29
4.4 PREBAVA V PREDŽELODCIH PREŽVEKOVALCEV	30
4.5 PREBAVA V ČREVESU	35
4.6 PREBAVA PRI PERUTNINI	39
5 FIZIOLOGIJA PRESNOVNIH PROCESOV	41
5.1 INTERMEDIARNI METABOLIZEM	41
5.2 KVANTITATIVNI ALI BILANČNI METABOLIZEM	45
5.3 ENERGETSKI METABOLIZEM	46

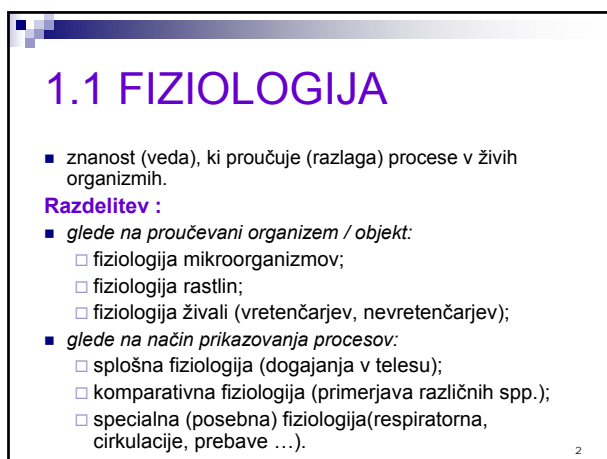
6 FIZIOLOGIJA KRV	47
6.1 SPLOŠNE LASTNOSTI KRV	47
6.2 KRVNA PLAZMA	48
6.3 KRVNE CELICE	49
7 FIZIOLOGIJA KRVNEGA OBTOKA	55
7.1 FIZIOLOGIJA SRCA	55
7.2 FIZIOLOGIJA KRVNIH ŽIL	58
7.3 FIZIOLOGIJA LIMFNEGA SISTEMA	61
8 FIZIOLOGIJA DIHANJA	62
8.1 ANATOMSKA ZGRADBA DIHAL	62
8.2 DIHANJE PRI SESALCIH	62
8.3 DIHALA IN DIHANJE PRI PERUTNINI	67
9 FIZIOLOGIJA IZLOČANJA	69
9.1 FUNKCIONALNA ZGRADBA LEDVIC	69
9.2 DELOVANJE SEČNEGA SISTEMA	69
9.3 SEČNI SISTEM PRI PTICAH	73
10 FIZIOLOGIJA MIŠIC	74
10.1 PREČNOPROGASTE MIŠICE	74
10.2 GLADKE MIŠICE	78
10.3 SRČNA MIŠICA	79
11 FIZIOLOGIJA TERMOREGULACIJE	80
11.1 IZMENJAVA TOPLOTE MED ORGANIZMOM IN OKOLJEM	80
11.2 TELESNA TEMPERATURA PRI DOMAČIH ŽIVALIH	82
12 FIZIOLOGIJA REPRODUKCIJSKIH PROCESOV	84
12.1 REPRODUKCIJSKI PROCESI PRI SAMCIH	84
12.2 REPRODUKCIJSKI PROCESI PRI SAMICAH	85
12.3 BREJOST IN POROD	87
13 FIZIOLOGIJA PROIZVODNIH PROCESOV	94
13.1 FIZIOLOGIJA SINTEZE IN IZLOČANJA MLEKA	94
13.2 NESENJE JAJC PRI PERUTNINI	98



FIZIOLOGIJA DOMAČIH ŽIVALI

1 SPLOŠNA FIZIOLOGIJA

1



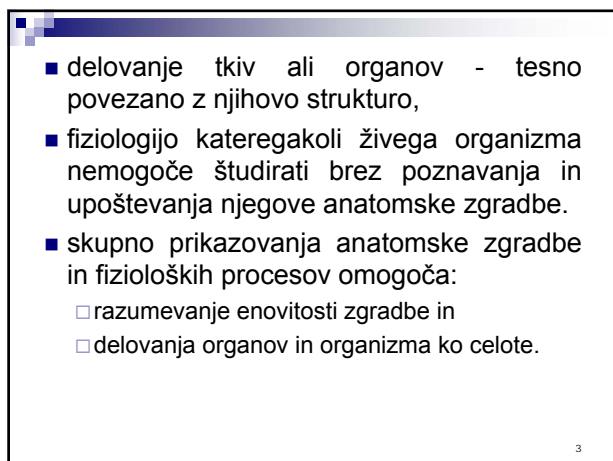
1.1 FIZIOLOGIJA

- znanost (veda), ki proučuje (razlaga) procese v živih organizmih.

Razdelitev :

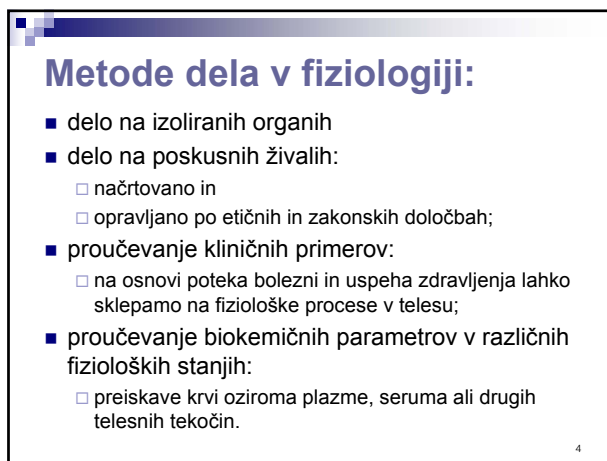
- *glede na proučevani organizem / objekt:*
 - fiziologija mikroorganizmov;
 - fiziologija rastlin;
 - fiziologija živali (vretenčarjev, nevretenčarjev);
- *glede na način prikazovanja procesov:*
 - splošna fiziologija (dogajanja v telesu);
 - komparativna fiziologija (primerjava različnih spp.);
 - specialna (posebna) fiziologija (respiratorna, cirkulacije, prebave ...).

2



- delovanje tkiv ali organov - tesno povezano z njihovo strukturo,
- fiziologijo kateregakoli živega organizma nemogoče študirati brez poznavanja in upoštevanja njegove anatomske zgradbe.
- skupno prikazovanja anatomske zgradbe in fizioloških procesov omogoča:
 - razumevanje enovitosti zgradbe in
 - delovanja organov in organizma ko celote.

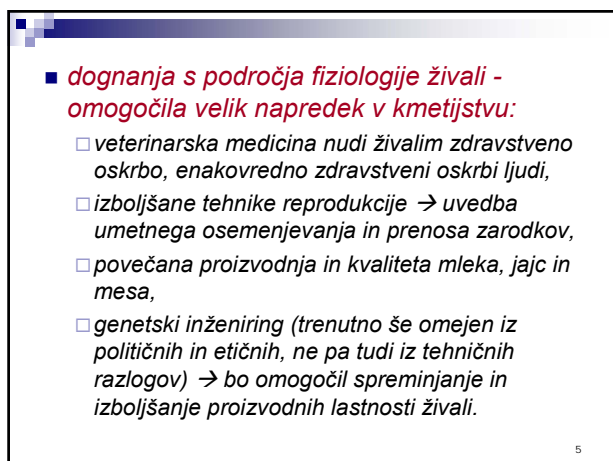
3



Metode dela v fiziologiji:

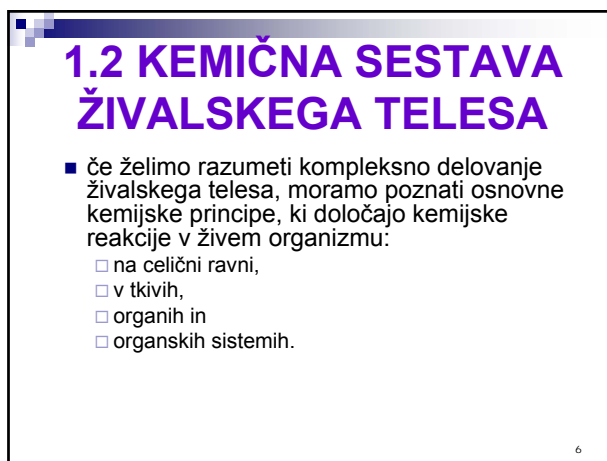
- delo na izoliranih organih
- delo na poskusnih živalih:
 - načrtovano in
 - opravljano po etičnih in zakonskih določbah;
- proučevanje kliničnih primerov:
 - na osnovi poteka bolezni in uspeha zdravljenja lahko sklepamo na fiziološke procese v telesu;
- proučevanje biokemičnih parametrov v različnih fizioloških stanjih:
 - preiskave krvi oziroma plazme, seruma ali drugih telesnih tekočin.

4



- *dognanja s področja fiziologije živali - omogočila velik napredek v kmetijstvu:*
 - veterinarska medicina nudi živalim zdravstveno oskrbo, enakovredno zdravstveni oskrbi ljudi,
 - izboljšane tehnike reprodukcije → uvedba umetnega osemenjevanja in prenosa zarodkov,
 - povečana proizvodnja in kvaliteta mleka, jajc in mesa,
 - genetski inženiring (trenutno še omejen iz političnih in etičnih, ne pa tudi iz tehničnih razlogov) → bo omogočil spreminjanje in izboljšanje proizvodnih lastnosti živali.

5



1.2 KEMIČNA SESTAVA ŽIVALSKEGA TELESA

- če želimo razumeti kompleksno delovanje živalskega telesa, moramo poznati osnovne kemijske principe, ki določajo kemijske reakcije v živem organizmu:
 - na celični ravni,
 - v tkivih,
 - organih in
 - organskih sistemih.

6

1.2.1 Vloga kemičnih elementov v telesu

- danes - znanih 112 kemijskih elementov:
 - v atmosferi, litosferi in hidrosferi – 92,
 - ostali - umetno ustvarjeni;
- živalsko telo:
 - iz 26 naravnih elementov;
 - njihovo medsebojno razmerje – drugačno kot v naravi.

7

Element	Delež v telesu (%)	Element	Delež v naravi (%)
1. kisik	65,04	1. kisik	49,42
2. ogljik	18,25	2. silicij	25,83
3. vodik	10,05	3. aluminij	7,54
4. dušik	3,15	4. železo	4,7
5. kalcij	1,6	5. kalcij	3,4
6. fosfor	0,84	6. natrij	2,6
7. kalij	0,27	7. kalij	2,4
8. natrij	0,26	8. magnezij	1,9
9. klor	0,25	9. vodik	0,9
10. žveplo	0,21	10. titan	0,6
11. magnezij	0,04	klor	0,2
J, Fe, F, Br, Se, Si, Mn, Cu, Co, Cr	< 0,02	fosfor	0,1
		ogljik	0,1
		skupaj 99,2	

Razdelitev in vloga kemičnih elementov v telesu:

- **biogeni elementi** - sestavljajo živalsko telo (v obliki spojin!);
 - **gradbeni (konstitucijski):**
 - gradijo telo,
 - v telesu - v večjih količinah (O, C, H, N, Ca, P, S ...)
 - **katalitični:**
 - imajo katalitično vlogo (sestavni deli bioloških katalizatorjev - encimov, hormonov, vitaminov);
 - v telesu - v manjših količinah (npr. J, Fe, F, Br, Se, Si, Mn, Cu, Co, Cr)
- **nebiogeni elementi:**
 - so prisotni v živalskem telesu;
 - nimajo posebne vloge.

9

■ Številni nebiogeni elementi:

- prihajajo v organizme živali iz onesnaženega okolja;
- v velikih količinah → zastrupitve (npr. Hg, As, Cs, Mb);
- v majhnih količinah → genetske deformacije (npr. Pb) ali rakava obolenja (npr. Rn, Cs, Sr).

10

1.2.2 Vloga kemičnih spojin v telesu

- kemični elementi v telesu – najpogosteje v obliki neorganskih ali organskih spojin
- % organskih in anorganskih spojin v telesu:

Spojina	Konj	Prašič	Ovca	Kokoš
voda	60	58	60	56
beljakovine	17	15	16	21
lipidi	16,7	23	19	18,2
soli	4,5	2,8	3,4	3,2
ogljikovi hidrati	1,8	1,2	1,6	1,6

11

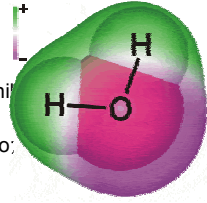
A) Voda:

- v naravi pribl. 3/4 zemeljske P
- v organizmu kopenskih živali > 50%;
- voda se iz organizma stalno izgublja (urin, znojenje ...);
- → večina fizioloških procesov in porabe E usmerjena k ohranjanju vode v organizmu → ohranjanje kemijske sestave notranjega (vodnega) okolja.

12

Fizikalno-kemične lastnosti vode:

- zaradi specifične kemijske strukture - polarna molekula (dipol): $2H^+$ in O^- :
 - univerzalno topilo (večina polarnih molekul, ionov);
 - omogoča elektrolitsko disociacijo;
 - velika toplotna kapaciteta;
 - velika izparilna toplota;
 - velika površinska napetost.



13

Vloga vode v telesu:

- raztapljanje organskih in anorganskih snovi;
- prehod snovi skozi celične in druge membrane;
- ustrezno okolje za potek biokemičnih reakcij;
- sodeluje v kemičnih procesih (vstopanje in izstopanje iz molekul);
- sodeluje pri uravnavanju telesne temperature (termoregulaciji).

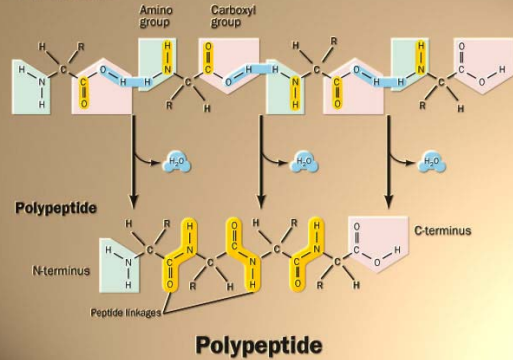
14

B) Beljakovine (proteini)

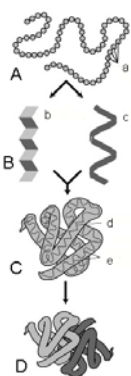
- bistveni sestavni in funkcionalni del živalskega organizma (~15 – 20%);
 - obstoj življenja - vezan na prisotnost beljakovin,
 - življenjskih oblik brez beljakovin ne poznamo.
- kompleksne molekule z veliko RMW
- večinoma koloidne lastnosti.
- osnovne gradbene enote: **aminokisljine** - med seboj povezane s **peptidnimi vezmi**:
 - vezi med **amino** skupino ($-NH_2$) ene AK in **karboksilno** skupino ($-COOH$) sosednje AK

15

4 Amino acids



Polypeptide



- Dolžina verig:
 - kratke verige AK - **peptidi**,
 - > 50 AK - **polipeptidi**,
 - > 100 AK - **beljakovine**.
- beljakovinske verige se lahko upogibajo → različne tridimenzionalne strukture:
 - zaradi vodikovih vezi in disulfidnih mostičkov med AK zelo stabilne.
 - določa njihove biološke funkcije (le določeni deli verige lahko reagirajo z drugimi molekulami).

17

- **tridimenzionalna struktura beljakovin se lahko poruši**
- (= **denaturacija beljakovin**):
 - fizikalni dejavniki (segrevanje, stresanje, ultrazvočno valovanje, ionizirajoče sevanje),
 - kemični dejavniki (soli težkih kovin, kisline, alkalije, formalin, alkohol)
- **denaturacija nekaterih beljakovin: ~42 °C → dvig telesne temperature > 42 °C življenjsko nevaren.**

18

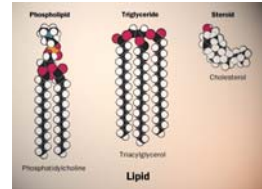
Vloge beljakovin v telesu:

- **gradbena (strukturna)** - keratin, kolagen, elastin → vezno tkivo (osnova kosti, hrustancev, dlake, kopit ...);
- **katalitična** → encimi ;
- **prenosna** :
 - hemoglobin - O₂ in CO₂,
 - beljakovine krvne plazme – transport v vodi netopnih snovi (hranilne snovi, presnovki, vitamini, hormoni, zdravila ...)
- **puferska** : s prostimi amino- in karboksilnimi skupinami vežejo kisline ali alkalije;
- **koloidno-osmotska** : sposobnost beljakovin, da kemično vežejo vodo

19

C) Maščobe (lipidi)

- 16 - 20 % telesne mase;
- izjema - nekatere živalske vrste kopičijo več maščob (npr. prašiči, morski sesalci)
- **Kemične oblike v telesu:**
 - trigliceridi (triacilgliceroli),
 - fosfolipidi,
 - glikolipidi,
 - steroidi (holesterol),
- **Nasičenost:**
 - nasičene maščobe - med atomi C enojne vezi,
 - v nenasičene maščobe - med atomi C dvojne vezi,



20

Fizikalno-kemične lastnosti maščob:

- glede na kemično sestavo - različne snovi;
- nekatere fizikalne lastnosti - skupne:
 - **razmeroma nizko tališče,**
 - **organoleptičen občutek mastnosti;**
 - **nepolarne molekule:**
 - **topne v organskih topilih** (eter, benzen, kloroform, mešanica etra in alkohola ali kloroforma in metanola),
 - **netopne v vodi.**

21

Vloge maščob v telesu:

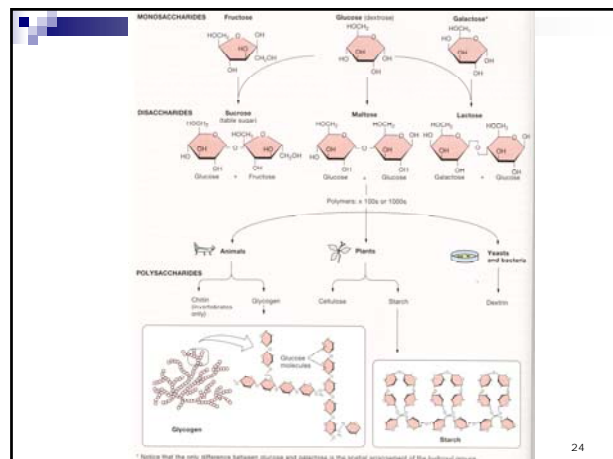
- **energetska vloga:**
 - shranjevanje energetskega zaloga v maščobnem tkivu (trigliceridi);
 - maščobno tkivo – variabilno: spreminja svojo maso glede na razmerje med sprejeto in oddano energijo.
- **gradbena (strukturna) vloga:**
 - sestavina organov - celičnih membran, ovojnic (fosfolipidi, glikolipidi, holesterol);
 - delež lipidov konstanten (nespremenjen tudi ob daljšem pomanjkanju energetskega snovi);
- **mehanična zaščita** notranjih organov:
 - ledvic, srca, prebavil in očesnega zrkla;
- **toplotna izolacija:**
 - pribl. 4-x slabši prevodnik toplote kot voda.

22

D) Ogljikovi hidrati

- v telesu najmanjši delež (~2%);
- **kemične oblike v telesu:**
 - monosaharidi - heksoze (glukoza, fruktoza, galaktoza), pentoze
 - disaharidi: npr. laktoza (galaktoza + glukoza)
 - polisaharidi: glikogen (polimer glukoze);
 - **rastline** – škrob, celuloza; **žuželke** – hitin; **bakterije** - dekstrin

23



24

Vloge OH v telesu:

- **energetska vloga:**
 - **glukoza:** osnovni vir E pri aerobnih in anaerobnih procesih;
 - **glikogen:** skladiščenje v jetrih in mišicah, deloma tudi v drugih tkivih (E zaloga OH razmeroma majhna!);
 - **laktoza:** sestavni del mleka (E za mladiča).
- **gradbena vloga:**
 - **glikoproteini** in **proteoglikani** - spojine beljakovin in OH (sestavni del celičnih membran in sluzi);
- **genetska vloga:**
 - **pentoze** - sestavni del nukleinskih kislin.

25

E) Soli

- delež v telesu majhen (3 - 4,5%);
- **vloge v telesu:**
 - **gradbena vloga** – kristali soli Ca in P tvorijo trdna tkiva - kosti, zobe)
 - **katalitična vloga** - disociirani delci (kationi ali anioni) sestavni del encimov, hormonov in vitaminov;
- **glavni ioni v telesu:**
 - kationi: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, H⁺, Mg²⁺;
 - anioni: Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻

26

1.3 PREHOD SNOVI SKOZI MEMBRANO

Plazemska membrana (plazmalema):

- omejuje celico proti zunanosti;
- trilamelarne zgradbe, debela 6 do 10 nm.
- skozi membrano celica komunicira z okolico in drugimi celicami
- to ji omogočajo integralni proteini:
 - kanalčki za prehod nekaterih molekul ali ionov,
 - imajo tudi vlogo prenašalcev, receptorjev, encimov in
 - določajo antigenske lastnosti celične površine.

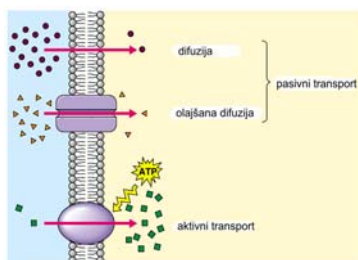
27

- zaradi svoje molekularne sestave - celična membrana **selektivno (diferencialno) prepustna:**
 - snovi, ki jih celica potrebuje, lahko vstopajo vanjo,
 - različni ekskreti in odpadne snovi izstopajo,
 - nekatere snovi zadržuje znotraj celice,
 - drugim preprečuje vstopanje;

- procesi prehoda molekul ali ionov skozi celično membrano:
 - pasivni: difuzija, olajšana difuzija in osmoza) ali
 - aktivni: nosilci - črpalke.
 - večji delci (npr. različni tujki, bakterije, virusi ...) – endocitoza, eksocitoza.

28

Slika 1.6: Oblike prehoda snovi skozi membrano



29

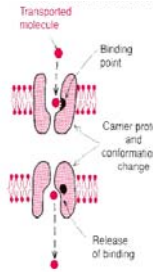
a) ENOSTAVNA DIFUZIJA

- prehajanje molekul topljencev s področij njihove večje na področja manjše koncentracije zaradi kinetične energije molekul;
- Hitrost difuzije odvisna od:
 - molekulske mase (obratno sorazmerna),
 - koncentracijske razlike,
 - površine in
 - konstante prepustnosti membrane.
- nepolarne snovi (npr. O₂, CO₂, steroidi, maščobne kisline): difundirajo zelo hitro (se topijo v nepolarnih področjih membrane);
- polarne snovi: difundirajo slabše ali pa sploh ne (slabša topnost v membranskih fosfolipidih).

30

b) OLAJŠANA DIFUZIJA

- prehod velikih, polarnih molekul skozi celično membrano - beljakovinski nosilci (spreminjajo konformacijo ob vezavi molekul, ki prehajajo skozi membrano);
- eden najpomembnejših sistemov olajšane difuzije v organizmu - prehod glukoze.



31

c) OSMOZA IN OSMOTSKI TLAK

- **osmoza:**
 - fizikalni pojav, ki nastane, kadar sta raztopini neke snovi z različnima koncentracijama med seboj ločeni z membrano, ki je propustna samo za molekule topila, ne pa za molekule topljenca;
 - izenačenje koncentracij raztopin na obeh straneh membrane se vzpostavi s potovanjem topila v smeri raztopine z večjo koncentracijo;
- **osmotski tlak:**
 - sila, s katero se molekule topila gibljejo
 - sila, ki mora delovati na raztopino z večjo koncentracijo, da prepreči prehajanje vode iz raztopine z manjšo koncentracijo skozi polpropustno membrano.

32

- **v živalskem telesu:**
- osmoza izredno pomemben način prehajanja vode iz izvenceličnega v celični prostor;
- topilo - voda, topljenec pa anorganske in organske soli oziroma njihovi ioni;
- če je osmotski tlak v celicah:
 - večji kot v izvenceličnem prostoru: voda iz ožilja, črevesja, podkožja, telesnih votlin → medcelični prostor → celice;
 - manjši kot v izvenceličnem prostoru: celice → medcelični prostor → v ožilje, črevesje, podkožje, telesne votline

33

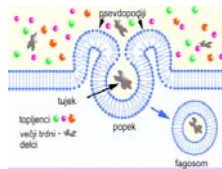
d) AKTIVNI TRANSPORT

- prehajanje topljencev s področij z nižjo na področja z višjo koncentracijo (proti večjemu koncentracijskemu gradientu);
- za proces je potrebna energija (cepljenje ATP);
- topljenci se vežejo na nosilce v celični membrani (= črpalke);
- prenašanje ionov Na^+ , K^+ , Ca^{++} in H^+ ;
- **Na-K črpalka:** Na^+ odstranjuje iz celice, K^+ pa vnaša vanjo (razmerje 2 : 3)

34

Endocitoza in eksocitoza

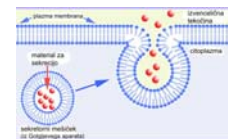
- **Endocitoza:**
 - celična membrana se ugrezne v celico, izproža pseudopodije okoli tujka.
 - obda in oblikuje tujek → **vakuola**
 - **Fagocitoza** - celica sprejema trdne materiale, npr. bakterije, viruse in različne tujke.
 - Celice = **fagociti** (npr. oblike belih krvnih celic).
 - Vakuole = fagocitni mehurčki + lizosomi (citoplazemska zrnca) → prebavijo vsebino vakuole → vsebina se izlije v celico.
 - **Pinocitoza** - sprejemanje tekočega materiala v celico,
 - značilna za levkocite, celice jeter in celice ledvic.



35

■ Eksocitoza:

- proces, ki omogoča odstranjevanje snovi iz celic
- vezana na Golgijev aparat
- značilna za žlezne in živčne celice.
- **Vezikel** je z membrano obdana votlinica, ki vsebuje material za izločitev iz celice (eksocitozo).



36

1.4 OKOLJE ORGANIZMOV

- zunanje (kozmično),
- notranje.
- dejavniki zunanjega okolja neprestano vplivajo na živalski organizem, ta pa reagira nanje kot sistem;
- notranje okolje mora obdržati svojo stalnost;

37

1.4.1 Zunanje (kozmično) okolje

- okolje, ki organizme obdaja in vpliva na njihove gradbene in fiziološke lastnosti,
- pogoji okolja zelo spremenljivi → organizmi imajo razvite mehanizme, ki ublažijo posledice zunanjih sprememb,
- vplivom okolja najbolj izpostavljene divje živali → selektivni pomen okolja;
- manjši vpliv okolja na domače živali (razlike paša/zaprti prostori);
- dejavniki zunanjega okolja:
 - kemični,
 - fizikalni in
 - biološki.

38

Kemični dejavniki okolja:

- kemična sestava zraka,
- kemična sestava vode,
- kemična sestava zemlje,
- kemična sestava in količina HS,
- kemične snovi, ki onesnažujejo okolje.

39

Fizikalni dejavniki okolja:

- temperatura okolice (zraka ali vode),
- tlak okolice (zraka ali vode),
- svetloba (čas in jakost osončenja),
- druga elektromagnetna valovanja,
- zvočni učinki (hrup).

40

Biološki dejavniki okolja:

- rastline,
- mikroorganizmi:
 - patogeni - makroorganizmu škodljivi,
 - simbiotski - makroorganizmu koristni,
 - komenzalni - nimajo posebnega učinka;
- zajedalci (notranji, zunanji),
- živali druge ali iste vrste:
 - roparji,
 - konkurenti za hrano,
- živali druge ali iste skupnosti (črede, tropa...):
 - dajejo posamezniku zaščito,
 - istočasno - konkurenti za hrano

41

1.4.2 Notranje okolje:

- za normalno delovanje organizme bistveno, da se okolje, v katerem potekajo biokemijski procesi, ohranja čim bolj nespremenjeno.
- ker so prostori med celicami ločeni od zunanjega okolja, jih imenujemo **notranje okolje** (C. Bernard).
 - v ožjem pomenu - izvencelična tekočina (obliva celice znotraj organizma, njene kemične in fizikalne lastnosti se spreminjajo počasneje kot okolje organizma → nespremenjene razmere znotraj celic);
 - v širšem pomenu - okoliščine, ki omogočajo obstoj in delovanje organizma:
 - temperatura,
 - tlak tekočin, plinov,
 - pH,
 - koncentracija različnih snovi (soli, hranilnih snovi itd.).

42

1.4.3 Homeostaza

- živalske celice lahko delujejo, če se njihovo zunanje in notranje okolje ohranja znotraj nekaj sprejemljivih meja:
 - spremembe zunanjega okolja → sprembe sestave / razmer v celicah → motnje v delovanju ali propad celic.
 - zato so se razvili mehanizmi, ki preprečujejo vplive zunanjih sprememb na organizem.
- Proces, ki omogoča, da se fiziološki procesi in telesna zgradba kljub večjim spremembam v okolici bistveno ne spreminjajo, se imenuje **homeostaza** (*homoios /gr./ podoben*):
 - pri homeostazi sodelujejo vsa tkiva in celice,
 - stalnost notranjega okolja jim povratno omogoča normalno delovanje.
- **Regulacijski procesi, ki vzdržujejo homeostazo:**
 - negativna povratna zveza in
 - pozitivna povratne zveze (angl. *feedback*).

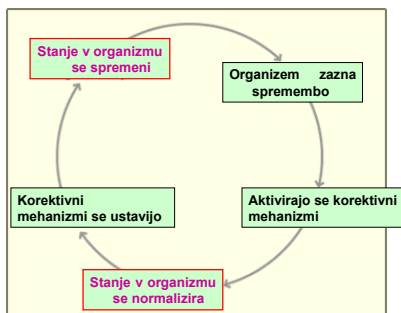
43

Mehanizem negativne povratne zveze:

- **deluje zaviralno (negativno) na tiste procese, ki v organizmu sprožijo njegov nastanek:**
 - omogoča, da nek proces ostane v normalnih mejah;
 - deluje na ravni celice in organizma kot celote;
 - brez njega organizem ne bi mogel preživeti;
- značilni mehanizmi:
 - hormonalni sistem,
 - živčni, cirkulacijski in respiratorni sistem;
 - **Za ohranjanje homeostaze najbolj učinkovito kombinirano delovanje živčnega in hormonalnega sistema!**

44

Primer mehanizma negativne povratne zveze:



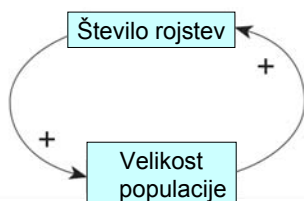
45

Mehanizem pozitivne povratne zveze:

- **pospešuje tiste procese v organizmu, ki so sprožili njegov nastanek → procesi tečejo vedno bolj intenzivno;**
- v organizmu so redki, kratkotrajni, ker povzročajo neravnovesje;
- uveljavil se je pri procesih, kjer se morajo določene razmere zelo hitro spremeniti brez škodljivih posledic za organizem:
 - strjevanje krvi,
 - nastanek živčnega impulza,
 - praznjenje sečnega mehurja,
 - iztrebljanje;
- **pogost pri patoloških procesih,**
- **če se ne ustavi pravočasno → začarani krog (circulus vitiosus) → propad organizma!**

46

Primer mehanizma pozitivne povratne zveze:



47

1.4.4 Biološki ritmi

- kljub homeostatskim mehanizmom - pri večini živali ritmična nihanja (spremembe) fizioloških procesov;
- **nastanek** - posledica filogenetskega razvoja pod vplivom ritmičnih sprememb v neživi naravi (kozmični vplivi):
 - menjavanje dneva in noči,
 - spreminjanje dolžine dneva in noči - letni časi (posledica kroženja Zemlje okoli Sonca),
 - spremembe Sončeve aktivnosti
- **vloga** - prilagajanje organizmov na spremembe v okolju → omogočena največja aktivnost v najugodnejšem času (dneva, leta) → prednost v boju za obstanek.

48

Izvor bioloških ritmov:

- **zunanji (eksogeni):**
 - zunanji dražljaji (sprememba dolžine dneva, intenzivnost osvetlitve, barve, temperatura itd.);
 - delovanjem na čutila → področja v osrednjem živčevju → biološki ritmi;
 - **Če zunanji dejavnik izostane, biološki ritem izgine!**
- **notranji (endogeni):**
 - posledica aktivnosti centra/ov za bioritmiko (ritmovniki – "biološke ure" v CNS);
 - zunanji dejavniki so le modulatorji procesov (posrednik – epifiza, hormon melatonin);
 - **Če zunanji dejavnik izostane, biološki ritem še vedno teče!**

49

Glede na trajanje periode ločimo:

- **infrakratka** ritmična nihanja (0,01 do 0,1 s):
 - akcijski potenciali in
 - druge bioelektrične aktivnosti),
- **kratka** ritmična nihanja (0,5 do 3 s):
 - krčenje srca,
 - dihanje,
 - gibanje gladkih mišic prebavnega in uro-genitalnega trakta itd.),
- **srednje dolga** ritmična nihanja (nekaj ur, dan ali nekaj dni, več tednov):
 - dnevna, tedenska in mesečna bioritmika
- **dolga** ritmična nihanja (nekaj mesecev do enega leta)
 - cirkunarualna ali letna bioritmika.

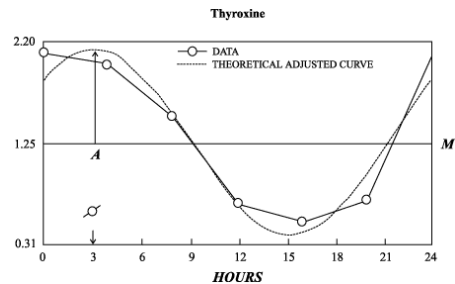
50

A) Cirkadiana bioritmika

- trajanje periode približno 24 ur (*circa* (približno); *dies* (dan));
- dnevna (diurnalna) in nočna (nocturnalna) faza:
 - pri živalih, ki so aktivne podnevi - večina fizioloških procesov:
 - najbolj intenzivna v diurnalni fazi in
 - najmanj intenzivna v nokturalni;
 - obratno - pri živalih, ki so aktivne ponoči;
- primeri cirkadiane bioritmike:
 - spremembe v kemični sestavi krvi, v številu krvnih celic,
 - spremembe v intenzivnosti presnove, v izločanje nekaterih hormonov,
 - spremembe v aktivnosti fizioloških procesov (spanje in budnost);
- Uravnavanje - **center v hipotalamusu:**
 - **endogena bioritmika sinhronizirana s spremembami v okolju - posredovanje epifiznega hormona melatonina.**

51

Cirkadiana bioritmika tiroksina:



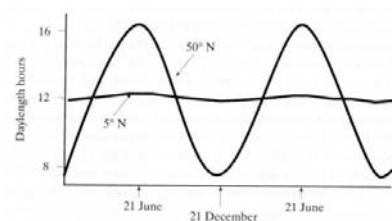
52

B) Cirkunarualna ritmika

- trajanje periode približno eno leto (*circa* (približno); *anum* (leto));
- faze - letni časi;
- primeri:
 - pojatveni ciklusi pri monoestričnih živalih,
 - migracije ptic selivk in drugih živalskih vrst,
 - sezonska menjava dlake in perja,
 - zimsko spanje ...
- delovanje - kombinacija endogenega in eksogenega bioritma:
 - **zunanji faktorji modificirajo delovanje notranjih (vloga epifize – melatonina)**

53

Cirkunarualni ritem:



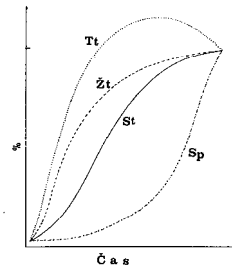
54

1.5 RAST IN RAZVOJ

- rast organizmov:
 - posledica prevlade anaboličnih procesov nad kataboličnimi (povečevanje mase);
 - poteka med embrionalnim in postembrionalnim obdobjem;
 - intenzivnost se s starostjo zmanjšuje,
 - doseže ničelno vrednost, ko žival odraste.
- **oblike rasti notranjih organov:**
 - razvoj oblike in delovanje - različno hitro → pravočasno vključevanje v homeostatske in regulacijske mehanizme telesa;

55

Oblike rasti notranjih organov:



- **splošni tip (St):**
 - večina organov in tkiv,
 - celoten organizem (sigmoidna krivulja);
- **limfoidni tip (Tt) – timus:**
 - zelo intenzivno v začetnem obdobju,
 - vrh v puberteti, sledi delna regresija;
- **spolni tip (Sp) - spolni organi:**
 - v začetku zelo počasi,
 - nagla rast v puberteti);
- **živčni (nevralni) tip (Žt) - živčno tkivo:**
 - intenzivno v začetnem obdobju (NS mora naglo razviti svoje funkcionalne sposobnosti).

56

Dejavniki urejanja rasti

- **genetski dejavniki:**
 - najpomembnejši osnovni faktorji,
 - določijo meje in intenzivnost rasti
 - rast in razvoj značilna za določeno vrsto, pasmo, linijo, posameznika
- **hormonski dejavniki:**
 - rastni hormon,
 - ščitnični hormoni,
 - občitnični hormon,
 - spolni hormoni.
- **prehrambeni dejavniki:**
 - energetske snovi,
 - gradbene snovi,
 - katalitične snovi.

57

Fiziologija domačih živali

2 FIZIOLOGIJA ŽIVČNEGA SISTEMA

1

- živčni sistem (NS):
 - najbolj kompleksen sistem živalskega telesa,
 - omogoča komunikacijo med različnimi deli telesa, bistveno za preživetje živali.
- živčno tkivo specializirano za :
 - zaznavanje mehaničnih in kemičnih dražljajev,
 - njihovo pretvorbo v živčno vzbujenje ter
 - prevajanje živčnega vzbujenja na drugo **živčno** ali **efektorsko** celico (mišična celica, žlezna celica).
- delitev živčnega glede na delovanje:
 - **osrednji (centralni; CNS)** in
 - **zunanji (periferni) del.**
 - delovanje obeh - povezano in usklajeno;

2

Razdelitev NS glede na vloge:

- **Senzitivni del (vstopni ali aferentni sistem),**
 - sprejema informacije o stanju v okolici ali v notranjosti telesa,
 - čutila → živci → prevodne poti → hrbtenjača → možgani.
- **Analizatorski (asociacijski) del:**
 - analiziranje in obdelava podatkov, ki mu sledi:
- **Motorni del (izstopni ali eferentni sistem):**
 - **somatski del** (→ krčenje skeletnih mišic → gibanje telesa)
 - **vegetativni del** (→ krčenje gladkih mišic → izločanje žlez).

3

Zunanji (periferni) živčni sistem

- sestavljajo ga gangliji in živci;
- **Gangliji:**
 - skupki teles živčnih celic zunaj CNS;
 - v njih prihaja do preklopa živčnih impulzov iz preganglionarnih na postganglionarna vlakna.
- **Živci:**
 - makroskopsko bele vrvice,
 - mikroskopsko z vezivom povezani snopi mieliziranih in/ali nemieliziranih živčnih vlaken;
 - osnovna naloga - prevajanje dražljajev med osrednjim živčevjem in drugimi deli telesa

4

Razdelitev perifernega NS:

- **senzorni (aferentni) živčni sistem:** receptorji → CNS,
- **motorni (eferentni) živčni sistem:**
 - CNS → zunanost telesa;
 - **somatski del** → skeletne mišice,
 - **avtonomni (vegetativni) del** → notranji organi:
 - **simpatični** in **parasimpatični** (antagonistično delovanje).
- **enterični (visceralni) živčni sistem** - mreža nevronov v stenah prebavnega trakta:
 - kontrolira ga avtonomni NS,
 - lahko deluje samostojno.

5

A) Avtonomni (vegetativni) živčni sistem (VNS)

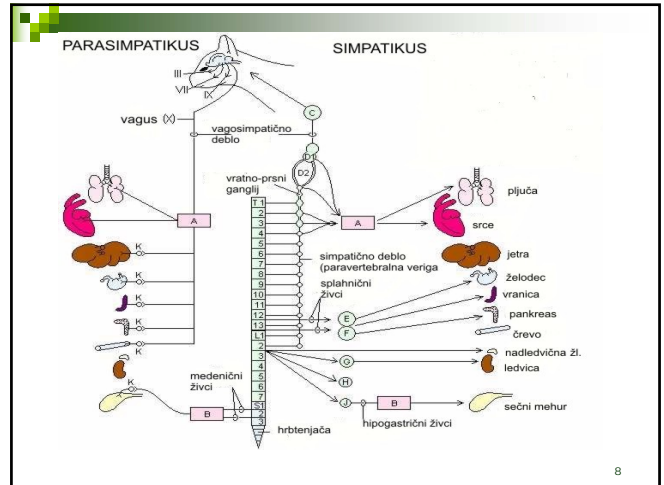
- zaznava spremembe, ki nastanejo v telesu,
- njegovo delovanje ni pod vplivom volje;
- odgovoren za uravnavanje pomembnih življenjskih procesov;
- oživčuje vsa tkiva razen skeletnih mišic;
- povezava med CNS in organom poteka po 2 nevronih - med seboj povezana s sinapso v **avtonomnem gangliju** (zunaj NS)

6

Delitev VNS:

- na osnovi anatomskih in fizioloških razlik:
 - **simpatični del (simpatikus)** → pripravlja organizem na aktivnost (odgovor »fight or flight«).
 - **parasimpatični del (parasimpatikus)** → prevladuje, ko je žival sproščene in počiva:
 - glavni živec, - **n. vagus**
- večina organov oživčena s simpatikusom in parasimpatikusom:
 - antagonistično delovanje → ena veja pospešuje, druga pa zavira delovanje organa;
 - tak način oživčenja → vzdrževanje homeostaze.

7



8

Nevrotransmiterji VNS:

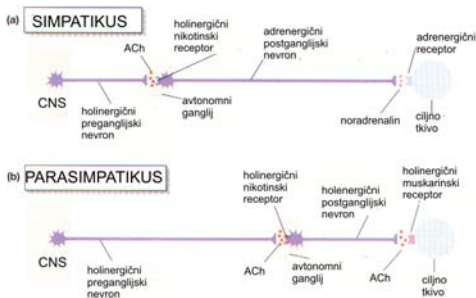
- Simpatični in parasimpatični živčni končiči izločajo:
 - **acetilholin (ACh)** → **holinergična vlakna**:
 - vsi preganglijski nevroni v simpatičnem in parasimpatičnem živčnem sistemu
 - postganglijski nevroni parasimpatikusa
 - **noradrenalin (norepinefrin)** → **adrenergična vlakna**:
 - postganglijski nevroni simpatikusa
 - na notranje organe delujeta različno, med seboj največkrat nasprotujoče.

9

- neurotransmiterji VNS delujejo na ciljne organe z vezavo na **membranske celične receptorje** → aktiviranje.
- vrste receptorjev:
 - **holinergični**:
 - **nikotinski** - v avtonomnih ganglijah simpatikusa in parasimpatikusa,
 - **muskarinski** - v sinapsah parasimpatikusa (ciljni organi).
 - **adrenergični**:
 - **α - in β -adrenergične receptorje** (ciljni organi simpatikusa).

10

Nevrotransmiterji in receptorji vegetativnega živčnega sistema



11

B) Somatski (motorni) živčni sistem

- **eferentni živci** motornega ž.s. prenašajo dražljaje iz CNS do mišic.
 - vedno ekscitatorni (vzdražijo mišico)
 - posamezni nevron kontrolira številna mišična vlakna;
 - sinapsa med somatskim motornim nevronom in mišico se imenuje živčno-mišična sinapsa;
- **afarentni (senzorni) živci** prenašajo povratne informacije v CNS
- večina živcev tega sistema - pod kontrolo volje (razen ob nezavesti ali ob refleksih)

12

FIZIOLOGIJA Z ANATOMIJO DOMAČIH ŽIVALI

3 FIZIOLOGIJA HORMONALNEGA SISTEMA

1

3.1 DELOVANJE HORMONALNEGA SISTEMA

- sistem žlez z notranjim izločanjem in drugih tkiv ter organov, ki s svojimi izločki povezujejo delovanje organizma v skladno celoto.

2

3.1.1 Žleze z notranjim izločanjem:



3

3.1.2 Hormon:

- kemična snov znane zgradbe;
- izloča ga endokrini žleza ali drug organ oz tkivo;
- po izločanju:
 - deluje na ciljne celice ali organe v neposredni bližini ali
 - prehaja v kri in učinkuje na oddaljenem mestu v telesu.

4

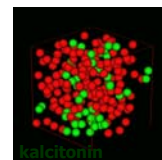
3.1.3 Sinteza in kemična sestava hormonov:

- sinteza - v endokrinih celicah (po splošnih načelih sinteze snovi v celicah);
- glede na sestavo:
 - peptidni hormoni,
 - steroidni hormoni,
 - derivati aminokislin,
 - druge kemične spojine.

5

Peptidni hormoni:

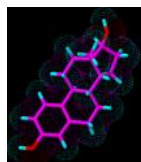
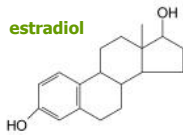
- nastanek - endoplazmatski retikulum (v obliki daljših molekul - prohormoni) → cepljenje;
- skladiščenje v celicah (v obliki granul);
- predstavniki:
 - hormoni hipotalamusa,
 - hormoni hipofize,
 - kalcitonin,
 - hormoni obščitnice,
 - hormoni placente,
 - hormoni črevesja;



6

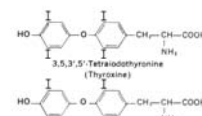
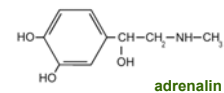
Steroidni hormoni:

- sinteza – mitohondriji;
- derivati holesterola;
- predstavniki:
 - hormoni skorje nadledvičnih žlez,
 - hormoni spolnih žlez:
 - moški – testosteron
 - ženski – progesteron, estradiol,
 - hormoni placente;



Derivati aminokislin

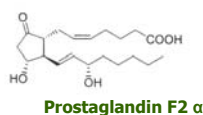
- večinoma iz tirozina (nekateri – triptofan)
- predstavniki:
 - hormoni sredice nadledvične žleze - kateholamini,
 - ščitnična hormona tiroksin in trijodtironin;



8

Druge kemične spojine:

- prostaglandini (iz nenasičenih MK npr. arahidonska):
 - histamin,
 - serotonin,
 - kinini itd.



9

3.1.4 Izločanje hormonov:

- Uravnavanje izločanja hormonov:
 - stopnja sinteze:
 - mehanizem pozitivne povratne zveze (redko!)
 - mehanizem negativne povratne zveze;
 - koncentracija hormona v določenem organu:
 - odvisna od oskrbe organa s krvjo;
 - stopnja razgradnje in izločanja.

10

Vplivi na izločanje hormonov:

- živčni sistem:
 - neposredno draženje;
 - posredno:
 - s sproščanjem nevrohormonov hipotalamusa
 - s sprožanjem bioloških ritmov
- drugi hormoni - mehanizmi povratne zveze;
- hranilne ali rudninske snovi.

11

Osnovni načini izločanja in delovanja hormonov:

- endokrini: hormon se izloča v kri, potuje z njo po telesu in deluje na ciljne organe na drugem delu telesa;
- parakrini: hormon se izloča v medceličnino, deluje na ciljne celice v okolici.
- avtokrini: po izločanju hormon deluje na celico, v kateri je nastal;



Prenos hormonov po krvi :

- vezani na prenašalce (plazemske beljakovine):
 - steroidni in ščitnični,
 - deloma tudi peptidni hormoni
- prosti (nevezani) – v plazmi:
 - kateholamini,
 - peptidni hormoni.

13

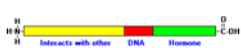
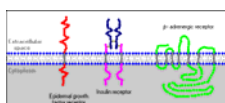
3.1.5 Delovanje hormonov:

- vsi hormoni, ki pridejo v krvni obtok, pridejo v stik z vsemi celicami;
- posamezni hormon deluje samo na omejeno število celic = **ciljni organi** oz. celice;
- ciljna celica odgovarja na hormon, če ima **receptorje** zanj (celice, ki nimajo receptorjev za določen hormon, nanj ne odgovarjajo);
- vezava hormona na receptor → veriga reakcij znotraj celice → vpliv na delovanje celice.

14

Vrste receptorjev:

- na P celic (v membrani):
 - aktivacija encimov znotraj celice (npr. cAMP, cGMP, protein kinaza, Ca ali P inozitoli);
 - vezava:
 - proteinski in peptidni hormoni,
 - kateholamini,
 - prostaglandini;
- v notranjosti celice:
 - stimulacija transkripcije različnih genov;
 - vezava:
 - steroidni hormoni,
 - ščitnični hormoni.



15

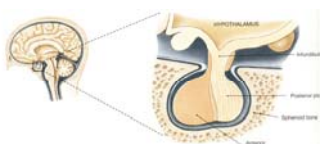
3.1.6 Razgradnja in izločanje hormonov iz telesa:

- razgradnja – poteka v ciljnih celicah;
- steroidni hormoni - razgradnja v jetrih in ledvicah (vezava z glukuronsko k. ali sulfati) → izločaje z urinom ali žolčem

16

3.2 HORMONI HIPOTALAMUSA IN HIPOFIZE

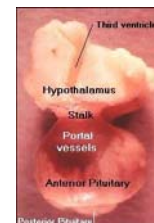
- **hipotalamus:**
 - majhno področje na bazi možgan, nad križiščem vidnih živcev in hipofizo;
 - s številnimi živčnimi potmi povezan z višjimi centri.
- **hipofiza (možganski privesek):**
 - majhna žleza, ki leži v koščeni vdolbini lobanjskega dna (turško sedlo), tik pod hipotalamusom



17

Anatomska in funkcionalna razdelitev hipofize:

- prednji režanj (pars anterior) = **adenohipofiza** – pravi, žlezni del hipofize;
- srednji režanj (pars intermedia) – le nekateri organizmi;
- zadnji režanj (pars nervosa) = **nevrohipofiza** - nadaljevanje hipotalamusa.



18

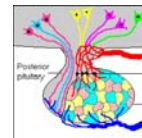
3.2.1 Vloge hipotalamusa:

- hranjenje (center za lakoto in sitost, center za žejo);
- bioritmika (center za dnevno bioritmiko);
- obnašanje (agresivnost, spanje in budnost);
- uravnavanje telesne temperature;
- vodenje delovanja avtonomnega živčevja;
- **povezava med živčnim in hormonalnim sistemom:**
 - živčni dražljaji iz CNS → hipotalamus → izločanje hormonov → hipofiza

19

3.2.2 Nastanek in načini prehajanja hormonov hipotalamusa v hipofizo:

- Nastajanje – v živčnih celicah hipotalamusa;
- **v adenohipofizo** – s krvjo (hipotalamo-hipofizni portalni obtok) → sproščevalni in zaviralni hormoni
- **v nevrohipofizo** – po živčnih podaljških → oksitocin in adiuretin.



20

3.2.3 Delovanje hipotalamskih hormonov:

- uravnavanje izločanja hormonov hipofize → posreden vpliv na delovanje nekaterih drugih žlez z notranjim delovanjem;
- glavne osi/poti delovanja:
 - hipotalamus - hipofiza - ščitnica,
 - hipotalamus - hipofiza - skorja nadledvične žleze,
 - hipotalamus - hipofiza - spolne žleze.
- mehanizem urejanja: negativna povratna zveza.

21

Načini delovanja hipotalamusa na izločanje hormonov hipofize:

- **sproščevalni hormoni:**
 - somatotropina - **somatoliberin (GHRH)** → pospešuje izločanje rastnega hormona v hipofizi;
 - prolaktina (**PRH**) → pospešuje izločanje prolaktina v hipofizi;
 - kortikotropina - **kortikoliberin (CRH)** → pospešuje izločanje kortikotropina v hipofizi;
 - tirotropina, **tirooliberin (TRH)** → pospešuje izločanje tirotropina v hipofizi;
 - gonadotropinov, **gonadoliberin (GnRH)** → pospešuje izločanje gonadotropinov v hipofizi;
 - melanotropina (**MSH-RH**);

22

■ zaviralni hormoni:

- somatotropina; **somatostatin (GHIH)** → zavira izločanje rastnega hormona v hipofizi;
- prolaktina (**PIH**) → zavira izločanje prolaktina v hipofizi;
- melanotropina (**MSH-IH**)
- **v hipofizo po živčni poti → izločanje iz nevrohipofize:**
 - oksitocin
 - antidiuretični hormon (ADH, vazopresin)
- drugi hormoni živčnega sistema

23

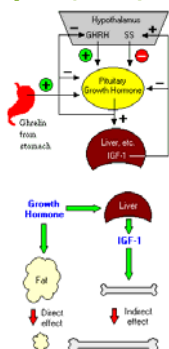
3.2.4 Hormoni adenohipofize:

- **rastni hormon - somatotropin**, somatotropni hormon, STH (*growth hormone*, GH),
- **kortikotropin**, adrenokortikotropni hormon (ACTH),
- **tirotropin** - tiroidni stimulirajoči hormon (TSH)
- **folikle stimulirajoči hormon (FSH),**
- **luteinizirajoči hormon (LH),**
- **prolaktin,**
- **melanocyte stimulirajoči hormon (MSH),**
- **endorfini.**

24

Rastni hormon somatotropin (STH):

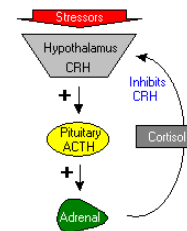
- izločanje:
 - v sunkih,
 - najbolj intenzivno ponoči,
 - povratna zveza z delovanjem GHRH;
- vplivi na organizem (preko rastnih faktorjev):
 - uravnavanje rasti (kosti, mišice) pri mladih organizmih,
 - uravnavanje presnove → pospešena sinteza mleka pri prežvekovalcih



25

Kortikotropin (adrenokortikotropni hormon, ACTH);

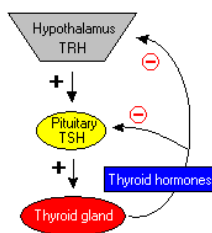
- pospeševanje sinteze in izločanja **glukokortikoidov (kortizola)** in androgenov v skorji nadledvične žleze.



26

Tiroideo (ščitnico) stimulirajoči hormon (tirotropin, tirotropni hormon, TSH):

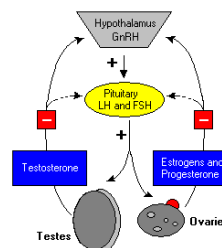
- glavni regulator sinteze in izločanja **ščitničnih hormonov T3 in T4**:
 - deluje na epitelne celice ščitnice;
 - pospešuje razvoj ščitnice;
 - pospešuje oksidacijo in vezavo joda v ščitnični hormona.



27

Gonadotropni hormoni:

- LH (luteinizirajoči hormon),
- FSH (folikle stimulirajoči hormon):
 - stimulirata spolne žleze (jajčnike in moda);
 - nujna za razmnoževanje, ne pa za življenje;



28

Delovanje FSH:

- **pri samicah:**
 - pospešuje razvoj in zorenje foliklov na jajčniku,
 - skupaj z LH pospešuje izločanje estrogenih hormonov;
- **pri samcih:**
 - vpliva na zarodni epitel semenskih kanalčkov
 - skupaj z LH pospešuje razvoj in zorenje spermijev.

29

Delovanje LH:

- **pri samicah:**
 - pospešuje razvoj in zorenje jajčnikovih foliklov po predhodnem delovanju FSH,
 - v določenem razmerju s FSH pospešuje pokanje foliklov – ovulacijo,
 - po končani ovulaciji → rast rumenega telesa (corpus luteum) na mestu, kjer je bil pred tem jajčnikov folikel,
 - v rumenem telesu pospešuje izločanje progesterona;
- **pri samcih:**
 - pospešuje sintezo in izločanje testosterona (Leydigove cel.)

30

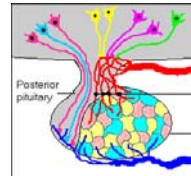
Prolaktin (PRL):

- pri sesalcih - skupno več kot 300 funkcij;
- **pri samicah:**
 - pred porodom vpliva na rast mlečne žleze (priprava na laktacijo);
 - po porodu - v celicah mlečne žleze pospešuje sintezo mleka;
 - vpliva na reprodukcijsko in materinsko obnašanje;
- **pri samcih:**
 - vpliva na sintezo androgenih hormonov;
 - pospešuje rast spolnih organov v puberteti;
 - vpliva na tvorbo spermijev;

31

3.2.6 Hormoni neurohipofize

- *Nastanek* - živčne celice hipotalamusa
- po aksonih, vezan na beljakovino neurofizin, potujejo do neurohipofize;
- se skladiščijo v živčnih končičih in izločajo iz neurohipofize ob ustreznih dražljajih v hipotalamusu .

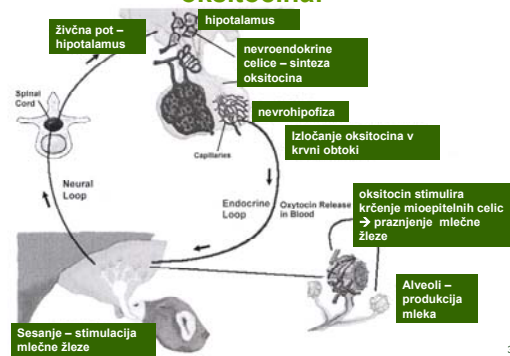


32

Oksitocin:

- **vloga pri porodu:**
 - povečuje tonus v gladkih mišicah, posebej v maternici bregih živali → krčenje gladke mišičnine maternice
- **vloga pri praznjenju vimena (molži ali sesanju) –**
 - neurohormonalni refleksi izločanja mleka → krčenje mioepitelnih celic v kanalčkih vimena → praznjenje vimena
- **vpliv na materinsko obnašanje:**
 - med porodom – dvig koncentracije oksitocina v cerebrospinalni tekočini → delovanje na možgane
- **vloga pri samcih:**
 - pri ejakulaciji - transport sperme po m. spol. sistemu;
 - učinki na nekatere vidike seksualnega obnašanja.

33

Neurohormonalni refleksi izločanja oksitocina:

34

Adiuretin (adiuretični hormon):

- = **antidiuretični hormon, ADH, antidiuretin ali vazopresin**
 - **adiuretin** → zoperstavlja se pospešenemu izločanju (diurezi) vode.
 - **vazopresin** → vpliva na krčenje žil (ob zelo velikih količin hormona v krvi).
- dražljaji za izločanje:
 - sprememba koncentracije krvi (osmoreceptorji)
 - padec V krvi (baroreceptorji v kardiovaskularnem sistemu)
- delovanje - na distalne ledvične kanalčke:
 - pospešuje resorpcijo vode → **V urina se zmanjša → ohranjanje vode v organizmu**

35

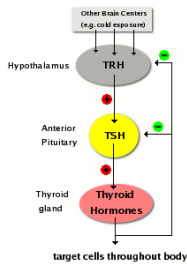
3.3 HORMONI ŠČITNICE

- ščitnica - največja endokrina žleza v telesu;
- pri sesalcih:
 - leži na vratu (ob sapniku),
 - sestavljena iz dveh režnjev,
- pri perutnini - v prsni votlini,
- hormoni:
 - tiroksin (T4),
 - trijodtironin (T3) in
 - kalcitonin

36

T3 in T4:

- T4 - predstopnja (prohormon),
- T3 - biološko aktivna oblika;
- pretvorba T4 → T3: z odcepljanjem J (dejodinacijo)
- **delovanje**
 - rast in razvoj telesa (skeleta in živčnega sistema),
 - omogočata normalno reprodukcijo,
 - pospeševanje bazalnega metabolizma (oksidativnih procesov) → dvig telesne temperature
 - mobilizacija maščob → dvig MK v krvi;
 - pospeševanje metabolizma OH



37

Kalcitonin:

- izločanje:
 - sesalci - parafolikularne (C) celice ščitnice,
 - ptice - ultimobranhialni organ,
- fiziološki učinki:
 - uravnavanje koncentracije Ca v krvi:
 - spodbujanje odlaganje Ca v kosti,
 - spodbujanje izločanja Ca z urinom,
 - uravnavanje izločanja: koncentracija Ca v krvi (dvig → izločanje kalcitonina)

38

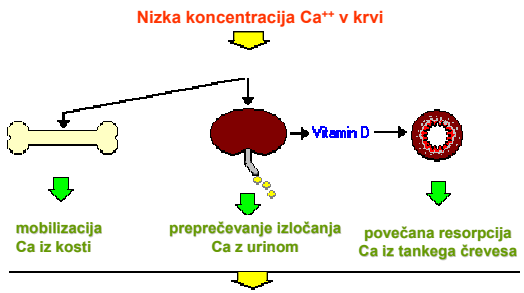
3.4 HORMON OBŠČITNICE (paratiroidni hormon, PTH):

- **delovanje** - zviševanje koncentracije Ca²⁺ v krvi:
 - mobilizacija Ca iz kosti,
 - povečana resorpcija Ca iz tankega črevesa,
 - preprečevanje izločanja Ca z urinom;
 - aktivacija vitamina D3 (v ledvicah)
- Uravnavanje izločanja – koncentracija Ca (in Mg²⁺) v krvi: padec Ca²⁺ v krvi pod normalno vrednost → nagel dvig koncentracije hormona

39

PTH – delovanje in mehanizmi uravnavanja:

Nizka koncentracija Ca²⁺ v krvi

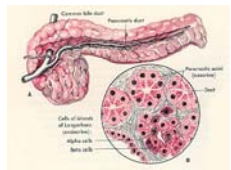


Povečanje koncentracije Ca²⁺ v krvi

40

3.5 HORMONI TREBUŠNE SLINAVKE

- endokrini vloga trebušne slinavke - posebne skupine celic (**Langerhansovi otočki**):
 - α-celice - proizvajajo in izločajo glukagon,
 - β-celice - proizvajajo in izločajo inzulin,
 - δ- in PP-celice - proizvajajo in izločajo druge hormone.



41

Inzulin:

- v večini tkiv - pospeši vstop glukoze v celice → koncentracija glukoze v krvi se zmanjšuje.
- uravnavanje izločanja:
 - dvig koncentracija glukoze v krvi (po hranjenju) → izločanje insulina;
 - padec koncentracija glukoze v krvi → izločanje insulina preneha;
- učinki insulina:
 - uravnavanje intermediarnega metabolizma OH,
 - uravnavanje intermediarnega metabolizma maščob (akumulacija v organizmu),
 - vplivi na metabolizem beljakovin in mineralov;

42

Glukagon:

- deluje nasprotno (antagonistično) inzulinu → vzdržuje normalno koncentracijo glukoze v krvi
- uravnavanje izločanja:
 - padec koncentracija glukoze v krvi → izločanje glukagona → zviševanje koncentracije glukoze v krvi
 - dvig koncentracija glukoze v krvi → izločanje glukagona se ustavi
- mehanizem delovanja – v jetih:
 - pospeševanje glikogenolize (razgradnje glikogena),
 - pospeševanje glukoneogeneze (tvorbe glukoze).

43

Učinek insulina in glukagona na koncentracijo glukoze v krvi:

44

3.6 HORMONI NADLEDVIČNE ŽLEZE

- nadledvična žleza:
 - pri sesalcih - histološko razdeljena na skorjo in sredico → izločanje različnih hormonov,
- hormoni skorje – steroidni hormoni:**
 - glukokortikoidi
 - mineralokortikoidi
 - spolni hormoni
- hormoni sredice – kateholamini:**
 - adrenalin
 - noradrenalin

45

Histološka zgradba in hormoni skorje nadledvične žleze

46

3.6.1 Hormoni skorje nadledvične žleze

Mineralokortikoidi:

- uravnavajo predvsem koncentracijo natrija in kalija v telesu,
- najpomembnejši mineralokortikoid – **aldosteron**,
- delovanje:** resorpcija (vračanje) natrija in izločanje (odstranjevanje) kalija v ledvičnih kanalčkih

47

Glukokortikoidi

- najpomembnejši hormon pri večini živali – **kortizol**
- uravnavanje izločanja: os hipotalamus – hipofiza – ščitnica;
- izločanje pospeši stres - posledica učinka škodljivih (fizičnih ali psihičnih) dejavnikov → vplivi CNS na os hipotalamus – hipofiza – ščitnica.
- cirkadiano izločanje:
 - dnevne živali - najnižja koncentracija zvečer, najvišja zgodnjih jutranjih urah;
 - nočne živali – obratno

48

Delovanje glukokortikoidov:

- **vpliv na metabolizem ogljikovih hidratov** - zviševanje koncentracije glukoze
- **vpliv na metabolizem maščob** - pospeševanje razgradnje maščob (lipoliza)
- **vpliv na metabolizem proteinov**
 - v jetrih pospešujejo sintezo proteinov
 - v izvenjetrnih tkivih pospešujejo razgradnjo proteinov
- **protivnetno delovanje** - zaviralno učinkovanje na nekatere mediatorje vnetja

49

3.6.2 Hormoni sredice nadledvične žleze:

- **kateholamini:**
 - **adrenalin (epinefrin)** - glavni kateholamin pri večini sesalcev
 - **noradrenalin (norepinefrin)**
 - **dopamin**
- **delovanje** - intermadiarni metabolizem in procesi, s katerimi organizem premaga stres:
 - zviševanje koncentracije glukoze v krvi
 - pospeševanje srčne funkcije
 - krčenje arterij
 - dviganje krvnega tlaka
 - stimulacija CNS

50

3.7 ČREVESNI HORMONI (ENTEROHORMONI)

- izločanje - posebne celice v črevesni sluznici
- vpliv na izločanje:
 - avtonomni živčni sistem in
 - kemične snovi v hrani
- delovanje:
 - v črevesju - urejajo nekatere prebavne procese (gibanje črevesja, izločanje prebavnih snovi)
 - v CNS - delujejo kot transmiterji (prenašalci dražljajev v sinapsah)

51

- pomembnejši črevesni hormoni so:

- gastrin
- holecistokinin (CCK)
- sekretin
- гастриčni zaviralni polipeptid (GIP)
- vazoaktivni intestinalni polipeptid (VIP)
- enteroglukagon
- motilin
- nevrotenzin

52

3.8 HORMONI EPIFIZE

- epifiza (češerika) – drobna žleza med malimi in velikimi možgani;
- glavni hormon – **melatonin**:
 - izločanje – pod vplivom svetlobe (cirkadiano) → najvišje ponoči, najnižje podnevi;
 - organizem dobi informacije o:
 - času dneva (faze povečane ali zmanjšane koncentracije);
 - letnem času (trajanje sekrecije melatonina);
 - vplivi na delovanje hipotalamusa, hipofize →
 - uravnavanje sezonskih procesov, npr. reprodukcijskih,
 - vplivi na delovanje ščitnične osi, nadledvične žleze, pankreasa

53

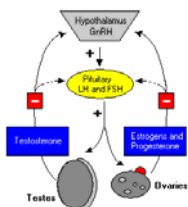
3.9 HORMONI SPOLNIH ŽLEZ

- **spolne žleze:**
 - pri samicah - jajčnik ali ovarij (v trebušni votlini)
 - pri samcih - moda ali testisi :
 - pri domačih sesalcih v skrotumu ali mošnji,
 - pri pticah v trebušni votlini;
- **spolne žleze izločajo:**
 - spolne hormone,
 - spolne celice.
- **splošni učinki spolnih hormonov:**
 - vplivajo na spolne organe,
 - vplivajo na rast in razvoj celotnega telesa (presnova),
 - vplivajo na pojav telesnih znakov, značilnih za posamezni spol (sekundarni spolni znaki).

54

3.9.1 Moški spolni hormoni (androgeni)

- nastajajo v Leydigovih celicah v modih:
 - **testosteron** - biološko najpomembnejši,
 - nekateri drugi androgeni - slabše fiziološko delovanje,
- na izločanje vpliva LH



55

Delovanje testosterona:

- vloga pri reprodukciji:
 - vpliv na rast semenskih kanalčkov,
 - pospeševanje spermatogeneze,
 - pospeševanje razvoja prostate in drugih akcesornih spolnih žlez,
- vpliv na razvoj sekundarnih spolnih znakov:
 - oblika in velikost telesa (samci so višji in bolj mišičasti),
 - rast grive, rogov, rože oz. ostrog (petelini),
- vpliv na obnašanje:
 - obnašanje v času parjenja
 - akt parjenja (erekcija in ejakulacija)
 - agresivnost
- vplivi na metabolizem:
 - pospeševanje oksidacijskih procesov
 - pospeševanje sinteze beljakovin predvsem v mišicah (anabolični učinek)

56

3.9.2 Ženski spolni hormoni

- **Estrogeni hormoni:**
 - izločanje:
 - v jajčnem foliklu (v jajčniku pod vplivom FSH in deloma tudi LH)
 - v placenti (koncentracija se povečuje med brejostjo, doseže višek pred porodom, nato pa naglo pade)
 - pomembnejši estrogeni:
 - 17 β -estradiol (pri nebrehjih samicah)
 - estron (pri brehjih samicah)
 - estriol
 - ekvilin in ekvilenin (samo pri kobilah)
- **Gestageni hormoni:**
 - izločanje:
 - v rumenem telesu (na mestu, kjer je počil folikel);
 - v placenti, predvsem pri kobilah, ovci in psici;
 - najpomembnejši gestagen – progesteron;

57

Delovanje estrogenov:

- razvoj ženskih spolnih organov,
- razvoj sekundarnih spolnih znakov,
- vloga pri reprodukciji:
 - pospeševanje razvoja maternične sluznice in njene priprave na sprejem zarodka (proliferacijska faza)
 - vpliv na razvoj mlečnega tkiva in kanalčkov v mlečni žlezi

58

Delovanje gestagenih hormonov:

- vpliv na razvoj maternične sluznice (sekretorna faza) - zaključna priprava na sprejem oplojenega jajčeca,
- vpliv na obnašanje brehjih živali,
- vpliv na obnašanje v času gonitve (pri ovcah in psicah),
- vpliv na razvoj vimena.

59

3.10 HORMONI PLACENTE:

- placenta:
 - preskrba zarodka s hranilnimi snovmi in kisikom
 - organ z notranjim izločanjem
- hormoni placente so:
 - **gonadotropni hormoni** (horijski gonadotropini, horijski somatotropini) → vzdrževanje rumenega telesa med brejostjo, rast mlečne žleze;
 - **relaksin** – priprava mehkih tkiv v medeničnem kanalu na porod (širjenje porodne poti),
 - **estrogeni in progesteron** (placenta prevzame funkcijo rumenega pri vzdrževanju brejosti – ovce, kobile, mačke)

60



**FIZIOLOGIJA
DOMAČIH ŽIVALI**

4 FIZIOLOGIJA PREBAVE

1

Razdelitev živali:

- **glede na hranjenje:**
 - rastlinojedi (herbivori)
 - mesojedi (kanivori)
 - vsejedi (omnivori)
- **glede na obliko želodcev:**
 - **monogastridi** (enodelen želodec):
 - prašič,
 - konj,
 - mesojedi
 - **poligastridi** (večdelen želodec):
 - prežvekovalci

2

4.1 HRANJENJE IN PITJE

- živali v naravi se hranijo periodično:
 - prežvekovalci 5 do 10-x/dan;
 - kunci 30 do 40-x/dan;
 - mlade živali pogosteje kakor odrasle;
- domače živali podrejajo način prehrane človekovim postopkom.

3

4.1.1 Uravnavanje hranjenja

- **center za lakoto** - v hipotalamusu:
 - podcenter za lakoto (hranjenje);
 - podcenter za sitost (odklanjanje hrane);
- **vzdraženje centra za lakoto povzroči:**
 - aktiviranje višjih centrov v skorji velikih možgan,
 - nastanek za določeno spp. značilnega obnašanja (iskanje hrane, lovljenje plena, agresivnost) ...

4

Načini uravnavanja hranjenja:

A) metabolično uravnavanje - koncentracija HS v krvi:

- **glukostatična teorija** - koncentracija glukoze v krvi:
 - nizka → občutek lakote,
 - povišana → sitost;
- **lipostatična teorija** - koncentracija produktov razgradnje maščob;
- koncentracija aminokislin;

5

B) prebavno (periferno, nemetabolično) uravnavanje hranjenja:

- dražljaji iz prebavil (mehanično raztezanje);
- enterohormoni (jih izločajo posebne celice v črevesju);

C) drugi načini uravnavanja hranjenja:

- temperatura okolja (center za termoregulacijo);
- količina hrane, ki preide skozi žrelo, število žvekalnih gibov, količina izločene sline;
- psihični vplivi (jeza, strah, vznemirjenje);
- hormon **leptin** (izločanje – maščobne celice)

6

4.1.2 Uravnavanje pitja

- **center za žejo** (v hipotalamusu) - iz osmoreceptorskih celic:
 - vzdraženje – ob povečanju osmotskega tlaka krvne plazme (izguba ali pomanjkanje vode);
 - možganska skorja → občutek žeje → iskanje vode → pitje;
 - resorpcija vode v kri → osmotski tlak se zniža → občutek žeje preneha.

7

4.1.3 Pitje

- **rastlinojedih in vsejedi:**
 - v zaprti ustni votlini se koren jezika pomakne nazaj → nastanek podtlaka;
 - potopitev gobca v vodo → razpiranje ustnic;
 - zaradi razlike v tlaku vstopanje tekočine v ustno votlino.
- **psi (dolg in gibčen jezik):**
 - konico jezika zvijejo ("zajemalka");
 - jezik hitro povlečejo nazaj v ustno votlino;
 - tekočino vržejo proti žrelu;
- **mačke (na jeziku dolge papile):**
 - potapljanje jezika v tekočino → nabiranje tekočine med papilami;
 - jezik skrčijo, potegnejo nazaj v usta;
 - pritiskanje jezika na trdo nebo → ožemanje tekočine.

8

Sesanje:

- mladičem omogoča sprejemanje mleka;
- med materjo in mladičem - zveza na osnovi nevrohormonalnega refleksa → mleko se intenzivno izloča iz vimena;
- v ustni votlini - podtlak (zaradi gibanja jezika) → mleko potuje proti manjšemu tlaku.

9

4.2 PREBAVA V USTIH

- **Značilnosti:**
 - mehanična razgradnja hrane (žvečenje),
 - prepojitev zalogajev s slino;
 - delovanje encimov majhno in kratkotrajno (ker je zalogaj v ustih le kratek čas).

10

4.2.1 ŽVEČENJE

- značilnost sesalcev;
- **Omogoča:**
 - mehanično drobljenje hrane → povečanje P, na katero delujejo prebavni encimi;
 - mehčanje in vlaženje hrane → spreminjanje v obliko, ki se lahko pogoltne;
- **Potek žvečenja:**
 - krčenja zunanjih in notranjih žvekalnih mišic:
 - zgornja čeljusti - nepremična,
 - spodnja čeljusti - se izmenično dviga in spušča;
 - približevanje griznih ploskev zob → drobljenje hrane;
 - jezik – premika hrano po ustni votlini.

11

■ Žvečenje pri rastlinojedih:

- čeljustni sklep gibljiv v vseh smereh → vrh spodnje čeljustnice opisuje ovalno krivuljo;
- drobljenje hrane med kočniki in ličniki je podobno mletju zrnja med mlinskimi kamni.

■ Žvečenje pri mesojedih:

- čeljustni sklep tečajast → gibanje samo v navpični ravnini;
- hrano slabo prežvečijo;
- kosti temeljiteje zdrobijo z drobilci.

12

4.2.2 SLINJENJE

- izločanje sline iz:
 - slinskih žlez izven ustne votline:
 - podušesnih,
 - podjezičnih,
 - podčeljustničnih
 - posameznih slinskih žlez v sluznici ustne votline (predvsem sluz);
- na osnovi:
 - pogojnih refleksov (pridobljeni),
 - brezpogojnih refleksov (prirojeni).

13

Lastnosti in sestava sline:

- vodena tekočina, rahlo sluzasta, nekoliko motna (opalescentna)
- pH:
 - konj, pes 7,56
 - prašič 7,32
 - prežvekovalci 8,1 - 8,4 (bikarbonati!)
- sestava:
 - voda: skoraj 99 %
 - **anorganske snovi** (kloridi, fosfati, bikarbonati, sulfati, Na, K, Ca, Mg ...)
 - **organske snovi** (beljakovine, encimi (**α-amilaza**), **sečnina** (prežvekovalci!);

14

Vloga sline:

- raztapljanje vodotopnih snovi;
- razgradnja ogljikovih hidratov (**amilaza**);
- navlaženje hrane;
- baktericidno delovanje;
- pri prežvekovalcih:
 - pufer pri nevtralizaciji kislin v vampu,
 - izvor NH₃ za proces resinteze AK v vampu (sečnina).

15

Količina izločene sline:

- odvisna od:
 - fizikalnih in kemičnih lastnosti hrane;
 - vrste živali:
 - govedo: 100 - 180 L/dan,
 - drobnica: 16 - 25 L/dan,
 - konj: 40 L/dan,
 - prašič: 15 L/dan,
 - pes: 3 - 5 L/dan.

16

4.2.3 POŽIRANJE

- uravnavanje - center za požiranje;
- prežvečena hrana + slina + sluz = grizljaj;
- faze požiranja:
 - A) ustna faza** (pod vplivom volje):
 - potek: jezik potisne vsebino v žrelno votlino;
 - B) žrelna faza** (refleksna - vzdraženje mehanoreceptorjev):
 - v žrelu – križanje prebavne in dihalne poti (mehko nebo - zapre vstop v nosne hodnike; poklopec - pokrije sapnik);
 - žrelne mišice se močno skrčijo → vsebina proti začetnemu delu požiralnika
 - C) požiralnikova faza** (refleksna):
 - krčenje prečnih in vzdolžnih mišic požiralnika → vsebina polzi po požiralnikovi cevi in skozi kardijo prehaja v želodec;

17

- Vaja 1.1 Prikaz amilolitičnega delovanja sline

18

4.3 PREBAVA V ENODELNEM ŽELODCU

- želodec - vrečasta razširitev prebavne cevi med požiralnikom in črevesjem;
- **glavne naloge:**
 - začasno skladiščenje hrane;
 - začetek razgradnje HS;
 - pomoč pri resorpciji vitamina B₁₂,
 - baktericidna vloga (HCI).

19

■ **Procesi prebave v želodcu:**

- motorika (polnjenje, mešanje, praznjenje),
- izločanje (želodčni sok),
- kemična razgradnja hrane.

■ **Urnnavanje izločanja in gibanja:**

- kemični dejavniki (sestavine hrane) → kemoreceptorji;
- mehانيčni dejavniki (lokalni pritisk vsebine) → mehanoreceptorji;
- živčni dejavniki:
 - lokalni pletež,
 - parasimpatikus - pospešuje,
 - simpatikus – zavira;
- hormonalni dejavniki - enterohormon gastrin.

20

4.3.1 Gibanje (motorika) želodca:

- **plastični tonus:**
 - prilagajanje oblike in prostornine količini napolnjenosti (poln želodec - notranji tlak se bistveno ne poviša);
 - **stratifikacija vsebine** - čvrsta hrana se nalaga v plasteh, v takem zaporedju, kot vanj prihaja;
 - **Voda:**
 - se ne meša z želodčno vsebino;
 - med plastjo hrane in želodčno steno → dvanajstnik.
- **peristaltični valovi:**
 - v smeri od kardije proti pilorusu (3 – 6 /min) → hrana se dobro premeša.

21

4.3.2 Želodčni sok:

■ **Lastnosti:**

- tekočina brez barve (motna), vonja
- pH – **kisel**: mesojedi < 1, konj ~ 6,8;

■ **Sestava:**

- anorganske spojine: voda, HCI, soli ...;
- organske spojine: encimi, sluzi;

■ **Izločanje:**

- iz celic želodčne sluznice;
 - mesojedi - občasno (intermitentno);
 - večina rastlinojedov – stalno.

22

Faze izločanja želodčnega soka (pri intermitentnem izločanju):

- A) Možganska (cefalična) faza** - razmeroma kratkotrajna (ob začetku hranjenja):
 - dotik hrane z ustno sluznico, gledanje in vonjanje hrane, zaznava zvokov, barv, dogodkov → **sprožanje refleksov** → **izločanje želodčnega soka**;
- B) Želodčna (gastrična) faza = kemična** - ko hrana vstopi v želodec:
 - raztezanje stene, kemično draženje sluznice → vzdraženje avtonomnega NS → izločanje **acetilholina, gastrina** → **intenzivno izločanje želodčnega soka in mešanje želodčne vsebine**.
- C) Črevesna (duodenalna) faza = kemična** - ko vsebina želodca pride v dvanajstnik:
 - raztezanje stene, kemično draženje sluznice → vzdraženje avtonomnega NS → izločanje črevesnih hormonov iz celic v steni dvanajstnika → **zaviranje izločanja želodčnega soka** (enterogastrični refleks).

23

4.3.3 Biokemični procesi razgradnje hrane v želodcu:

- Potekajo pod vplivom delovanja encimov iz:
 - sline (**amilaza**);
 - želodčne sluznice (**pepsin**, himozin);
 - mikroorganizmov,
 - hrane;

24

- **Vloga solne kisline:**
 - pepsinogen (aktivacija) → pepsin;
 - denaturacija beljakovin;
 - raztapljanje netopnih soli (npr. Ca; Fe);
 - baktericidna (nizek pH!);
- **Vloga pepsina:**
 - glavni proteolitični ferment želodčnega soka,
 - razgradnja beljakovin (razen protaminov, keratina in mucina) → peptidi;

25

- **Faze kemične razgradnje v želodcu:**
 - **amilolitična** - škrob in drugi OH;
 - slinska amilaza – aktivna:
 - dokler se vsebina ne zakisli oz.
 - dokler se ne razgradi pod vplivom pepsina;
 - **amilo-proteolitična** – OH in beljakovine;
 - **proteolitična faza** – beljakovine.

26

Koagulacija (sirjenje) mleka:

- vpliv himozina (labfermenta):
 - cepitev vrhnje plasti (κ - frakcija) kazeinske micelle →
 - reakcija α -, β -, γ frakcij (jedra) s Ca^{2+} →
 - polimerizacija micel →
 - nastanek netopnega mlečnega koaguluma (sir!).

27

4.3.4 Bruhanje

- refleksno praznjenje vsebine želodca skozi požiralnik in ustno votlino;
- fiziološki proces:
 - odstranjevanja neprebavljenih in neprebavljivih delov hrane ;
 - hranjenje mladičev (nekateri vrste ptic in zveri);
- bolezenski proces:
 - zavračanje strupenih ali škodljivih snovi;

28

- razmeroma pogosto in enostavno: mesojedi, prašiči;
- redko in precej težko: konji (težka bolezenska stanja!)
- uravnavanje – center za bruhanje (v podaljšani hrbtenjači):
 - periferno draženje – receptorji (prebavila, notranji organi ...)
 - centralno draženje – neposredno dr. centra.

29

4.4 PREBAVA V PREDŽELODCIH PREŽVEKOVALCEV

Biološke značilnosti prežvekovalcev:

- hrano prežvekujejo - po hranjenju se vrača v ustno votlino, kjer se prežveči in zdrobi;
- v predželodcih se hrana prebavlja s kemičnimi procesi, ki jih omogočajo encimi simbiotskih mikroorganizmov = **mikrobna fermentacija**.

30

- V vampu se morajo vzdrževati pogoji za pravi potek fermentacije:
 - stalna oskrba s substratom (jemanje hrane)
 - vzdrževanje temperature
 - vzdrževanje osmolarnosti
 - odstranjevanje odpadnih snovi
 - vzdrževanje pH
 - vzdrževanje števila mikrobov;
- Omogočajo jih:
 - splošni mehanizmi uravnavanja homeostaze
 - specifična gibanja vampa in kapice,
 - direktna absorpcija hlapnih maščobnih kislin,
 - produkcija velikih količin sline.

31

4.4.1 Zgradba predželodcev

32

4.4.2 Mehanični procesi prebave

- **Gibanje predželodcev:**
 - ciklično - revolucija
 - poteka neprestano, vse življenje;
 - **pomen:**
 - mešanje vsebine,
 - izrigavanje plinov,
 - potovanje hrane iz enega predželodca v drugega,
 - vračanje v ustno votlino (prežvekovanje).

33

Uravnavanje gibanja vampa:

- **refleksni lok:**
 - center v možganskem deblu,
 - receptorji:
 - v vampovi steni:
 - mehanoreceptorji (raztezanje stene, konzistenca vsebine)
 - kemoreceptorji (pH vsebine; normalno 5,5 - 6,8);
 - osmoreceptorji
 - V CNS
 - kemoreceptorji (koncentracija glukoze v krvi)

34

Polnjenje vampa in razporeditev vsebine:

- plasti - zaradi različne gostote delcev:
 - mehur plinov
 - trdni, slabo prebavljivi delci
 - boljše prebavljivi, manjši delci
 - sluzasta plast
 - tekoča plast

35

Gibanje vampa in kapice (revolucija predželodcev):

- frekvenca krčenja: ~ 10 v 5 min.
 - govedo 7-12,
 - drobnica 7-14;
- tipi krčenja:
 - **primarna** krčenja (mešanje hrane, ločitev grobih in drobnih delcev);
 - **sekundarna** krčenja (izrigavanje plinov);
- zaradi krčenja nastajajo šumi (zamolklo bučanje v področju leve lakočnice) zaradi:
 - trenja vsebine ob napeto steno vampa (rezonanca);
 - pokanja mehurčkov plina.

36

Primarna krčenja:

- začetek - z dvojnimi (bifaznim) krčenjem kapice:
 - 1. skrčenje na približno polovico velikosti;
 - 2. popolno skrčenje → vsebina se iztisne v zadnja področja vampove vreče;
 - posebna kontrakcija kapice (trofazno krčenje) - med prežvekovanjem.
- sledi:
 - krčenje zgornje vampove vreče (v smeri nazaj);
 - krčenje spodnje vampove vreče (v smeri nazaj);
 - krčenje zgornje vampove vreče (v smeri naprej);
 - krčenje spodnje vampove vreče (v smeri naprej);
- funkcija:
 - mešanje vampove vsebine
 - ločevanje delcev glede na velikost

37

Sekundarna krčenja:

- krčenje dorzalne vampove vreče (v smeri naprej) → omogoča izrigavanje plinov (**ruktus**)
- posamezni ruktus odstrani do 6 L plina (pri govedu)
- frekvenca izrigavanja 1 – 2 /min.

38

Prežvekovanje:

- vračanje hrane v ustno votlino, ponovno drobljenje hrane → mehanična razgradnja;
- uravnavanje: center za prežvekovanje (v podaljšan hrbtenjači);
- pri teletih in jagnjetih – se začne v 2. oziroma 3. tednu življenja;
- nastopi 1/2 do 1 h po hranjenju (miren prostor, leže);
- govedo – dnevno:
 - prežvekuje 7 - 8 ur,
 - 8 -14 period (posamezna 1 min do 1 h)
 - prežveči 40 - 60 kg vsebine

39

Faze prežvekovanja:

- vračanje hrane v ustno votlino (**rejekcija**)
 - nastanek podtlaka v prsni votlini in v požiralniku;
 - pregrada med vampom in kapico se dvigne, kapica se skrči;
 - refleksno odpiranje požiralnika → vampova vsebina vstopi v požiralnik → peristaltični val → ustna votlina.
- ponovno žvečenje (**remastikacija**)
- ponovno slinjenje (**resalivacija**)
- ponovno požiranje (**redeglucija**)

40

Želodčni žleb:

- sluznična tvorba z gladkimi mišicami (kardija → kapica → retikulo-omazalna odprtina)
- **refleks zapiranja želodčnega žleba:**
 - sesajoče živali – mleko: požiralnik → sirišnik;
 - center v možganskem deblu → dražljaji iz žrela:
 - sesanje - mleko
 - nekatere raztopine (NaHCO₃, NaCl, CuSO₄, glukoza);
 - zaviranje refleksa - pitje (hladna tekočina) → razlitje po vampu → težave v prebavi;
 - odrasle živalih - refleks ugasnjen (→ pitje vode ob hudi žeji)



41

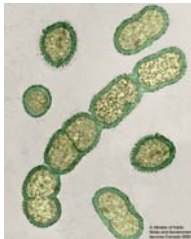
4.4.3 MIKROORGANIZMI V PREDŽELODCIH

- osnovni mehanizem prebave v predželodcih - razgradnja hrane ob delovanju encimov mikroorganizmov:
 - bakterije (vampova mikroflora)
 - glivice (vampova mikroflora)
 - protozoi (vampova mikroflora)
- mikroorganizmi - visoka stopnja prilagojenosti na:
 - relativno visoko temperaturo,
 - nevtralni pH,
 - anaerobne pogoje,
 - intenzivnost biokemičnih procesov.

42

Bakterije

- ~ 60 različnih vrst:
 - večinoma - nesporogeni anaerobi,
 - v manjši meri - aerobi;
- število:
 - 15 - 80 x 10⁹ / ml vampove tekočine;
 - vpliv - sestava hrane (več - zelena krma).
- vloga:
 - razgradnja celuloze, OH, beljakovin, maščob;
 - sinteza metana, amoniaka, vitaminov.



43

Protozoji

- ~ 160 vrst;
- velikost: 20 - 200 µm;
- število:
 - ~ 1 - 3 x 10⁶ / ml vampove tekočine;
 - ~ 50% mase vseh mikroorganizmov;
 - vpliv - sestava hrane;
- pomen:
 - sinteza beljakovin (rastlinske v živalske → povečana biološka vrednost);
 - prenos esencialnih maščobnih kislin
 - mešanje hrane.



44

Glivice

- sinteza nekaterih AK in drugih N spojin,
- sinteza vitaminov,
- potrošniki kisika (ustvarjajo anaerobne razmere).

45

4.4.4 KEMIČNI PROCESI PREBAVE V PREDŽELODCIH

- v predželodcih - fermentacija krme pod vplivom delovanja mikrobov:
 - prebava celuloze in drugih substratov;
 - sinteza visokovrednih beljakovin;
 - sinteza beljakovin iz nebeljakovinskih snovi;
 - sinteza vitaminov.

46

Prebava ogljikovih hidratov

- oblike OH v hrani prežvekovalcev:
 - polisaharidi (celuloza, hemiceluloza, škrob, pektini, fruktozani ...),
 - disaharidi (saharoza, ...),
 - monosaharidi (fruktoza, glukoza ...).
- sesalci teh OH ne morejo prebaviti (nimajo encima celulaze)
- razgradnjo OH omogočajo bakterije → bakterijska fermentacija (v anaerobnih pogojih).

47

- OH → **hlapne maščobne kisline** (+ CO₂, CH₄, H₂O ...):
 - očetna (70%), propionska (20%), maslena (10%),
 - ostale (jabolčna, jantarna, mlečna ...) - delež zelo nizek (poraba za sintezo glavnih);
- direktna absorpcija v vampu;
- glavni vir energije za prežvekovalce;
- uporabljajo se tudi za sintezo mlečnih maščob!

48

■ **Ocetna kislina:**

- se v le malo izkorišča jetrih, pač pa v večini ostalih tkiv za sintezo ATP
- glavni vir acetil CoA za sintezo maščob (npr. mlečne maščobe!).

■ **Propionska kislina:**

- skoraj v celoti jo sprejmejo jetrne celice,
- glavni vir za glukoneogenezo (sintezo glukoze) - proces bistven za življenje prežvekovalcev (ker se skozi steno vampa absorbira le majhna količina glukoze).

■ **Maslena kislina:**

- se oksidira v številnih tkivih in porablja kot vir energije.

49

Prebava beljakovin

■ **večina beljakovin** - prehajanje v mikroorganizme:

- razgradnja na AK (bakterijske proteaze in peptidaze);
- poraba AK za graditev telesa (predvsem protozojev);
- velika količina AK – dezaminacija → **nižje maščobne kisline**

■ **mikrobi lahko sintetizirajo beljakovine tudi iz neproteinskega dušika!**

■ **mikrobi in njihove beljakovine se prebavijo v sirišniku!**

50

Hepatoruminalno kroženje amoniaka (dušika, sečnine)

■ NH₃, ki nastaja v vampu - resorpcija skozi steno vampa → kri → jetra ;

■ v jetrih: vezava s CO₂ → sečnina;

■ **sečnina** → kri:

- izločanje skozi ledvice s sečem
- prehajanje v žleze slinavke → s slino v vamp;

■ v vampu (bakterije!):

- razgradnja pod vplivom ureaze → NH₃ in CO₂;
- sinteza AK (*de novo*) - z vezavo na piruvat.

51

Prebava maščob:

■ maščob v hrani malo (izjemoma - pri krmljenju z odpadki pridelave olja);

■ razgradnja:

- glicerol → propionska kislina + H₂O
- višje maščobne kisline:
 - resorpcija v tankem črevesju;
 - razgradnja v nižje MK (β-oksidacija);

52

Nastanek plinov:

■ **Pri procesih fermentacije v vampu**

- CO₂ (20 - 70 vol. %):
 - dekarboksilacija OH, AK;
 - iz bikarbonatov sline;
- CH₄ (30-45 vol. %)
 - CO₂ + 4H₂ → CH₄ + 2H₂O (metanogene bakterije)
- H₂ - v sledovih (porabi se za sintezo metana!)
- H₂S (v sledovih):
 - večje količine pri gnilobnih procesih!

■ **Količina plinov:**

- odraslo govedo: 30 – 50 L/h
- drobnica: ~ 5 L/h

53

4.4.5 PREBAVA V SIRIŠČNIKU

■ procesi gibanja, izločanja prebavnega soka, sestava soka in procesi prebave podobni kot pri enodelnem želodcu.

■ popadejo in razgradijo se mikroorganizmi, razgradnja njihovih beljakovin poteka pod vplivom HCl in pepsina.

54

4.5 PREBAVA V ČREVESJU

- nadaljevanje prebavnih procesov v želodcu, predželodcih, siriščniku;
- mesojedi, vsejedi, večina rastlinojedov - najvažnejši del črevesne prebave v tankem črevesju;
- kopitarji, glodavci - življenjsko pomembni procesi v debelem in slepem črevesju.

55

4.5.1 Značilnosti prebave v tankem črevesu:

- **izločanje prebavnih sokov** (žolč, sok trebušne slinavke in črevesni sok),
- **encimska razgradnja** snovi, ki so pri prebavi v želodcu ostale kemično nespremenjene ali delno razgrajene,
- **resorpcija** hranilnih snovi, vode, mineralnih snovi in vitaminov v kri,
- **gnitje** zaradi delovanja črevesnih bakterij.

56

Prebavni sokovi v tankem črevesu

Pankreasni sok = sok trebušne slinavke;

- izloča ga **eksokrini del** trebušne slinavke - režnjiči žleznega tkiva
- **endokrini del** - Langerhansovi otočki → izločanje peptidnih hormonov (insulin, glukagon);



57

■ faze izločanja:

- živčna, želodčna – hkrati z izločanjem želodčnega soka;
- črevesna - pod vplivom enterohormonov sekretina in holecistokinina;
- rastlinojedi - izločanje trajno (nihanja v času hranjenja)

■ dnevne količine :

- govedo, konj : 6 - 10 L
- ovca, prašič: 1,6 - 3 L
- pes: 0,24 - 0,54 L

58

Encimi pankreasnega soka in njihovo delovanje:

■ encimi za razgradnjo OH:

- amilaza (škrob, glikogen → maltoza);
- maltaza (disaharid maltoza → glukoza);
- amilopektin 1-6 glukozidaza;

■ encimi za razgradnjo beljakovin (proteolitični) - cepijo peptidne vezi med določenimi AK:

- tripsin (iz proencima tripsinogena);
- himotripsin (iz proencima himotripsinogena, aktivator tripsin);
- karboksipeptidazi A in B;
- elastaza (razgrajuje predvsem elastin)

59

■ encimi za razgradnjo nukleinskih kislin:

- polinukleaze (dezoksiribonukleotidaza, ribonukleotidaza);
- mononukleaza;
- nukleozidaza;

■ lipolitični encimi:

- lipaza (maščobe → glicerol + maščobne kisline);
- holesterol-esteraza (estri holesterola → holesterol + kisline);
- fosfatidazi A in B.

60

Žolč

- izloček jetrnih celic (hepatociti);
- zbira se v žolčniku (žolčni mehur) → koncentriranje (resorpcija vode);
- žolčnika nimajo - konj, jelen, žirafa, kamela, slon, podgana, hrček, golob → žolč se izliva neposredno v dvanajstnik
- **vplivi na sintezo in izločanje žolča:**
 - delovanje NS (parasimpatikus ↑, simpatikus ↓);
 - hormoni (sekretin ↑);
 - razgradni produkti beljakovin in maščob,
 - žolčne kisline.

61

Lastnosti žolča:

- grenkega okusa (žolčne kisline!)
- v žolčniku: temno zelene (biliverdin) do zlatorumene (bilirubin) barve,
- dnevne količine izločenega žolča:
 - govedo: 2 - 6 kg, konj: 5 - 6 kg, prašič: 0,8 - 1 kg
 - ovca: 300 - 400 g, pes: 250 g
- **Sestava:**
 - anorganske sestavine (voda, soli)
 - organske sestavine (mucini (= sluzi), žolčne kisline, žolčna barvila),
- **edini prebavni sok, ki ne vsebuje encimov**

62

Žolčne kisline:

- znižujejo P napetost maščob → emulgiranje → omogočena prebava maščob;
- sodelujejo pri resorpciji maščob, holesterola in vitaminov topnih v maščobah,
- aktivatorji pankreasne lipaze,
- pospešujejo gibanje črevesja in izločanje žolča.

Žolčna barvila:

- produkt razgradnje hemoglobina;
- nepomembna za prebavne procese;

63

Črevesni sok

- proizvod žlez sluznice dvanajstnika in teščega črevesa;
- uravnavanje izločanja:
 - lokalno - mehانيčni dražljaji na črevesno steno;
 - hormonalno - sekretin, holecistokinin (pospešujeta izločanje);
 - NS (parasimpatikus ↑, simpatikus ↓)

64

Lastnosti:

- brezbarvna, nekoliko opalescentna tekočina
- pH 7 - 8,5
- vsebuje voda - 98 %, soli - 1 %, organske sestavine - 1 % (mucini, druge beljakovine, encimi)
- dnevne količine:
 - govedo, konj ~ 10 L,
 - drobnica ~ 2 L,
 - pes ~ 1 L.

65

Encimi črevesnega soka:

- amilaza (manj aktivna od pankreasne)
- α-glukozidaza
 - maltoza → 2 glukozi
 - saharoza → glukoza + fruktoza
- β-galaktozidaza (galaktoza → glukoza + galaktoza);
- lipaza (manj aktivna kakor pankreasna)
- fosfatidaze (delujejo enako kakor pankreasne)
- aminopeptidaza, dipeptidaza, prolinaza in prolidaza (hidroliza polipeptidov, dipeptidov → AK)
- nukleaze (delujejo podobno kakor pankreasne)
- enteropeptidaza (aktivator tripsina in s tem drugih proteolitičnih pankreasnih encimov)

66

Kemični procesi prebave v tankem črevesju

- vsebina v dvanajstniku = **himus**
- faze prebave:
 - v svetlini črevesja: encimi, izločeni s prebavnimi sokovi
 - na stenah črevesja = **membranska (muralna)**: encimi, ki so sestavni del membrane;

67

- **Razgradnja beljakovin**:
 - proteolitični encimi → aminokislina
- **Razgradnja ogljikovih hidratov**:
 - nastanek monosaharidov: glukoza, saharoza in fruktoza
- **Razgradnja maščob**:
 - acilgliceroli → glicerol in maščobne kisline;
 - estri holesterola → holesterol in fosfolipidi
- **Razgradnja nukleoproteinov**:
 - nukleoproteini → nukleozidi → purinske in pirimidinske baze, pentoze

68

4.5.2 Značilnosti prebave v debelem črevesju:

- **kopitarji**, kunci, zajci, nekateri glodalci: v slepem in začetnem delu debelega črevesja:
 - encimski procesi pod vplivom bakterij;
 - sinteza vitaminov,
 - gnilobni procesi
- **mesojedi, vsejedi, večina rastlinojedov**:
 - procesi gnitja;
 - plini (CO₂, CH₄, H₂, H₂S);
 - aromatični alkoholi neprijetnega vonja, amini:
 - sinteza vitaminov B, K;

69

4.5.3 Prebavni procesi pri kopitarjih

- procesi v želodcu in tankem črevesju konja:
 - vodotopni OH - delna prebava (ostane precej neprebavljenega škroba → slepo črevo);
 - beljakovine - delna prebava;
 - celuloza neprebavljena (nekoliko razmehčana).

70

- prebavni delci dosežejo slepo črevo ~ 2 h po hranjenju;
- v debelem in slepem črevesju - mikrobno delovanje → kemični procesi prebave podobni kot pri prežvekovalcih:
 - maščobne kisline,
 - plini,
 - alkoholi,
 - aminokislina (na novo),
 - kroženje sečnine (se izloča v slepo črevo in kolon) za sintezo novih aminokislina.

71

4.5.4 ČREVESNA RESORPCIJA

- **prehajanje snovi skozi črevesno steno v kri**;
- največji del HS in vode - v dvanajstniku in teščem črevesu;
- sluznica tankega črevesa – več nivojev **adaptacij** (povečana P endotela → povečana absorpcijska P črevesa (~ 500-x));

72



- sluznične gube,
- črevesne resice - na vsej P :
 - štrljijo v notranjost lumna (1 mm),
 - prekrite s črevesnim epitelijem,
 - povečajo P za 10 - 14x;
- mikrovili enterocitov.
 - na apikalni P vsaka celica ~ 600 podaljškov ($2 \times 10^5/\text{mm}^2$)
 - povečajo P za 40 – 50x

73

Načini resorpcije HS v tankem črevesu:

- **OH – monosaharidi:**
 - pasivni prenos (fruktoza, manoza, ksiloza, arabinoza)
 - aktivni prenos - skupaj z Na, K, Cl (glukoza in galaktoza);
- **proteini:**
 - odrasli sesalci - ne prehajajo skozi črevesno steno;
 - mladiči - resorpcija (endocitoza) kolostralnih beljakovin kratek čas po rojstvu (pribl. 24 ur)
- **aminokisliline** - sekundarni aktivni prenos;
- **di- in tripeptidi** - endocitoza:
 - 90 % se razgradi na AK;
 - 10 % preide v kri ali limfo nerazgrajenih (se izločijo z urinom);

74

- **maščobe in maščobne snovi:**
 - omogočajo jo žolčne kisline (brez njih samo 50 - 60 % resorpcija, sicer 97 %)
- **vitamini:**
 - v maščobah topni - enako kot maščobe;
 - vodotopni - z difuzijo.
- **voda** - osmoza
- **mineralne snovi:**
 - aktivni prenos (črpalke)
 - pasivni (električni naboj, prehod skozi kanalčke)

75

Resorpcija v debelem črevesu

- v debelem črevesu ni resic;
- mesojedi, vsejedi, neprežvekovalci - resorpcija slaba;
- kopitarji:
 - v kolonu - intenzivna resorpcija nižjih MK, AK in vitaminov, vode, mineralnih snovi;
 - slepem črevesu resorpcija slabša (vsebina mora ostati tekoča).

76

4.5.5 ČREVESNO GIBANJE (MOTORIKA)

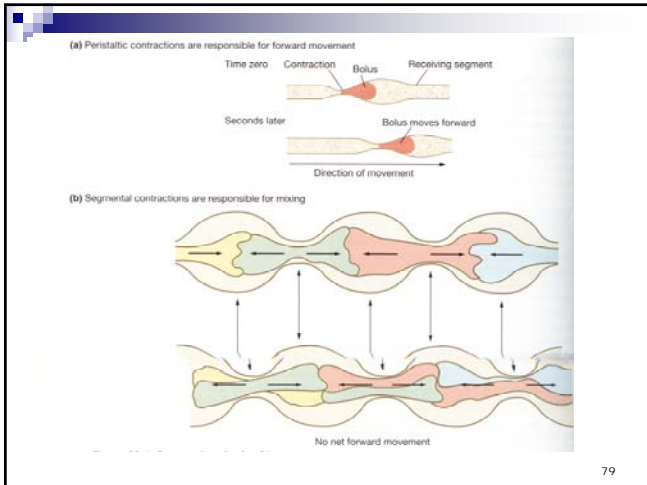
- funkcije:
 - mešanje vsebine,
 - enakomerna razporeditev prebavnih encimov,
 - potiskanje vsebine proti zadnjim predelom črevesa,
 - praznjenje črevesa;
- uravnavanje:
 - avtonomni živčni pleteži;
 - vplivi CNS,
 - črevesni hormoni.

77

Tipi črevesne motorike:

- **Segmentacijski gibi:**
 - krčenje krožne mišičnine → zažemki, ki izginejo in se pojavijo na drugih mestih.
 - vloga - mešanje vsebine
- **Pendulacijski gibi:**
 - krčenje in popuščenje vzdolžne mišičnine → nihanje;
 - vloga - mešanje vsebine
- **Peristaltični gibi:**
 - najbolj značilno gibanje črevesa - krčenje vzdolžne in krožne mišičnine
 - vloga – premikanje vsebine.

78



Defekacija (blatenje):

- zaključek procesa prebave
- potek
 - črevesna vsebina:
 - se kopiči v končni ampulasti razširitvi debelega črevesa,
 - pritiska na stene črevesja → vzdraži receptorje;
 - dražljaj → center za defekacijo (ledveni in križnični del hrbtenjače), višji centri v možganih → krčenje mišic trebušne stene (trebušna preša) → krčenje debelega črevesa → v področju pred zadnjikom se tlak zviša → vsebina (blato, feces) prične prehajati iz črevesja.

■ sestava blata (fecesa):

- neprebavljivi deli hrane (nanje prebavni encimi ne delujejo);
- neprebavljeni deli hrane (zaradi različnih vzrokov);
- neresorbirani delci hrane;
- bakterije in njihovi izločki;
- izločki črevesa (sluz, odmrle celice);
- izločki žlez;
- žolčna barvila.
- vonj - značilen zaradi produktov prebave in gnitja:
 - pri mesojedih in vsejedih - neprijeten (prevladujejo gnilobni procesi),
 - pri rastlinojedih - aromatičen (prevladujejo encimatski procesi).

Dnevne količine fecesa in vsebnost vode:

Vrsta	Dnevna količina (kg)	Delež vode (%)
konj	15	70 - 81
govedo	15-45	75 - 85
drobnica	1-3	65 - 75
prašič	0,5-3	55 - 75

■ Mekonij:

- feces novorojenih živali;
- sestavljen iz izločkov črevesja in prebavnih sokov;
- brez fekalnega vonja (ker v debelem črevesu fetusa ni bakterij).

4.6 PREBAVA PRI PERUTNINI

Značilnosti prebavil pri perutnini:

- golša - nekatere vrste je nimajo;
- dvodelni želodec: žlezovnik + mlinček;
- dve slepi črevesi;
- kloaka (skupno izvodilo prebavil, izločal in rodil).

■ Jemanje hrane:

- **kljun** - oblika, dolžina, zavrtost prilagojene načinom hranjenja;
- **kokoš**: s konico kljuna prime delec hrane in ga z gibom glave nazaj vrže proti žrelu
- **vodna perutnina**:
 - posnema hrano s površine vode → hrana se skupaj z vodo preceja skozi kljun,

■ Pitje:

- večina kopenskih ptic:
 - pomoči kljun v vodo in jo zajame,
 - dvigne glavo → tekočina steče v žrelo;
- **ostale vrste (golobi)**:
 - lahko pijejo brez dviganja glave;
 - mišice mehkega neba se krčijo → negativni tlak (podobno kot jezik pri sesalcih).

85

Prebava v golši:

- **golša** - vrečasta razširitev požiralnika;
- napolni se šele potem, ko se je napolnil želodec;
- **kratkotrajno skladišče hrane (2 - 20 ur)**:
 - prepojitev vsebine s slino;
 - v manjši meri - razgradnja OH
- **praznjenje** - močni površinski valovi stene;
- **nekatero vrste (golobi, pingvini, flamingi)**:
 - sluznica izloča tekočino (podobna mleku sesalcev) → prehrana novoizvaljenih mladičev.

86

Prebava v želodcu:

- **žlezni želodec**:
 - razmeroma majhen;
 - nastajanje želodčnega soka (HCl in pepsin), ki prepoji hrano;
- **mišični želodec**:
 - v njem hrana ostaja nekaj ur (odvisno od vrste hrane)
 - nadaljujejo se kemični procesi prebave;
 - ritmično krčenje → drobljenje vsebine (kamenčki !)
 - steno obdaja debela, čvrsta, elastična plast, ki jo izločajo žleze v steni
 - varuje steno pred mehničnimi poškodbami
 - sodeluje pri drobljenju hrane

87

Prebava v črevesu:

- **Tanko črevo**:
 - izločanje prebavnih sokov,
 - razgradnja hrane,
 - resorpcija,
 - gibanje
 - pH vsebine: 5,6 - 7,2.
- **Debelo črevo**:
 - močno razviti slepi črevesi in kolon pri rastlinojedih vrstah:
 - prebava celuloze,
 - sinteza vitaminov.

88



FIZIOLOGIJA DOMAČIH ŽIVALI

5 FIZIOLOGIJA PRESNOVNIH PROCESOV

1

- **metabolizem (= presnova)** - zapleten fiziološki proces, ki temelji na nizu med seboj povezanih biokemičnih reakcij;
- **metaboliti (= presnovki)** - kemične spojine, ki nastajajo v procesih metabolizma:
 - običajno vstopajo v nadaljnje biokemične procese (v metabolično verigo);
 - **končni (definitivni, terminalni) metaboliti** - ne vstopajo v nadaljnje biokemične procese (npr. CO₂, sečnina)

2

Razdelitev metabolizma:

- **intermediarni metabolizem** - procesi pretvarjanja kemičnih snovi iz ene oblike v drugo oz. v energijo:
 - metabolizem ogljikovih hidratov, maščob, beljakovin, vitaminov, rudninskih snovi, vode;
- **kvantitativni (bilančni) metabolizem** - razmerje med količino snovi ali E, ki vstopi in izstopi iz telesa;
- **energetski metabolizem** - pretvorba snovi v E in njena izraba v telesu;

3

5.1 INTERMEDIARNI METABOLIZEM

A) Metabolizem ogljikovih hidratov

- **Monogastridi:**
 - razgradnja polisaharidov - v prebavilih → monosaharidi (**glukoza**, fruktoza, galaktoza);
- **Prežvekovalci:**
 - nastanejo MK (ocetna, propionska, maslena) → skozi steno predželodcev v kri;
 - porabljajo se v energetskih procesih,
 - pretvarjajo se v **glukozo**

4

Metabolizem glukoze:

- **Glukoza:**
- glavni za organizem energetsko izkoristljivi ogljikov hidrat,
- edini, ki ga lahko izkorišča živčni sistem.
- vstopanje v celico - v smeri koncentracijske razlike (iz višje k nižji koncentraciji)
- po vstopu v celico:
 - vezava s fosfatom (fosforilacija) → glukoza-6-fosfat (onemogoča izstopanje iz celice);
 - odcepljanje fosfata (defosforilacija) - omogoča izhajanje iz črevesnih epitelnih in jetrnih celic ter iz celic ledvičnih cevčic;
 - **glikoliza** - razgradnja glukoze → nastaja energija;
 - **shranjevanje** → pretvorba v glikogen (= **glikogeneza**).

5

Glikogen (živalski škrob)

- nastane s polimerizacijo glukoze (3.000 do 30.000 enot, med seboj povezane z 1,4'α- in 1,6'α-glikozidnimi vezmi)
- v celicah - v obliki kompaktnih zrn;
- prisoten je v vseh v tkivih, največ:
 - jetrni glikogen (5 do 8 % mase) - uravnavanje koncentracije glukoze v krvi;
 - mišični glikogen (1% mase) - energija pri mišičnih krčeh.
- **vezana oblika** - se težko razgradi:
 - v jetrih tudi po dolgotrajnem stradanju,
 - v mišicah po napornem delu.
- **nevezana oblika** - se lahko razgradi → koncentracija se spreminja glede na fiziološko (patološko) stanje v organizmu.

6

Glukoneogeneza

- proces sinteze glukoze iz drugih (glukogenih) **organskih spojin** (glicerol, nekatere aminokislino, vmesni produkti nekaterih presnovnih in prebavnih procesov);
- pomembna pri prežvekovalcih in mesojedih,
- poteka predvsem v jetrih in ledvicah,
- sproži jo nizka koncentracija glukoze v celicah in v krvi:
 - pri kravah molznicah - 30 do 50% glukoze iz aminokislin,
 - vsaka aminokislina preide v glukozo z drugačno kemično reakcijo.

7

Energetska bilanca glukoze:

- razgradnja glukoze (glikoliza) - v več oblikah:
 - fosforilacija,
 - anaerobna faza glikolize do nastanka piruvata:
 - 1 mol glukoze → 2 mola ATP
 - nastanek mlečne kisline (laktata),
 - Krebsov cikelus
 - → 2 mola ATP
 - oksidativna fosforilacija..
 - 1 mol glukoze → 34 molov ATP;
- skupni izkupiček - 38 molov ATP.

8

Koncentracija glukoze v krvi:

Normoglikemija:

- koncentracija glukoze, značilna za živalsko vrsto:
- nizke vrednosti glukoze (2 – 3 mol/L) - odrasli prežvekovalci, (ogljikovi hidrati v vampu → maščobne kisline)
- mladi prežvekovalci (zaradi pitja mleka) - koncentracije višje (5 – 6 mol/L).
- srednje vrednosti koncentracije - monogastridi (3 – 6 mol/L),
- visoke (6 – 12 mol/L) - pri perutnini.

9

Tabela 6.1: Koncentracija glukoze v krvi domačih živali

Vrsta	kategorija	mmol/L
konj		3,08 – 5,32
govedo	odraslo	1,96 – 3,36
	tele (1 – 2 tedna)	5,04 – 6,16
	tele (4 – 5 tednov)	4,40 – 5,60
	tele (5 – 6 tednov)	2,24 – 2,78
ovca	odrasla	1,68 – 3,36
	jagnje (2 – 4 tednov)	4,48 – 6,16
	jagnje (6 – 9 tedov)	3,36 – 3,92
koza		2,24 – 3,92
prašič		4,48 – 5,32
pes		3,36 – 5,04
kunec		3,92 – 6,16
kokoš		6,72 – 11,20
človek		4,48 – 6,72

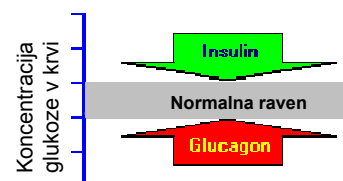
10

- **hiperglikemija** = povečana koncentracija glukoze v krvi.,
- **hipoglikemija** = zmanjšana koncentracija glukoze v krvi.
- če koncentracija glukoze v krvi presega fiziološko vrednost → izločanje z urinom (**glukozurija**);
 - ledvični prag - koncentracija glukoze v krvi, pri kateri se pojavi glukoza v urinu.

11

Uravnavanje koncentracije glukoze:

- **ledvice**: višek v krvi se izloča z urinom (= glukozurija)
- **jetra** (višek glukoze → glikogen, ob hipoglikemiji → izločanje glukoze) → "pufer za glukozo".
- **hormoni**:
 - hormona trebušne slinavke **inzulin** in **glukagon**;
 - drugi hormoni (adrenalin, glukokortikoidi, hormoni ščitnice).



12

B) Intermediarni metabolizem maščob (lipidov)

- telesne maščobe:
 - vse snovi, ki se ne raztapljajo v vodi, pač pa v organskih topilih,
 - estri višjih maščobnih kislin,
 - organizem jih lahko izrablja.
- področja telesa, bogata s triacilgliceroli:
 - podkožno tkivo na trupu,
 - obloga telesnih votlin,
 - obloga notranjih organov (ledvice, srce, omentum) in
 - dno očesne votline.

13

- Acilgliceroli (mono-, di-, triacilgliceroli): estri glicerola (alkohola) in višjih maščobnih kislin s 16 do 8 ogljikovimi atomi:
 - nasičene maščobne kisline - med vsemi C atomi enojne vezi; te maščobe so trde.
 - nenasičene maščobne kisline - med C atomi ena ali več dvojnih vezi; so mehke ali tekoče.
 - esencialne maščobne kisline - nenasičene maščobne kisline, ki imajo vlogo pri sintezi prostaglandinov.

14

Prenos maščob v telesu

- V črevesnih celicah (enterocitih) - resinteza maščob iz glicerola in maščobnih kislin;
 - resorbirane in resintetizirane maščobe → kri → portalni krvni obtok → jetra;
 - maščobne kapljice (hilomikroni) → direktno v veliki krvni obtok.
- maščobne spojine se po krvi prenašajo v obliki:
 - prostih maščobnih kislin,
 - hilomikronov in
 - lipoproteinov

15

Proste maščobne kisline:

- neesterificirane - niso vezane v obliki estrov glicerola, holesterola ali drugih spojin, kot druge maščobne kisline,
- vezane na serumske albumine in lipoproteine → povečana topnost v vodi (tudi za 1000-krat)
- biološka razpolovna doba: je 1 do 3 minute;
- naglo prehajajo v organe → oksidacija:
- vir energije za srčno mišico, skeletne mišice v mirovanju (okoli 50 % energetskih potreb) in ledvice,
- izvor mlečnih maščob,
- pri nizkih zunanjih temperaturah razgradnja pomemben vir dodatne toplote.

16

Hilomikroni

- drobne maščobne kapljice:
 - sredica iz triacilglicerolov in holesterola,
 - površina iz fosfolipidov in holesterola.
- nastajajo v enterocitih po resintezi maščob;
- kri dosežejo po limfnem obtoku;
- po obroku, ki vsebuje veliko maščob, se njihova koncentracija v krvni plazmi močno poveča = lipemija.

17

Lipoproteini

- spojine proteinov in lipidov (na molekulo albumina vezanih 3 do 30 molekul maščobnih kislin → povečana topnost);
- pomemben prenašalec lipidov predvsem v obdobju med hranjenjem
- nastajajo v jetrih, manjše količine pa tudi v črevesnem epitelu.
- glede na gostoto se delijo na:
 - VLDL (lipoproteini zelo nizke gostote) - vsebujejo veliko (90%) triacilglicerolov, manjše količine fosfolipidov in holesterola,
 - LDL (lipoproteini nizke gostote) - vsebujejo razmeroma malo triacilglicerolov (80% lipidov) in večji delež holesterola in
 - HDL (lipoproteini velike gostote) - vsebujejo okoli 50% beljakovin in ostanek lipidov.

18

Vloga jeter pri metabolizmu maščob:

- V jetrih tečejo pomembni procesi presnove maščob:
 - razgradnja maščobnih kislin (do CO₂ in vode) - predvsem ob povečani produkciji toplote ob mrazu;
 - v hepatocitih - tudi sinteza večine maščob.

19

Maščobno tkivo

- skladišče triacilglicerolov, resorbiranih iz hrane ali sintetiziranih v jetrih oziroma v lipocitih;
- kemična sestava - odvisna od:
 - živalske vrste,
 - sestave hrane,
 - področja telesa in
 - fiziološkega stanja živali (stradanje).
- odlaganje maščob v tkivu - encim lipoprotein-lipaza, ki ga aktivira heparin;
- poraba (mobilizacija) maščob - hormonsko senzitivna triacilglicerol-lipaza:
 - aktivirajo jo glukagon, N-adrenalin, pomanjkanje insulina, stradanje, telesni napor in nizka temperatura;
 - povzroča delno razgrajevanje triacilglicerolov in popolno lipolizo

20

Uravnavanje metabolizma lipidov:

- prehrambeni dejavniki:
 - kopičenje maščobe kadar E vrednost hrane presega E porabo organizma;
- genetski dejavniki:
 - filogenetsko pogojeno kopičenje ali izraba maščob;
- živčni in hormonalni dejavniki.

21

Metabolizem maščobnih kislin pri prežvekovalcih:

- **Ocetna kislina:**
 - resorpcija v predželodcih → kri → v maščobno tkivo, mišice, mlečno žlezo ...
 - v celicah → sinteza maščobnih kislin.
- **Propionska kislina:**
 - prehaja v jetra (ne vstopi v sistemski krvni obtok);
 - v jetrih – za procese glukoneogeneze (→ glukoza).

22

C) Intermediarni metabolizem beljakovin

- Vse beljakovine - zgrajene iz 20 aminokislin (AK):
 - neesencialne (telo jih lahko sintetizira) in
 - esencialne (telo jih mora dobiti s hrano).
- **Prenos AK v telesu**
 - v črevesju resorbirajo s sekundarnim aktivnim prenosom
 - del se že v črevesnih celicah sintetizira v globuline krvne plazme.
 - esencialne beljakovine preidejo skozi jetra v krvni obtok,
 - neesencialne ne vstopajo v sistemski krvni obtok, pač pa se v jetrih kemično spremenijo.

23

- med AK v krvi in celicah - stalno dinamično ravnovesje:
 - padec koncentracije AK v krvi → razgradnja celičnih beljakovin → prehajanja AK v kri;
 - višek AK v krvi → energetski procesi ali pretvorba v glikogen oziroma maščobo.

24

Vloga jeter:

- večina AK iz portalnega obtoka (z izjemo esencialnih) → jetra → vzdrževanje stalne koncentracije AK med obdobjem resorpcije.
- intenzivna sinteza vseh serumskih beljakovin, faktorjev koagulacije krvi in albuminov.
- 57% AK se v jetrih deaminira → keto-analogi → v ciklus metabolizma ogljikovih hidratov → energija, CO₂ in H₂O / glukoza ali glikogen (glukoneogeneza pomembna pri mesojedih, prežvekovalcih) / sinteza maščobnih kislin.
- v izvenjetrnih tkivih se beljakovine nabirajo kot gradniki celic, proteini plazme in encimi.

25

Urnvananje metabolizma beljakovin:

- zunanji dejavniki (esencialne aminokisliline in vitamini):
 - ob pomanjkanju → nezadostna sinteze beljakovin.
- notranji dejavniki (hormonski regulatorji).
 - anabolični - pospešujejo sintezo beljakovin (prehod aminokislin v celice)
 - rastni hormon, testosteron, tiroksin in trijodtironin
 - katabolični - zavirajo sintezo in pospešujejo razgradnjo → naraščanje koncentracije AK v krvni plazmi
 - glukokortikoidi (le v jetrih pospešujejo sintezo

26

Razgradnja beljakovin

- **dnevno mora priti v telo enaka količina beljakovin, kot se razgradi;**
- minimalna količina beljakovin, ki jih živali dnevno morajo prejeti = beljakovinski minimum.
- v telesu - stalna razgradnja endogenih beljakovin (potrebna za resintezo drugih telesu potrebnih snovi):
- poteka z razpadom peptidne vezi in oksidativno deaminacijo → amoniak:
 - za organizem strupen → detoksikacija → sečnina (pri sesalcih), sečna kislina (pri pticah).

27

5.2 KVANTITATIVNI ALI BILANČNI METABOLIZEM

- razmerje med količino sprejetih hranilnih snovi in količino teh snovi (ali njihovih metaboličnih produktov), izločenih iz organizma;
- za normalno delovanje organizma pomembno, da se vanj vnaša zadostna količina hranilnih snovi;
- bilanca snovi, ki se vnašajo v telo, je lahko uravnovešena, pozitivna ali negativna.

28

- **uravnovešeni metabolizem** - vnos snovi v telo enak izstopu (značilen za odrasle živali);
- **pozitivni metabolizem** - vnos snovi večji kot izstop → snovi se kopičijo v telesu:
 - značilen za mlade, rastoče živali, pri katerih se snovi vgrajujejo v tkiva;
 - odrasle živali - nabiranje hranilnih snovi v depojih ali vgrajevanje v tkiva ob procesih regeneracije;

29

- **negativni metabolizem** - vnos snovi manjši kot izstop:
 - posledica pomanjkanja hranilnih snovi v hrani,
 - predhodnega pozitivnega metabolizma (hujšanje) ali
 - povečane razgradnje.

30

5.3 ENERGETSKI METABOLIZEM

- razgradnja (oksidacija) snovi:
 - **energetsko manj vredne snovi + E**
- E se porablja za opravljanje različnih aktivnosti (biosinteza, rast, produkcija, delo) in tvorbo toplote.

31

Bazalni metabolizem:

- najmanjša količina E, ki jo telo:
 - potrebuje za opravljanje osnovnih funkcij;
 - odda v obliki toplote pri minimalni telesni obremenitvi.
- osnovni pogoji za doseganje stanja bazalnega metabolizma:
 - mirovanje,
 - postresorptivno stanje,
 - stanje toplotne nevtralnosti;

32

■ *vplivi na bazalni metabolizem:*

- notranji (velikost, spol, starost, prehrana, rejno stanje)
- živčni (simpatikus ↑; parasimpatikus ↓);
- hormonski (ščitnični, spolni, rastni, adrenalin);
- temperatura okolja (nižje ↑, visoke ↓)

33

■ *Vzdrževalni metabolizem:*

- količina E, ki jo organizem potrebuje za opravljanje fizioloških (vzdrževalnih) funkcij - hranjenje in gibanje, ki je z njim v zvezi;
- Vrednosti:
 - pri domačih sesalcih - 11-15 % večje od bazalnega ;
 - pri perutnini za 50 % večje od vrednosti bazalnega;

■ *Proizvodni metabolizem:*

- količina E, ki jo organizem potrebuje za:
 - opravljanje fizioloških (vzdrževalnih) funkcij in
 - pokritje produkcijskih procesov (gibanje, delo, rast, produkcija mleka, jajc, nalaganje maščob ...)

34



FIZIOLOGIJA DOMAČIH ŽIVALI

6 FIZIOLOGIJA KRVVI

1

Najpomembnejše vloge krvi:

- prenos hranilnih snovi, O₂ in CO₂, odpadnih produktov presnove, hormonov,
- uravnavanje telesne temperature,
- vzdrževanje kislinsko-bazičnega ravnotežja telesnih tekočin (kemični pufer),
- vzdrževanje homeostaze (uravnavanje koncentracij hranilnih snovi, mineralov, hormonov, plinov in vode),
- obramba organizma pred tujki (proizvodnja in prenos obrambnih snovi in celic).

2

6.1 SPLOŠNE LASTNOSTI KRVVI

A) Fiziološka sestava krvi

- kri – tkivo v tekočem stanju:
 - **formirani del krvi = krvne celice:**
 - eritrociti (rdeče krvne celice),
 - levkociti (bele krvne celice):
 - trombociti (krvne ploščice)
 - **tekoči del krvi = krvna plazma;**



3

B) Barva krvi

- rdeča - zaradi krvnega barvila hemoglobina (Hb) v Er:
 - živo rdeča - če je na Hb vezanega mnogo O₂ (**arterijska kri**),
 - modrikastordeča - če je na Hb vezanega malo O₂ (**venozna kri**).
- plazma (serum) - rumena do brezbarvna:
 - zaradi bilirubina (produkt razgradnje Hb)
 - odtenek - odvisen od vrste živali, od njenega fiziološkega ali patološkega stanja.

4

C) Acidobazna reakcija (pH) krvi

- 7,3 do 7,5;
- vzdrževanje pH krvi:
 - ledvice in dihala;
 - kemični pufrji v krvni plazmi (najpomembnejši – bikarbonatni)
- spremembe pH:
 - padec pod normalno raven = **acidoza (acidemija)**,
 - dvig nad normalno raven = **alkaloza (alkalemija)**.

5

D) Volumen krvi

- vsa količina krvi v telesu;
- ni ga mogoče izmeriti direktno (izkrvavitev ~ ½ krvi)
- izračun: iz razmerja med krvnimi celicami in krvno plazmo (= hematokrit).

Tabela 5.1: Količina krvi (volumen in delež telesne mase) pri domačih živalih

Vrsta	Volumen [ml/kg]	Delež telesne mase [%]
konj	75 – 90	9,8
govedo	64 – 82	7,7 – 8,1
ovca	60 – 75	7,7 – 8,1
koza	60 – 75	7,7– 8,1
prašič	50 – 90	
kunec	55 – 63	4,7– 5,5
perutnina	78 – 92	8,0 – 9,0

6

6.2 KRVNA PLAZMA

- tekoči del krvi,
- kompleksna tekočina - medij za zamenjavo snovi med krvnimi žilami in telesnimi celicami;
- Vsebuje:
 - 92 do 94% vode,
 - različne anorganske in organske snovi (raztopljene v vodi),
- **krvni serum:**
 - podobna sestava kot krvna plazma;
 - iztisne se iz krvnega strdka po koagulaciji krvi → **ne vsebuje fibrinogena!**

7

A) Anorganske sestavine krvne plazme

- različne anorganske soli (elektroliti):
 - kloridi, karbonati, fosfati in sulfati
 - Na, Ca, K, Mg.
- skupna koncentracija v plazmi - 9 g/L.

8

B) Organske sestavine krvne plazme:

- okoli 212 g/L
- **dušikove spojine:**
 - beljakovinske spojine,
 - nebeljakovinske spojine:
 - sečnina, kreatinin, hipurna kislina ..
- **nedušikove spojine:**
 - glukoza, maščobe, maščobne kisline, presnovki ...

9

Beljakovine krvne plazme (seruma):

- nastajanje – jetra (**izjema: γ -globulini → imunski sistem**)
- **enostavne beljakovine:**
 - **fibrinogen** - procesi koagulacije krvi,
 - **abumini** - uravnavanje koloidno-osmotskega tlaka;
 - **globulini:**
 - γ - imunska vloga;
 - α, β - prenos HS, metabolitov, anorganskih soli, hormonov, vitaminov, zdravil, barvil ...)
 - skladišče AK za sintezo beljakovin;
- **sestavljene beljakovine:**
 - **lipoproteini** (beljakovina + lipidna komponenta);
 - **glikoproteini** (beljakovine + ogljikovi hidrati).

10

Koncentracija plazemskih beljakovin (g/L)

Vrsta	Protein	Fibrinogen	Albumini	Globulini
konj	68,4	3,4	32,5	32,5
govedo	83,2	7,2	36,3	39,7
ovca	57,4	3,6	30,7	23,1
koza	72,7	6,0	39,6	27,1
prašič	68,0	5,0	20,3	32,7
pes	67,2	5,2	35,7	26,3

11

Encimi krvne plazme (seruma):


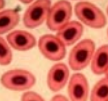
- plazemsko specifični:
 - vedno v plazmi,
 - opravljajo specifične naloge;
- plazemsko nespecifični:
 - niso prisotni ali v zelo nizki koncentraciji;
 - v plazmi – ob nekaterih boleznih:
 - sproščanje iz poškodovanih celic ali
 - povečana sinteza.

12

6.3 KRVNE CELICE

6.3.1 ERITROCITI (rdeče krvne celice)

- **Funkcije:** prenos O₂ in CO₂;
- **Oblika Er:**
 - pri sesalcih:
 - bikonkavne okrogle ploščice, brez jeder;
 - specifična oblika → velika površina (izmenjava plinov + plastičnost → spreminjanje oblike).
 - pri pticah (plazilcih, dvoživkah, ribah):
 - eliptične (ovalne) oblike,
 - jedro in drugi celični organeli.

B) Število in velikost Er:

- **normocitemija** - število Er v okviru fizioloških vrednosti - **10¹²/L krvi** (10⁶/mm³);
- **med številom Er in premerom ter površino - obratno sorazmerje :**
 - veliko število Er → majhen 2r, majhna P
 - majhno število Er → velik 2r, velika P

Tabela 5.3: Število, razpon normalnih vrednosti, premer in površina posameznega eritrocita ter skupna površina eritrocitov pri domačih živalih

Vrsta živali	Število eritrocitov [x 10 ¹² /L]		Premer posameznega eritrocita [μm]	Površina posameznega eritrocita [μm ²]	Skupna površina eritrocitov [μm ²]
	Povprečje	Razpon normalnih vrednosti			
konj	7,5	6 – 10	5,4	80	>30 000
pes	6,0	5,5 – 8	7,2		1300
govedo	7,0	5 – 9	5,5	95	>30 000
ovca	10,0	6 – 13	4,8	64	1500 – 2000
koza	14,0	13 – 15	3,9	38 – 50	
prašič	7,0	5 – 8	5,7	107	>6000
kokoš	2,8	2,5 – 3,2	12 x 7,5	180	80

C) Nastajanje in razgradnja Er

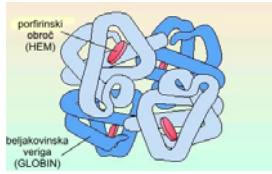
- nastajanje eritrocitov = **eritropoeza:**
 - pred rojstvom - v jetrih, vranici in kostnem mozgu.
 - po rojstvu - v kostnem mozgu (odrasli osebk - v rdečem kostnem mozgu kratkih kosti);
 - dnevno se obnovi okoli 1% eritrocitov.
- razpadanje Er – vranica, jetra:
 - življenjska doba:
 - domači sesalci, človek ~ 120 dni
 - laboratorijske živali, perutnina ~ 20 - 50 dni,

Urejanje eritropoeze

- hormon **eritropoetin (EPO)** - v ledvicah:
- padec kisika v krvi → pospešena sinteza EPO → pospešena delitev hemocitoblastov v rdečem kostnem mozgu

D) Funkcije eritrocitov

- vezane na **hemoglobin (Hb)** - glavna sestavina eritrocitov:
 - velika kompleksna molekula (M ~ 67.000),
 - 4 beljakovinske verige (= **globin**);
 - 4 pigmentni porfirinski obroči (= **hem**) - v središču Fe²⁺ → veže O₂.
 - **v hemoglobinu 4 hemi → molekula Hb veže 4 O₂**



Sinteza in razgradnja Hb

- Sinteza - med razvojem Er v kostnem mozgu;
 - velike domače živali - dnevno potrebujejo 150 mg Fe;
 - pomembna vloga pri sintezi: Cu, Mn, Ni, vitamin B12, folna kislina,
- Razgradnja (po razpadu Er) - jetra, celice RES:
 - Fe → shranjevanje v jetrih → za resintezo Hb v kostnem mozgu;
 - globin → aminokisliline → resinteza Hb;
 - hem → več stopenj žolčnih barvil:

19

Funkcije Hb:

- glavna funkcija - prenos O₂:
 - v pljučih: O₂ + Hb (**oksigenacija**) → HbO₂ (**oksi-Hb**),
 - molekula Hb veže največ 4 O₂
 - v kapilarah: O₂ zapušča Hb (= **deoksigenacija**) → tkiva;
- prenos CO₂ :
 - 23% CO₂ v venski krvi → **karbamino-hemoglobin** (vezava na proste aminoskupine globina);
 - ostali CO₂ - raztopljen (ogljikova kislina ali bikarbonatni ioni).

20


Koncentracija hemoglobina v krvi domačih živali (povprečje in razpon normalnih vrednosti)

Vrsta	Hb (g/L)
konj	111 (80 - 140)
pes	140 (110 - 170)
govedo	120 (90 - 140)
prašič	140 (110 - 180)
ovca	125 (100 - 150)
kunec	129 (16 - 136)
koza	106 (70 - 140)
kokoš	110 (80 - 120)

21

6.3.2 LEVKOCITI (bele krvne celice)

- v centrifugatu - tanka bela prevleka, ki pokriva plast eritrocitov;
- nahajanje:
 - krvna plazma
 - limfa
 - kostni mozeg
 - druga tkiva
- vloga
 - obrambna



22

A) Število levkocitov

- absolutno število - **n·10⁹/L**
- fiziološki vplivi na število:
 - starost, spol, prebava, pojava, brejost, delo ...
- bolezenski vplivi na število:
 - **levkocitoza** - zvišano število:
 - bakterijske infekcije,
 - proliferacija levkopoetičnega tkiva;
 - **levkopenia** - znižano število:
 - virusna obolenja,
 - poškodbe levkopoetičnega tkiva z različnimi strupi, zdravili, ionizirajočimi sevanji itd.

23

C) Klasifikacija levkocitov:

- **agranulociti:**
 - nastajanje - v limfnem tkivu (limfnih vozlih, vranici) in v kostnem mozgu (monociti);
 - nimajo zrnca, jedro veliko in okroglo;
 - razdelitev: **limfociti, monociti**
- **granulociti:**
 - sinteza predvsem v kostnem mozgu;
 - značilnosti: zrnca in segmentirano jedro;
 - razdelitev - glede na dovzetnost za barve:
 - acidofilni (eozinofilni) granulociti = **eozinofilci**,
 - bazofilni granulociti = **bazofilci**,
 - nevtrofilni granulociti = **nevtrofilci**;



24

Tabela 6.5: Število in delež levkocitov pri domačih živalih

Vrsta	Število levkocitov [x 10 ⁹ /L]	Delež levkocitov [%]				
		nevtrofilci	limfociti	monociti	eozinofilci	bazofilci
konj	9 (8 – 11)	50 – 60	30 – 40	5 – 6	2 – 5	< 1
govedo	8 (6 – 10)	25 – 30	60 – 65	5	2 – 5	< 1
ovca	7,5 (6 – 10)	25 – 30	60 – 65	5	2 – 5	< 1
koza	10 (8 – 13)	35 – 40	50 – 55	5	2 – 5	< 1
prašič	12 (8 – 20)	30 – 35	55 – 60	5 – 6	2 – 5	< 1
pes	12 (8 – 18)	65 – 70	20 – 25	5	2 – 5	< 1
mačka	10 (9 – 15)	55 – 60	30 – 35	5	2 – 5	< 1
kokoš	20 (18 – 30)	25 – 30	55 – 60	10	3 – 8	1 – 4

25

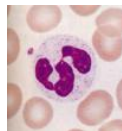
D) Funkcija levkocitov

- vsi tipi levkocitov - **obramba organizma** pred:
 - bakterijami, virusi, paraziti ali
 - drugimi tujimi beljakovinami oziroma tujki, ki vdrejo v organizem.
- vsak posamezni tip levkocitov ima pri tem posebno vlogo.

26

Nevtrofilni granulociti (nevtrofilci):

- število naraste po bakterijskih okužbah;
- dobra sposobnost gibanja (kri → tkiva),
- delovanje – **mikrofagi**:
 - požirajo mikroorganizme (5 do 20);
 - v citoplazmatskih zrnih – različni encimi → prebava tujkov;
- mrtvi nevtrofilci – sestavni del gnoja (na mestu vnetja)



27

Eozinofilni granulociti (eozinofilci):

- izločajo snovi (npr. encime) → vpliv na alergijske oz. vnetne procese;
- zelo gibljivi: kri → prebavila, pljuča, koža;
- število:
 - povečano (= **eozinofilija**) → alergijska stanja; parazitarna obolenja;
 - zmanjšano (= **eozinopenija**) → vpliv glukokortikoidov

28

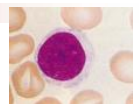
Bazofilni granulociti (bazofilci):

- pogosti v prebavilih, pljučih, koži, redko v krvi (< 1%);
- zrnca vsebujejo heparin in histamin → sodelujejo v imunskih reakcijah.
- **Bazofilci pospešujejo alergijske reakcije, eozinofilci jih zavirajo (uravnoteženo delovanje!).**

29

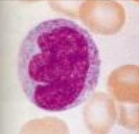
Limfociti:

- nastajanje - v limfatičnem tkivu;
- kroženje (recirkulacija): limfni vozli in tkiva → limfa → kri (nekaj ur) → tkiva → limfa;
- življenjska doba: 100 - 300 dni (do nekaj let);
- **razdelitev**
 - **limfociti B** (kostni mozeg, jetra in prebavila) → **humoralna imunost - nastajanje protiteles;**
 - **limfociti T** (timus) → **celična imunost:**
 - **celice ubijalke** - napadanje in uničevanje tujih celic;
 - **celice pomagalke** - izločanje citokinov → aktivacija drugih imunskih celic.



30

Monociti:



- največji levkociti
- velika sposobnost gibanja, → prehajanje v tkiva → zasidranje ali počasno premikanje, nabrekanje → **tkivni makrofagi**;
- velika sposobnost požiranja tujkov (fagocitoze):
 - več kot 100 bakterij (ali drugih delcev),
 - sposobnost odstranjevanje razpadlih produktov in fagocitiranih delcev,
- življenjska doba dolga (nekaj mesecev ali let).

31

6.3.3 TROMBOCITI (krvne ploščice)



- **Oblika:**
 - **pri sesalcih** - okroglaste ploščice ali paličasta telesca (2r ~ 3 μm),
 - **pri pticah** - vretenaste celice, ovalno jedro (7 x 10 μm);
- v obtoku v obliki majhnih skupkov;
- zunaj krvnega obtoka naglo propadejo (groba površina, kolagen);
- **vloga:** sodelovanje pri procesih strjevanja krvi,
- življenjska doba: 8 - 11 dni,
- **Število (>L, <ER):** $n \cdot 10^9/L$ krvi

32

Število trombocitov v krvi domačih živali:

Vrsta	Število ($n \times 10^9/L$)
konj	200 - 500
govedo	260 - 700
ovca	170 - 180
koza	300 - 330
prašič	150 - 550
pes	200 - 260
mačka	170 - 370

33

Funkcionalne lastnosti trombocitov:

- trombociti → mesto poškodbe krvne žile → sprememba strukture + sproščanje sestavin citoplazme → nastanek visoko reaktivne površine za nastanek krvnega strdka;
- to omogočajo posebne (= funkcionalne) lastnosti trombocitov:
 - **adhezivnost** - sposobnost prilepljanja na poškodovano, patološko spremenjeno notranjost krvnih žil ali na tujo površino;
 - **agregacija** - proces zlepljanja;
 - **viskozna metamorfoza** - nabrekanje in zlivanje, nastanek homogene viskozne mase;

34

B) Koagulacija (strjevanje) krvi

- **hemostaza** - vsi procesi, ki privedejo do zaustavljanja krvavitve:
 - krčenje lumna in dolžine žile (vazokonstrikcija),
 - pritiski okolnega tkiva na poškodovano žilo;
 - **koagulacija krvi** - najpomembnejši proces hemostaze:
 - kompliciran biokemični proces,
 - sodelujejo trombocitni in plazemski faktorji koagulacije krvi
 - kaskadni ali verižni sistem aktivacije (Morawitz).

35

Plazemski faktorji koagulacije krvi:

- encimi, beljakovinski kofaktorji in substrati:
 - v krvni plazmi;
 - sodelujejo pri koagulaciji krvi;
 - imenovanje:
 - zaporedne rimske številke (I – XIV),
 - trivialna imena,
 - učinek,
 - priimki oseb (pacientov), pomembnih za odkritje;
 - nastajanje – jetra (vloga vitamina K!)

36

Procesi pri koagulaciji krvi:

a) Profaza:

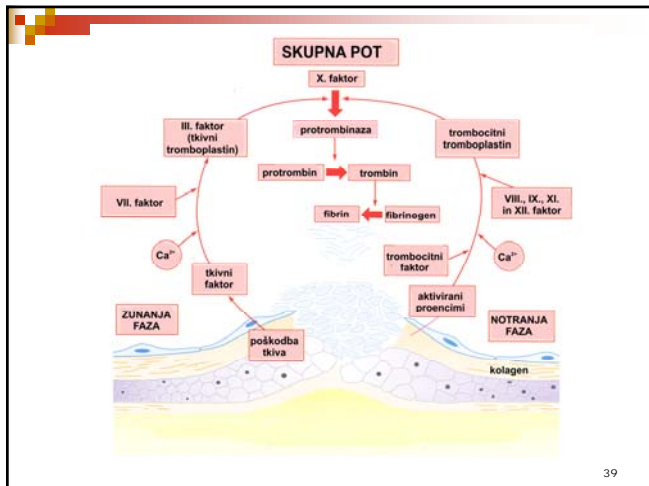
- nastopi po poškodbi žile:
 - trombocit se lepijo na kolagen in med seboj → **primarni krvni zamašek**,
 - sekundarna agregacija + viskozna metamorfoza → nastanek amorfne mase → izstopanje snovi iz trombocitov:
 - **trombocitni faktorji koagulacije**: sodelujejo v nadaljnjem poteku koagulacije,
 - serotonin, ADP.

37

b) Faza aktiviranja tromboplastina (X. faktorja):

1. **notranja faza** (snovi, potrebne za koagulacijo, so prisotne v cirkulaciji):
 - kolagen → aktivacija faktorja XII. → aktivacija faktorja XI
 - **aktivacija faktorja X** (ob sodelovanju VII, VIII, XIV faktorja, trombocitnih fosfolipidov, Ca^{++})
2. **zunanja faza** (sproščanje snovi iz poškodovanih celic):
 - tkivni faktor (tkivni tromboplastin) + Ca^{++} + VII. faktor → **aktivacija faktorja X**

38



39

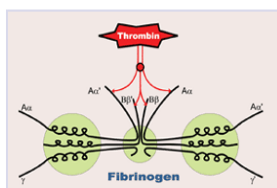
c) Pretvorba protrombina v trombin:

- omogočajo jo aktivirani faktor X (proteolitični encim) + Ca^{2+} + fosfolipidi + faktor V
- delovanje trombina:
 - pretvarjanje fibrinogena v fibrin,
 - avtokatalitično pretvarjanje protrombina v trombin (pozitivna povratna zveza!),
 - pospeševanje viskozne metamorfozo trombocitov in sproščanja trombocitnih faktorjev (pozitivna povratna zveza!)
 - skupaj s Ca^{2+} aktiviranje XIII. faktorja

40

d) Pretvorba fibrinogena v fibrin:

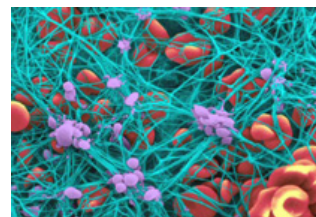
- traja 4 sekunde;
- trombini → cepljenje α - in β - verige fibrinogena → polimerizacija po dolžini in širini → **S-fibrin** (topni, solubilni)



41

e) Faza stabilizacije fibrina:

- S-fibrin + XIII. faktor (f. stabilizacije fibrina) → netopna oblika fibrina → **krvni strdek**



42

f) Krčenje in raztapljanje krvnega strdka:

■ **krčenje (retrakcija) krvnega strdka:**

- začne se 30 - 60 min po nastanku;
- iz strdka se iztisne krvni serum (= "sokrvica");

■ **raztapljanje fibrina in fibrinogena (fibrinoliza):**

- odstranitev krvnega strdka po zacelitvi rane
- encim **plazmin** (plazminogen – sintetizirajo ga eozinofilci v kostnem mozgu);

43

Zaviranje koagulacije:

- snovi, ki omogočajo, da koagulacija krvi ne preseže stopnje, ki je nujna za ustavljanje krvavitve:
 - antitromboplastini,
 - antitrombini;

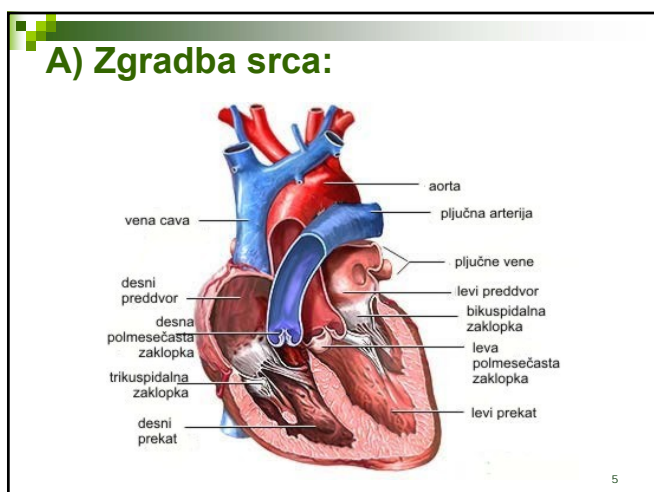
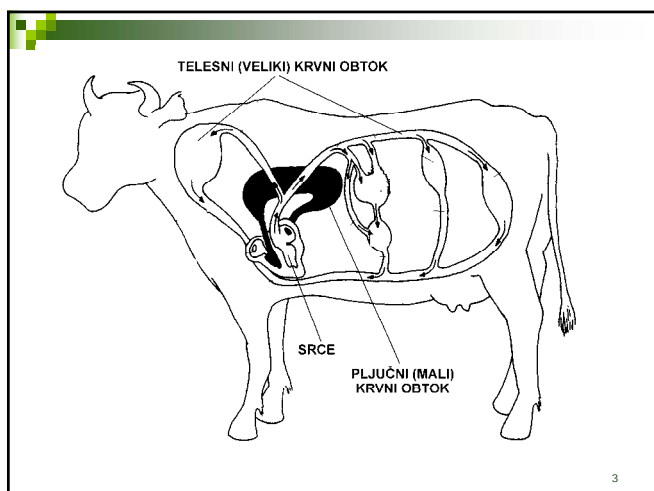
44

FIZIOLOGIJA DOMAČIH ŽIVALI

7 FIZIOLOGIJA KRVNEGA OBTOKA

1

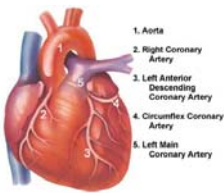
- **srce:**
 - središče telesnega (velikega) in pljučnega (malega) krvnega obtoka
 - s krčenjem ustvarja najvišji in najnižji tlak v ožilju → omogoča kroženje (pretok) krvi.
 - **krvne žile (krožni sistem):**
 - arterije (→ arteriole),
 - kapilare,
 - (venule) vene,
 - **limfni sistem** (enosmerni sistem).
- 2



- ### B) Srčne zaklopke:
- **Funkcija** - usmerjanje toka krvi:
 - prehajanje v smeri nižjega tlaka,
 - preprečevanje povratnega toka;
 - **atrioventrikularni zaklopki** - med preddvoroma in prekatoma:
 - L – bikuspidalna (mitralna), D – trikuspidalna;
 - ↑ tlaka v preddvorih → odpiranje → kri v prekata;
 - ↑ tlaka (sistola) v prekatu → zapiranje → preprečen povratni tok krvi v preddvor,
 - **polmesečasti zaklopki** – na ustju velikih krvnih žil:
 - pljučne arterije, aorte .
 - odpiranje: pri povečanju tlaka v prekatu (sistola prekatov) → kri preide v aorto oz. pljučno arterijo,
 - zapiranje: pri znižanju tlaka v prekatu (diastola prekatov) → preprečen povraten tok krvi v prekat.
- 6

C) Prehrana in presnova srca

- **koronarni (venčni) sistem** – oskrba s krvjo;
- **kritje energetskih potreb srca:**
 - ogljikovi hidrati
 - organske kisline (piruvična, mlečna in glutaminska kislino, oksikislino, ketokislino in aminokislino)
- **poraba O₂:**
 - v 1 uri: 10 - 15 ml/100 g tkiva,
 - izkoristek 10 - 15 vol. % O₂ v krvi (druga tkiva povprečno. 5 %)



7

D) Fiziološka zgradba srca:

Srčna mišičnina:

- prečnoprograste mišične celice;
- se vejičijo, stikajo s sosednjimi celicami → kompleksna mreža = **srčni fiziološki (funkcionalni, elektrofiziološki) sincicij (zlitje celic)**
- sincicija preddvora in prekata sta ločena z veznim tkivom.




8

Sistem za nastanek in prevajanje impulza (srčno prevajalo):

- specializirane celice miokarda, ki spontano proizvajajo akcijske potenciale
- odgovoren za pravilno zaporedje krčenja posameznih delov srca.

9

- **sinusni voz (SV):**
 - v desnem preddvoru;
 - spontano vzdražljivo tkivo – **ritmovnik** → nastanek osnovnega dražljaja za delovanje srca,
 - **srce lahko deluje samostojno izven organizma = avtomatizem;**
 - širjenje a.p. v koncentričnih krogih → krčenje preddvora
- **atrio-ventrikularni voz (AVV):**
 - med preddvorom in prekatom;
 - prenos dražljaja s preddvora na prekat,
 - uravnava (synchronizacija) delovanja srca
- **Hissov snop** - izhaja iz AVV:
 - 2 veji, ki vodita do vrha srca → drobne vejice (**Purkinjeva vlakna**) → okoli prekatov,
 - naglo prevajanje dražljaja do celic miokarda.



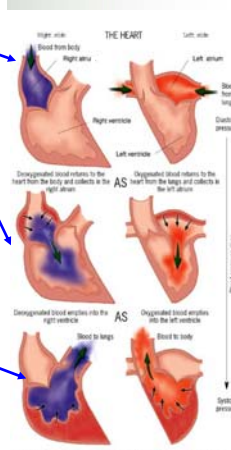
10

E) Srčni ciklus (srčna revolucija)

- mehanični, biokemični, elektrofiziološki procesi v srcu med krčenjem,
- se ciklično (ritmično ponavljajo);
- faze glede na gibanje celega srca:
 - sistola (srce se skrči),
 - diastola (srce se sprosti, postane ohlapno),
 - pavza (srce miruje);
- faze glede na gibanje krvi:
 - polnjenje srca (diastola in pavza)
 - praznjenje srca (sistola)

11

- **Diastola preddvorov:**
 - miokard postane ohlapen,
 - preddvori se polnijo s krvjo,
 - AV zaklopke zaprte.
- **Sistola preddvorov (+ diastola prekatov):**
 - krčenje miokarda preddvorov + padec tlaka v prekatih,
 - odpiranje atrio-ventrikularnih zaklopk → iztiskanje krvi v prekat
- **Sistola prekatov:**
 - faza napenjanja mišic (povečanje tlaka → zapiranje AV zaklopk);
 - faza iztiskanja (krčenje mišic → povečanje tlaka, odpiranje polmesečastih zaklopk) → kri v aorto, art. pulmonalis (v smeri nižjega tlaka)



12

F) Srčna frekvenca, sistolični in minutni volumen srca:

■ Srčna frekvenca:

- število krčenj srca v časovni enoti (1 min);
- odvisna od stopnje bazalnega metabolizma (in porabe kisika);
- obratno sorazmerje med velikostjo telesa in frekvenco srca: manjše / mlajše živali > velike / starejše;

13

Srčna frekvenca pri nekaterih sesalcih:

Vrsta	Srčna frekvenca (min ⁻¹)
slon	25 - 30
kamela	25 - 32
konj	28 - 42
govedo	60 - 80
drobnica	70 - 80
prašič	70 - 100
pes (glede na velikost)	70 - 130
mačka	70 - 120
miš	550 - 650

14

Vpliv starosti na frekvenco srca (konj, prašič):

Vrsta – starost	Srčna frekvenca (min ⁻¹)
žrebe 1 - 14 dni	80 – 120
žrebe 3 - 12 mes.	47 – 76
konj (odrasel)	28 – 44
prašič (10-20 kg)	120 – 180
prašič (30-45 kg)	90 – 130
plemenska svinja	70 – 100

15

■ Sistolični (udarni, iztisni) volumen:

- količina krvi, ki jo srce iztisne pri sistoli.

■ Minutni volumen:

- količina krvi, ki jo srce izčrpa v eni minuti
- odvisen od sistoličnega volumna (SV) in srčne frekvence (SF)

$$MV = SV \times SF$$

- pri velikem telesnem naporu lahko do 5-krat večji kot v mirovanju!

16

Sistolični in minutni volumen pri nekaterih domačih živalih:

Vrsta	Sistolični volumen (ml)	Minutni volumen (L)
konj	852	29
govedo	580	34,8
ovca	53	3,98
koza	43	3,02
pes	14	1,4

17

G) Srčni toni:

- zvočni pojavi, ki spremljajo delovanja srca:
 - vibracije (nihanja) tkiv → prenos na okolno tkivo → ojačanje na prsnem košu.
- glavna srčna tona:
 - 1. – sistolični (ob sistoli prekatov): nižji, bolj zamolkel ("buh"),
 - 2. – diastoločni (ob diastoli prekatov): višji, bolj glasen ("tup"),
- vzporedni srčni toni (3. in 4.) se slišijo samo pri nekaterih vrstah živali;
- poslušanje – pomembno v diagnostiki bolezni srca in krv. obtoka;
- srčni šumi – ob motnjah v delovanju zaklopk

18

H) Urejanje delovanja srca

- prilagajanje potrebam organizma po kisiku in hranilnih snoveh → stalno spreminjanje minutnega volumna
- mehanizmi:
 - intrakardialni (v srcu),
 - ekstrakardialni (izven srca).

19

Samouravnavanje (avtoregulacija) delovanja srca:

- **miogeni mehanizem:**
 - krčenje srca je močnejše, če je srčna mišica (omejeno) raztegnjena (Franck-Starlingov zakon srca),
 - povečano mišično delo → večji dotok krvi v srce → raztezanje mišičnine → boljše krčenje srca → boljše oskrba telesa s krvjo,
- **raztezanje sinusnega vozla:**
 - večji dotok krvi → večje raztezanje sinusnega vozla → hitrejšo nastajanje dražljajev

20

Izvensrčno (ekstrakardialno) uravnavanje delovanja srca:

- **srčni center** (v podaljšani hrbtenjači): pospeševalni + zaviralni del
- v center prihajajo dražljaji:
 - po živčnih poteh iz ožilja (mehanični ali kemični dražljaji),
 - neposredno iz krvi (kemična sestava krvi / CO₂, O₂ in pH),
 - iz drugih področij živčnega sistema (skorja velikih možganov)
- delovanje – preko vegetativnega živčnega sistema:
 - **simpatikus:** pospeševanje (stimulacija) delovanja srca,
 - **parasimpatikus:** zaviranje (inhibicija) delovanja srca.

21

7.2 FIZIOLOGIJA KRVNIH ŽIL

A) Zgradba in klasifikacija krvnih žil

- krvne žile - zaprt sistem cevi, po katerem kroži kri.
- **arterije (odvodnice):**
 - odvajajo kri iz srca do organov;
 - uravnavanje krvnega tlaka;
- **kapilare:**
 - osnovni funkcionalni del krvnega obtoka;
 - Skozi njihove stene – izmenjava snovi med krvjo in tkivi;
- **vene (dovodnice):**
 - dovajajo kri iz telesa v srce

22

B) Gibanje krvi v ožilju (hemodinamika)

Tok krvi:

- **laminaren:**
 - delci krvi tečejo drug preko drugega v obliki plasti (lamel) - ožje žile, kapilare
 - zaradi adhezijskih sil med krvjo in steno žile - neposredno ob steni tok najpočasnejši, v sredini najhitrejši;
- **turbulenten (vrtinčast):**
 - srce, velike žile (prehodi, zavoji, razcepi)

23

Hitrost toka krvi:

- razdalja, ki jo delec krvi preide v časovni enoti (cm/s):
- vplivi na hitrost:
 - razlike v tlaku (med dvema deloma žile)
 - žilni upor toku krvi (odvisen od premera in dolžine žile, viskoznosti krvi).

Žila	Hitrost (cm/s)
aorta	50
arterije	18
kapilare	0,05 - 0,08
vene	6 - 14
velika dovodnica	37

24

Pretok krvi:

- količina krvi, ki v časovni enoti steče skozi področje žile (ml/min, ml/ s)
- vpliv na pretok krvi:
 - premer žile (pretok - sorazmeren z r^4) → majhne spremembe premera → velike spremembe pretoka:

Tlak	Premer (mm)	Pretok (ml/min)
	1	1
13 kPa	2	16
	4	256

- krvni tlak (večji tlak → večji pretok)
- viskoznost krvi (večja viskoznost → slabši pretok)

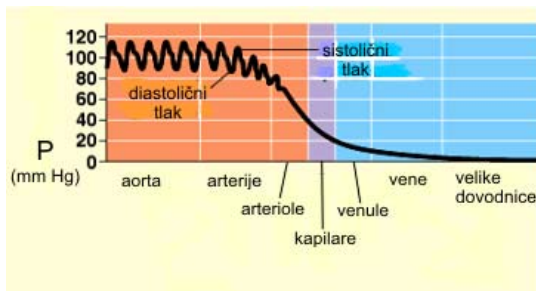
25

C) Krvni tlak:

- tlak krvi v določenem področju ožilja;
- posledica:
 - delovanja srca,
 - **sistolni tlak (visok, posledica sistole)**
 - **diastolni tlak (nizek, spremlja diastolo)**
 - odpora krvnih žil toku krvi (spremembe pretoka krvi),
 - hidrostaticnega tlaka (v ožilju, nižjem od srca),
- vrednosti:
 - največje v aorti, najnižji v desnem atriju (0 kPa)
 - zmanjševanje tlaka v posameznih področjih krvnega obtoka je sorazmerno odporu v žilah v tem področju

26

Spremembe krvnega tlaka v ožilju:



27

Krvni tlak v vratni arteriji pri nekaterih živalih:

Vrsta	Sistolni tlak (mm Hg)	Diastolni (mm Hg)
konj	140 (120 - 180)	90 (70 - 130)
govedo	145 (120 - 190)	90 (70 - 130)
ovca	135 (110 - 140)	90 (70 - 120)
koza	130 (115 - 145)	85 (70 - 100)
prašič	130 (120 - 180)	90 (70 - 120)
pes	130 (110 - 160)	90 (70 - 125)
mačka	125 (110 - 160)	75 (60 - 100)
kunec	110 (85 - 140)	65 (50 - 80)
miš	110 (95 - 130)	70 (60 - 100)
žirafa	300 (260 - 350)	230 (160 - 300)
kokoš	150 (120 - 200)	120 (100 - 150)
puran	220 (200 - 240)	155 (140 - 170)

28

Urejanje krvnega tlaka:

- krvni tlak v ožilju mora biti stalen, da omogoča tok krvi,
- **vplivi na krvni tlak:**
 - delovanje srca: **Vmin ↑ → tlak ↑;**
 - oženje in širjenje žil – lokalno uravnavanje:
 - **žila ↓ → pretok v žili ↓ → krvni tlak pred njo ↑**
 - **žila ↑ → pretok v žili ↑ → krvni tlak pred njo ↓**
 - **vplivi na oženje in širjenje žil:**
 - **lokalni** (kemični - CO₂, presnovki, kisline, ATP, pH, K⁺)
 - **živčni** (simpatikus oži, parasimpatikus širi žile),
 - **hormonski** (adrenalin → oži žile → **tlak ↑**).

29

D) Arterijski krvni obtok

- značilnosti:
 - krvni tlak - visok,
 - hitrost toka krvi - velika,
 - arterijski pulz, širjenje pulznega vala.
- **Arterijski pulz:**
 - pasivno, ritmično gibanje arterijske stene zaradi delovanja srca:
 - sistola – tlak naraste → arterija se raztegne;
 - diastola – tlak pade → arterija se zoži;
 - **Zato: frekvenca pulza odgovarja srčni frekvenci!**

30

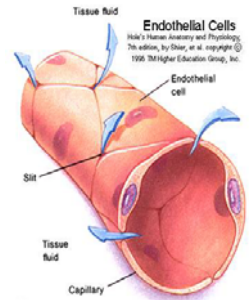
E) Kapilarni krvni obtok

- **Kapilare:**
 - tanke (5 - 15 μm) in kratke (0,2 - 0,8 mm) krvne žile med arterijskim in venskim obtokom;
 - veliko število,
- skupna dolžina vseh kapilar velika (v človeškem telesu 60 - 80.000 km),
- v kapilarnem sistemu - okoli 5 % V krvi
 - V vseh kapilar nekajkrat večji kot V krvi v telesu → nevarnost izkrvavitve v lastno ožilje!
- skozi steno poteka izmenjava snovi med krvjo in tkivi
- tok krvi počasen

31

Zgradba kapilar:

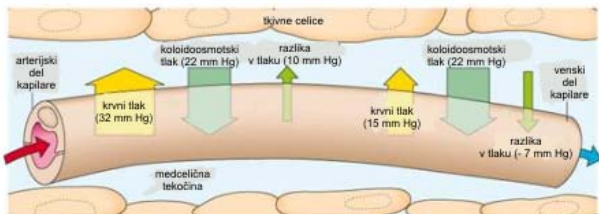
- stena - iz enega sloja endotelnihi celic:
- med endotelnihi celicami - različno veliki medprostori:
 - delujejo kot filter;
 - omogočajo prehod vode in nekaterih v njej raztopljenih snovi.



32

Način izmenjave snovi med kapilarami in tkivom:

- **krvni tlak** - primarni dejavnik, ki omogoča **prehod snovi iz kapilar** v medcelični prostor;
- **osmotski (koloidosmotski) tlak** - sila, ki tekočine **zadržuje v kapilah**,
 - zaradi plazemskih albuminov (koncentracija v plazmi višja kot v medceličnem prostoru)



34

- največji del izmenjave med kapilarami in medcelično tekočino - difuzija vode in v njej raztopljenih snovi:
 - v času, ko kri teče skozi kapilarno, se voda iz plazme 80-krat zamenja z medcelično tekočino;
- v maščobah topne snovi, npr O_2 in CO_2 , → skozi lipidni del kapilarne membrane.
- v maščobah netopne snovi (npr. elektroliti, glukoza, urea) → skozi pore.
- velike, v maščobah netopne snovi, npr. beljakovine, difundirajo slabo.

F) Venski krvni obtok

- **Značilnosti:**
 - tlak krvi je nižji kot v arterijskem sistemu:
 - najmanjše vene: 15 mm Hg,
 - večje vene: 7,5 mm Hg,
 - velike dovodnice: 0 mm Hg,
 - hitrost krvi je manjša kot v arterijskem sistemu
 - vene so tudi skladišče krvi

35

Vplivi na tok venske krvi:

- razlike v tlaku v krvnem obtoku (tlak v arterijskem delu obtočil je velik, v venskem majhen);
- tlak v prsnem košu med dihanjem (med vdihom se tlak zmanjša, dotok krvi se poveča);
- negativni tlak med diastolo srčnih preddvorov;
- zapiranje in odpiranje venskih zaklopk;
- hidrostatični tlak (posledica delovanja težnostne sile na kri):
 - iz področij nad nivojem desne polovice srca kri hitreje priteka v srce
 - iz področij pod nivojem kri priteka v srce počasneje (okončine)

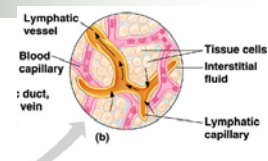
36

7.3 FIZIOLOGIJA LIMFNEGA SISTEMA

- enostransko zaprti sistem z enosmernim tokom limfe;
- nahaja se v vseh tkivih,
- **funkcije:**
 - vračanje tekočin in beljakovin, ki se ne odvajajo po kapilarah, iz medceličnega prostora v krvni obtok,
 - prenos maščobnih kapljic iz črevesja v krvni obtok,
 - filter, ki lovi in uničuje tujke ("limfatični sistem")

37

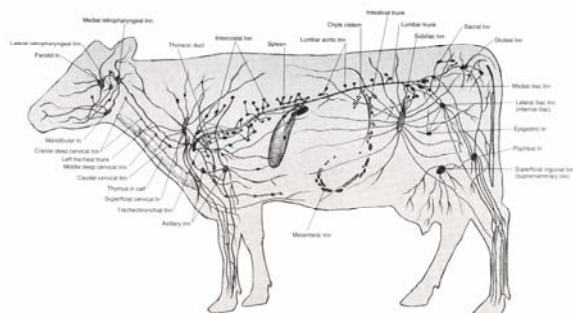
Tok limfe:



- limfne kapilare:
 - v tkivih (na koncih zaprte);
- večje limfne žilice in žile
 - uravnavanje toka limfe - enosmerne zaklopke
- **bezgavke:**
 - v notranjosti – imunsko aktivne celice,
- vse limfne žile se združijo v dva limfna voda:
 - **desni** (D stran glave, vratu in prsnega koša),
 - **prсни** (L stran glave, vratu, prsnega koša, zadnji del telesa)
 - vlivata se v veliko dovodnico pred srcem.

38

Limfni sistem pri govedu



39

FIZIOLOGIJA DOMAČIH ŽIVALI

8 FIZIOLOGIJA DIHANJA

1

- kisik je nujen za življenje živali;
- žival lahko preživi:
 - brez hrane - več tednov,
 - brez vode – več dni,
 - brez kisika - nekaj minut;

2

- **Glavni funkciji dihal:**
 - sprejemanje kisika in
 - odstranjevanje ogljikovega dioksida;
- **Sekundarne funkcije dihal:**
 - sodelovanje pri ohranjanju kislinsko-bazičnega ravnotežja (pH) telesnih tekočin,
 - pomoč pri urejanju telesne temperature in
 - oglašanje.

3

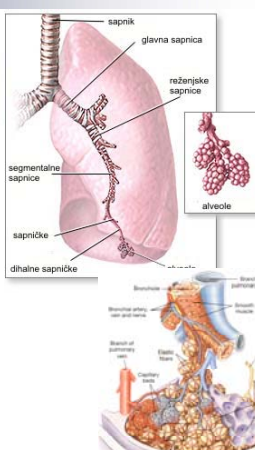
8.1 ANATOMSKA ZGRADBA DIHAL

- Dihalni sistem:
 - pljuča,
 - dihalna pot:
 - vodi zrak v pljuča;
 - na poti do pljuč se zrak očisti, ovlaži in segreje;
 - nosnice, nosna votlina, žrelo, grlo, sapnik in sapnice;
 - predstavlja mrtvi dihalni prostor (ni izmenjave plinov).

4

Bronhialno drevo in alveole

- sapnik → glavni sapnici → reženjske, segmentalne sapnice → sapničke (bronchule) → dihalne sapničke → alveolarni hodniki - okrog njih pljučni mešički (alveole).
- osnovna funkcionalna enota pljuč
- premer 100-300 μm ,
- obkroža jih mreža kapilar,
- skupna P vseh alveol = **dihalna ali respiratorna P** (100-x večja kot P telesa - 10 do več 100 m^2)



5

8.2 DIHANJE PRI SESALCIH

- proces sprejemanja O_2 in oddajanja CO_2
- faze dihanja:
 - **zunanje** - izmenjava plinov med pljuči in zrakom,
 - **notranje** - izmenjava plinov med tkivi in krvjo ter med krvjo in zrakom v pljučih,
 - **tkivno (celično)** - biokemični proces porabe O_2 in nastanka CO_2 v celicah tkiv.

6

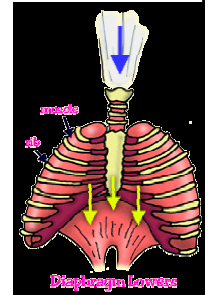
8.2.1 Zunanje dihanje

- izmenjava plinov med pljuči in atmosferskim zrakom;
- omogočajo ga razlike med atmosferskim tlakom in tlakom v notranjosti prsnega koša:
 - posledica širjenja in oženja prsnega koša zaradi krčenja in sproščanja dihalnih mišic pod vplivom dražljajev iz dihalnega centra.
- **fazi dihanja:**
 - vdih (inspirij) in
 - izdih (ekspirij);

7

A) Dihalni gibi: Vdih:

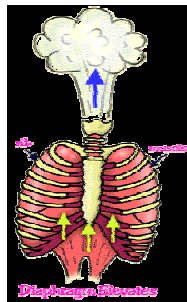
- prostornina prsnega koša se poveča zaradi:
 - pomika trebušne prepone proti trebušni votlini,
 - krčenja zunanjih medrebrnih mišic
- tlak v prsnem košu pade (v primerjavi z atmosferskim) →
- zunanji zrak vstopa v pljuča, dokler se tlak ne izenači s tlakom v atmosferi
- pljuča se pasivno raztezajo (sledijo spremembam prostornine prsnega koša).



8

Izdih:

- prostornina prsnega koša se zmanjša zaradi:
 - sprostitve vdihovalnih mišic
 - sprostitve (ohlapnosti) dihalne prepone;
 - elastičnosti rebrnega hrustanca (med vdihom se raztegne)
- pljuča se vračajo v začetni položaj
- pasiven proces (ne zahteva krčenja mišic);
- forsirano dihanje – sodelujejo trebušne mišice.



9

Vloga intrapulmonalnega in intraplevrnega tlaka pri dihanju

- tlak znotraj pljuč = **intrapulmonarni tlak:**
 - med vdihom zrak zaradi širjenja pljuč tlak pade (v primerjavi z atmosferskim),
 - ob izdihu zaradi oženja pljuč naraste (v primerjavi z atmosferskim).
 - pljuča lahko spreminjajo svoj volumen zaradi velike elastičnosti.
- tlak med popljučnico in poprsnico = **intrapleuralni tlak;**
 - omogoča širjenje in oženje pljuč med izvajanjem dihalnih gibov
 - nižji od atmosferskega in
 - omogoča, da pljuča med dihanjem prilegajo steni prsnega koša in se ne sesedejo (kolabirajo).

10

B) Frekvenca dihanja:

- **število dihalnih gibov v minuti;**
- večja frekvenca dihanja - živali z večjim bazalnim metabolizmom:
 - z manjšo telesno maso,
 - mlade (rastoče) živali,
 - metabolično bolj obremenjene živali (breje, v laktaciji).

11

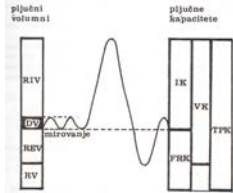
Frekvenca dihanja (min⁻¹) pri domačih živalih:

Vrsta	Frekvenca
konj (odrasel)	8 - 16
žrebe (1 mesec)	15 - 20
govedo (odraslo)	10 - 30
tele (1 teden)	50 - 60
tele (1 mesec)	40 - 50
drobnica	15 - 40
prašič (100 kg)	10 - 25
pes (glede na velikost)	10 - 30
vrhovec	40 - 60
hrček	150 - 400

12

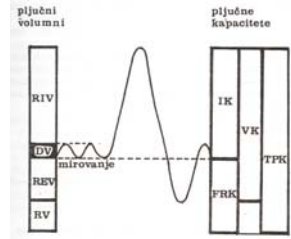
C) Pljučni volumni in kapacitete

- fiziološki parametri dihanja (za oceno funkcionalnosti pljuč oz. dihanja):
 - volumni - osnovne (primerne) enote,
 - kapacitete - sestavni deli dveh ali več volumnov.



13

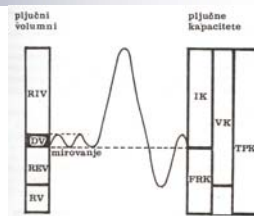
- **Dihalni (respiratorni) volumen (DV)** - količina zraka, ki se vdihne ali izdihne pri normalnem, mirnem vdihu.
- **Rezervni inspiratorni volumen (RIV)** – količina zraka, ki se vdihne s pojačanim vdihom, ki sledi normalnemu (= dodatni ali komplementarni zrak).
- **Rezervni ekspiratorni volumen (REV)** – količina zraka, ki se izdihne s pojačanim izdihom, ki sledi normalnemu.



- **Vitalna kapaciteta (VK)** - vsota:
 - dihalnega volumna,
 - rezervnega inspiratornega volumna,
 - rezervnega ekspiratornega volumna.

14

- **Rezidualni volumen (RV):** količina zraka, ki je stalno v pljučih živega organizma (ostane tudi po najglobljem izdihu):
- **Skupna pljučna kapaciteta (TPK):** vsota vitalne kapacitete + rezidualnega volumna
 - največja količina zraka v pljučih:
 - konj 42 L,
 - človek 6 L



15

Minutni dihalni volumen (MDV):

- količina zraka, ki v času ene minute preide skozi dihalna
- zmnožek dihalne frekvence in dihalnega volumna.

Vrsta	MDV (l/min)
konj(mirovanje)	63 ± 8
konj (lažje delo)	114 ± 35
konj (težje delo)	288 ± 41
govedo	68 ± 10
ovca (45 kg)	14,3 ± 4,3
koza (40 kg)	9,8 ± 1,8

16

D) Čiščenje dihal

- površina pljuč ~ 125-x večja od površine telesa → pljuča močno izpostavljena delovanju različnih škodljivih snovi iz okolja.
- vdihovanje delcev iz okolja → nabiranje v pljučih;
- nabiranje delcev na sluznici dihal = **depozicija**;
- odstranjevanje delcev, ki jih je osebek vdihnil z zrakom = **čiščenje dihal**

17

- **iz zgornjih dihal**
 - s sluzjo in tekočino, ki jo izločajo žlezne celice,
 - z migetalčnim tokom (15 mm/min) do žrela,
 - iz žrela - s požiranjem,
- **iz alveol:**
 - resorpcija v limfne žile ali v kri,
 - z migetalčnim tokom,
 - fagocitoza (odstranjevanje fagocitov - tok sluzi),
 - prehajanje v alveolarne epitelne celice (odstranjevanje s propadlimi celicami - tok sluzi),

18

Kašelj:

- zaščitni refleksi pri vzdraženju receptorjev v sluznici dihalnih poti;
- dražljaji: prašni delci, plini, hlapi, suh, vroč ali hladen zrak.
- urejanje - center za kašelj v podaljšani hrbtenjači;
- **potek:**
 - globok vdih → zapiranje poklopca na sapniku in napenjanje glasilk → krčenje dihalne prepone, dihalnih in trebušnih mišic → tlak v pljučih močno naraste (preko 13 kPa);
 - odpiranje poklopca, razširitev glasilk → stisnjeni zrak eksplozivno zapusti pljuča (120 - 160 km/h) → tok zraka odnese tujke.

Kihanje:

- zaščitni refleksi, ki omogoča čiščenje tujkov v nosnih hodnikih;
- posledica vzdraženja receptorjev v nosni sluznici in nosnih hodnikih;
- urejanje - center za kihanje (v podaljšani hrbtenjači);
- potek kihanja:
 - tlak v pljučih se poveča,
 - mehko nebo se spusti,
 - pri naglo odprtem poklopcu se zrak skozi nos in usta izprazni v zunanost.

8.2.2 Notranje dihanje

- izmenjava dihalnih plinov
 - med krvjo in zrakom v pljučih,
 - med tkivi in krvjo,
- transport plinov v krvi.
- pomembna vloga:
 - parcialnih tlakov (~koncentracije),
 - topnosti in
 - difuzije **dihalnih plinov**

A) Izmenjava dihalnih plinov

- najpomembnejši način prehajanja in izmenjave plinov = **difuzija plinov;**
 - **prehajanje dihalnih plinov iz mesta z višjim na mesto z nižjim delnim tlakom;**
 - premo sorazmerna s:
 - topnostjo,
 - površino prehajanja,
 - razliko v delnih tlakih,
 - obratno sorazmerna :
 - z molekulsko maso,
 - z debelino tkiva.

Topnost plinov

Odvisna od:

- fizikalno-kemijskih lastnosti plina,
- temperature

Temperatura (C°)	Kisik	CO ₂	Dušik
0	48,9	1713	23,5
10	38,0	1194	18,6
20	31,0	870	15,4
30	26,1	665	13,4
35	24,4	592	12,6
40	23,1	530	11,8

- **Parcialni (delni) tlak plinov** = tlak posamezne sestavine v mešanici plinov

$$P = (p \times \text{vol. \%}) / 100$$

(P = parcialni tlak, p = tlak plinske mešanice, vol % = volumski delež posamezne plinske sestavine)

- odvisen je:
 - od tlaka mešanice plinov,
 - od deleža posamezne sestavine plinske mešanice
 - (vsota vseh parcialnih tlakov je tlak plinske zmesi);

Delni tlaki kisika in CO₂ v zraku in telesu:

Področje telesa	P _{O₂} (kPa)	P _{CO₂} (kPa)
Atmosferski zrak	21,2	0,03
Izdihani zrak	16,7 – 17,7	3,03
Alveolarni zrak	14,5	5,2
Arterijska kri	13	5,2
Tkiva	3 - 5	6 - 8
Venska kri	5	6

25

Difuzija kisika:

- parcialni tlak O₂:
 - največji v pljučih (v vdihnem zunanjem zraku) in
 - najmanjši v tkivih (kjer se porablja),
- zato postopoma prehaja:
 - iz pljučnih mešičkov v venozno kri (venozna kri se oksigenira, postane arterijska)
 - iz arterijske krvi v tkiva (deoksigeniranje)

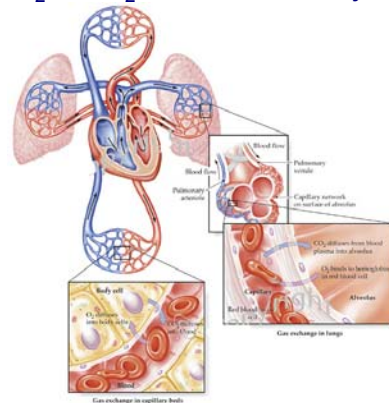
26

Difuzija ogljikovega dioksida:

- parcialni tlak CO₂ je:
 - največji v tkivih (kjer nastaja pri procesih presnove)
 - najmanjši v pljučih (v zraku),
- zato postopoma prehaja:
 - iz tkiv v arterijsko kri (arterijska kri → venozna)
 - iz venozne krvi v pljučne mešičke;
- kljub majhnim razlikam v P_{CO₂} (med tkivi in arterijsko krvjo ter med vensko krvjo in alveolarnim zrakom) - difuzija CO₂ zadostna zaradi velike topnosti tega plina.

27

Difuzija O₂ in CO₂ med zrakom, krvjo in tkivi:



28

B) Prenos dihalnih plinov po krvi:

■ Prenos kisika:

- vezan na hemoglobin (→ oksihemoglobin):
 $Hb + O_2 \rightleftharpoons HbO_2$
- vsaka molekula Hb veže 4 mol. O₂
- količina na Hb vezanega O₂ – odvisna od P_{O₂} v plazmi;
 - pri nizkem P_{O₂} (pod 20 mmHg) < 20% HbO₂;
 - s povečevanjem P_{O₂} se delež vezave povečuje
 - v arterijske krvi (P_{O₂} ~ 100 mm Hg) – 100% HbO₂
 - v venski krvi (P_{O₂} ~ 40 mm Hg) - ~ 75% HbO₂.

29

Prenos CO₂:

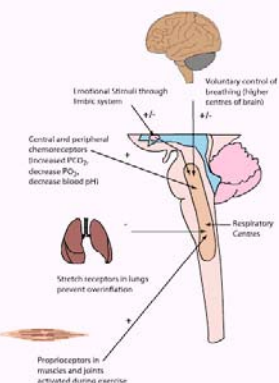
■ 1/3 v Er, 2/3 v plazmi:

- prenos **v raztopljeni obliki** (5 do 7%):
 - CO₂ 20-x bolj topen kot O₂,
 - količina v tkivih nastalega CO₂ presega količino, ki se lahko prenaša raztopljena v krvni plazmi
- prenos **v obliki bikarbonatov** (~ 80%):
 $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$
 - v krvni plazmi (zaradi obilice Na⁺) kot Na-karbonat,
 - v eritrocitih (zaradi obilice K⁺) kot K-karbonat.
- prenos **v obliki karbamino spojin**:
 - vezava CO₂ na proste aminoskupine v beljakovinski molekuli (hemoglobin, beljakovine krvne plazme)

30

C) Urejanje dihanja

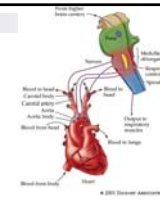
- **dihalni center** - podaljšana hrbtenjača, most
- **stalna tonična aktivnost** → normalno, mirno dihanje.
- **dražljaji iz periferije** → **refleksni odgovor centra** → sprememba vzorca dihanja → **urejanje frekvence in globine dihanja glede na potrebe organizma**



The diagram illustrates the neural control of breathing. It shows the brain with the respiratory center, which receives signals from various receptors. Emotional stimuli from the limbic system and voluntary control from the higher brain centers influence the respiratory center. Central and peripheral chemoreceptors detect changes in P_{O_2} , P_{CO_2} , and blood pH. Stretch receptors in the lungs provide feedback on lung volume. Proprioceptors in muscles and joints are activated during exercise.

Kemično urejanje dihanja

- poteka preko kemoreceptorjev:
 - **centralni** - v podaljšani hrbtenjači
 - **periferni** - v loku aorte in vratni arteriji (karotidni sinus);
- odgovarjajo na spremembe P_{O_2} in P_{CO_2} ter pH krvi.
- vzdraženje receptorjev → aferentni nevroni → dihalni center → eferentni nevroni → dihalne mišice;
- dihanje pospešijo:
 - dvig P_{CO_2} (hiperkapnija),
 - padec pH in
 - padec P_{O_2} .



The diagram shows the human respiratory and circulatory systems. It highlights the location of chemoreceptors: central in the medulla and peripheral in the carotid sinus and aortic arch. It also shows the flow of blood from the lungs to the heart and back.

Periferno urejanje dihanja

- mehanoreceptorji v tkivu pljuč, popoljučnici in bronhiolih;
- vzdraženje - ob raztezanju;
 - prenos dražljajev: n. vagus → dihalni center (zavirajo delovanje):
 - omejuje vdih ter
 - preprečuje premočno raztezanje pljuč.
- na dihanje lahko refleksno vpliva tudi:
 - vzdraženje receptorjev za bolečino,
 - vzdraženje termoreceptorjev,
 - delovanje nekaterih hormonov.

Začetek dihanja pri novorojenih živalih

- izmenjava plinov pri zarodku - preko placente (zaradi razlik v parcialnih tlakih):
 - P_{O_2} v krvi matere > P_{O_2} v krvi v krvi fetusa → O_2 iz krvi matere prehaja v kri fetusa;
 - P_{CO_2} v krvi v krvi fetusa > P_{CO_2} v krvi matere → CO_2 iz krvi fetusa prehaja v kri matere;
- **po porodu:**
 - prekinitvev popkovne vezi → zaustavljen prehod O_2 in CO_2 → CO_2 se prične nabirati v fetusu, zmanjšuje se konc. O_2 ,
 - vzdraženje in aktiviranje centra za dihanje → nastopi prvi vdih:
 - prsni koš se razširi (se več ne vrne v izhodiščni položaj),
 - pojavita se medpleuralni negativni tlak in rezidualni volumen,
 - prvemu vdihu sledi dihanje, ki se ponavlja vse do smrti.

8.3 DIHALA IN DIHANJE PRI PERUTNINI

- dihalna ptic se razlikujejo od dihal sesalcev;
- nimajo dihalne prepone → prsna in trebušna votlina združeni

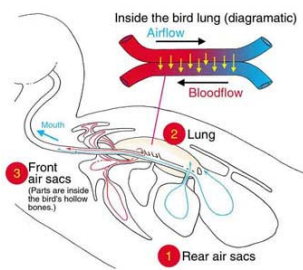
Pljučja:

- neelastična,
- ob zgornji prsni steni;
- z vezivnim tkivom priraščena na rebra in ledvena vretenca (→ nimajo interplevralnega prostora)

Shematični prikaz dihal pri perutnini:

- 1 – trebušna zračna vrečka;
- 2 – pljučja;
- 3 – prednje zračne vrečke (cervikalna, klavikularna, prednja prsna, zadnja prsna)

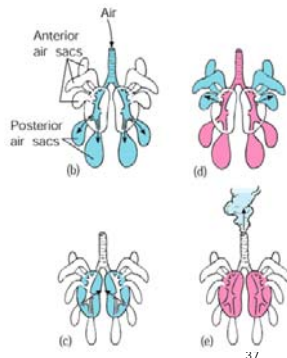
- zračne vrečke – med organi, v votlih kosteh
- **zračne kapilare** (enaka vloga kot pljučni mešički sesalcev).



The diagram shows the avian respiratory system. It includes the mouth, lungs, and various air sacs (front, rear, and cervical/klavikularna). A schematic of the lung shows air flow and blood flow directions.

Dihanje pri pticah – dvofazno:

- **Prvi vdih (b):** V prsnega koša ↑ → tlak v prsno-trebušni votlini ↓ → zrak vstopi v dihalni sistem (zadnje dihalne vrečke) –
- **Prvi izdih (c):** V prsno-trebušne votline ↓ → zrak prehaja iz zadnjih vrečk v pljuča
- **Drugi vdih (d):** zrak preide v sprednje zračne vrečke
- **Drugi izdih (e):** zrak zapusti dihala skozi pljuča



Frekvenca dihanja (min⁻¹) pri perutnini:

Vrsta	Frekvenca
noj	5
puran	12 - 15
gos	12 - 25
kokoš	20 - 40
raca	50 - 70
kanarček	80 - 120

38

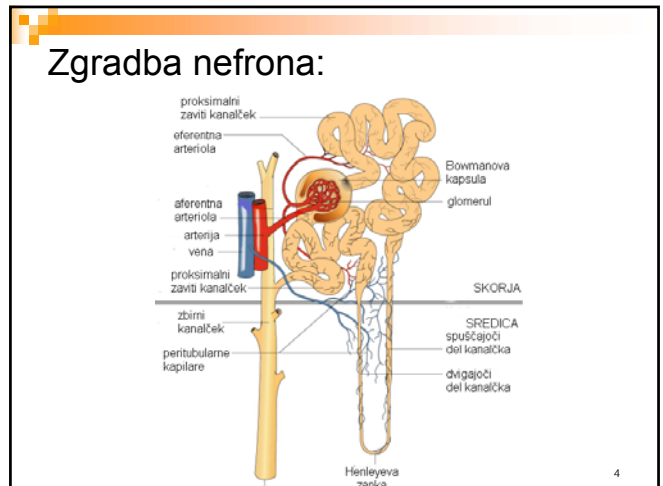
FIZIOLOGIJA DOMAČIH ŽIVALI

9 FIZIOLOGIJA IZLOČANJA

1

- parna ledvica - nastajanje seča (urina);
 - parna sečevoda - odvajata urin;
 - sečni mehur (sečnik) – zbiranje seča;
 - sečnica – izločanje seča v zunanjest.
- 2

- ### 9.1 FUNKCIONALNA ZGRADBA LEDVIC
- Osnovna funkcionalna enota ledvic - **ledvično telesce (nefron)**;
 - v vsaki ledvici - lahko več milijonov ledvičnih telesc (odvisno od velikosti ledvice):
 - govedo ~ 4.000.000,
 - prašič ~ 1.000.000,
 - pes ~ 500.000.
 - konj ~ 5.480.000
 - ovca ~ 1.030.000
 - človek ~ 2.400.000
- 3



- ### 9.2 DELOVANJE SEČNEGA SISTEMA
- ledvica - edini organ, ki **uravnava** izločanje snovi;
 - snovi se izločajo tudi skozi prebavila, dihala, kožo in mlečno žlezo,
 - izločanje teh organov odvisno od:
 - zunanjih vplivov (temperatura, vlažnost) ali
 - notranjih vplivov (fizioloških ali patoloških).
- 5

- ### Vloge ledvic:
- izločanje,
 - ohranjanje homeostaze z uravnavanjem:
 - stalnosti koncentracije ionov (izoionija),
 - osmotskega tlaka (izotonija),
 - hranilnih in drugih snovi ter
 - telesnega pH,
 - detoksikacija (predvsem fenolov in benzoatov),
 - sinteza nekaterih hormonov.
- 6

9.2.1 Nastajanje urina

- v ledvicah potekajo procesi:
 - **filtracije** (premikanje tekočine iz krvi v lumen nefrona),
 - **reabsorpcije** (vračanje filtriranega materiala iz lumna nefrona v kri) in
 - **sekrecije** (prehajanje določenih molekul iz krvi v lumen nefrona).
- **ekskrecija** - proces odstranjevanje urina iz telesa.

7

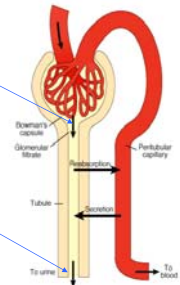
Fazi nastajanja urina:

1. - nastajanje **primarnega urina:**

- ob filtraciji v ledvičnih telescih;

2. - nastaja **sekundarnega (končnega) urina:**

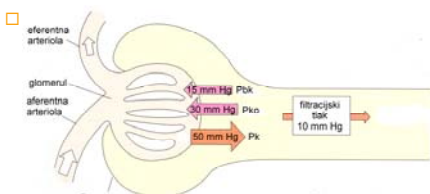
- v ledvičnih cevkah
- ob procesih reabsorpcije in sekrecije iz primarnega urina,



8

A) Nastajanje primarnega urina

- Ultrafiltracija v ledvičnem glomerulu – poteka zaradi razlik med:
 - tlakom v kapilarah (krvni tlak + koloidno-osmotski tlak) in



9

- ledvice prefiltrirajo vso krvno plazmo 60-x na dan (oziroma 2,5-x na uro).
- glomerularna membrana prepušča molekule na osnovi njihove:
 - velikosti,
 - oblike in
 - naboja;
- Zato:
 - ne prepušča velikih beljakovinskih molekul in krvnih celic → ostajajo v krvi → **primarni urin ne vsebuje beljakovin,**
 - vse ostale sestavine - enake kot v krvni plazmi.

10

B) Nastajanje sekundarnega urina

- iz primarnega urina med potovanjem po ledvičnih kanalčkih;
- pri tem potekajo procesi:
 - **reabsorpcije** vode (85 – 99%) in različnih organskih in anorganskih snovi ter
 - **sekrecije** snovi, ki se ne filtrirajo iz krvi skozi glomerularno membrano - v plazmi vezane na beljakovine:
 - endogene snovi (nastajajo v telesu, npr. žolčne soli, urati, kreatinin, hipurati, hormoni, ...) ali
 - eksogene snovi (pridejo v organizem iz okolja, npr. oksalati, zdravila, strupi, ...).

11

Tabela 7.1: Dnevna količina primarnega in končnega urina pri domačih živalih

Vrsta	Primarni urin (L)	Definitivni urin (L)
konj	550	6
govedo	450	8
ovca	120	3
koza	110	3
prašič	140	3
peska	90	2
mačka	20	0,5

12

Faze nastanka sekundarnega urina:

- **splošna reabsorpcija:**
 - v proksimalnih kanalčkih;
 - organske in anorganske snovi, večina vode;
- **regulirana reabsorpcija:**
 - omogoča selektivno vračanje vode in ionov v plazmo → ohranjanje homeostaze:
 - v Henleyevi zanki - protitočni mehanizem (reabsorpcija različnih ionov; **del neprepusten za vodo**),
 - v distalnih in zbirnih kanalčkih - **reabsorpcija vode**;

13

Procesi v proksimalnih zavrtih kanalčkih:

- reabsorpcija vode, nekaterih ionov (npr. Na^+ , Cl^- , HCO_3^-), glukoze in aminokislin;
- sekrecije nekaterih organskih snovi v urin (npr. zdravila).
- absorbcija glukoze:
 - aktivni transport z membranskimi transporterji;
 - število transporterjev omejeno → absorbira se le določena količina glukoze (= transportni maksimum).
- koncentracija snovi v krvi, ki preseže transportni maksimum = **ledvični prag**.

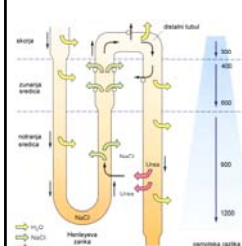
14

Procesi v Henleyevi zanki:

- homeostaza vode v organizmu → proizvodnje hipertoničnega ali hipotoničnega urina
- reabsorpcija Na^+ , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , glukoza;
- tekočina, ki prehaja v distalne kanalčke: vsebuje visok delež uree in drugih organskih snovi.

15

Reabsorpcija vode in Na^+ ter Cl^- - princip protitočnega mehanizma:



- **dvigajoči krak H.p.:**
 - neprepusten za vodo in topljenec;
 - aktivni transport → Na^+ , Cl^- → peritubularna tekočina → **koncentracija ionov naraste**;
- **padajoči krak H.p.:**
 - koncentracija ionov: peritubularna tekočina > filtrat → vode izhaja (osmoza) → konc. ionov v filtratu povečana → pospešeno izhajanje ionov v dvigajočem delu

16

Procesi v distalnih kanalčkih

- **reabsorpcija v kri:**
 - Na^+ , Cl^- : ↑ hormon **aldosteron** (skorja nadledvične žleze)
 - Ca^{2+} - ↑ **paratiroidni** hormon;
 - voda - hkrati z ioni (urejanje – ADH).
- **aktivna sekrecije snovi** (s previsoko koncentracijo v peritubularni tekočini):
 - K^+ , H^+ ,
 - **aktivna sekrecija H^+ vpliva na pH krvi in vzdrževanje homeostaze.**
 - nekatera zdravila (npr. penicilin, morfin, atropin).

17

Delovanje antidiuretičnega hormona (ADH):

- hormon nevrohipofize
- ↑ **ADH** - ↑ prepustnost za vodo → voda iz kanalčkov prehaja v peritubularno tekočino → koncentriranje urina/manjši V;
- ↓ **ADH** - ↓ prepustnost za vodo → voda ostaja v kanalčkih → urin redek/velika količina
- glede na potrebe po ohranjanju vode v organizmu se izločanje ADH spreminja → uravnavanje V urina → **uravnavanje iz organizma izločene vode.**

18

Procesi v zbirnih kanalčkih:

- dokončno uravnavanje izločanja snovi in sestave ter volumna urina.
- začetni del zbirnih kanalčkov (v skorji ledvic) – pod vplivom hormona **aldosterona**
- pospešuje reabsorpcijo Na^+ in odstranjevanje K^+ → povečana reabsorpcijo vode v kri → koncentriranje urina;
- delovanje ADH – kot v distalnih kanalčkih

19

9.2.2 Lastnosti in sestava končnega (definitivnega) urina:

- Urin = ekskret (izloček), s katerim se iz telesa izločajo:
 - končni produkti metabolizma (predvsem dušika),
 - strupene (toksične) snovi,
 - snovi, ki jih telo ne more porabiti v procesih presnove,
 - višek sicer koristnih snovi (minerali, voda, glukoza itd).

20

A) Fizikalne lastnosti urina:

- videz: bistra tekočina (pri konju zaradi sluzi nekoliko motna),
- barva: bledorumen do rjava (barvila, ki nastanejo pri razgradnji Hb),
- vonj: vrstno specifičen (snovi z značilnim vonjem),
- okus: sladko-grenek (zaradi NaCl in sečnine)
- gostota: 1,010 -1,060 - obratno sorazmerna s količino
- pH: 5 - 8,5 (rastlinojedi bazičen, mesojedi kisel).

21

Tabela 7.2: Volumen in gostota urina pri domačih živalih

Vrsta živali	Volumen [mL/kg telesne mase]	Gostota [g/L]	
		Povprečje	Razpon normalnih vrednosti
konj	3 – 18	1040	1025 – 1060
govedo	17 – 45	1032	1030 – 1045
drobnica	10 – 40	1030	1015 – 1045
prašič	5 – 30	1012	1010 – 1050
pes	20 - 100	1025	1016 – 1060

22

B) Kemična sestava urina:

- **Anorganske sestavine urina:**
 - voda: 95 - 97 %
 - veliko Na^+ , K^+ ;
 - razmeroma malo Ca^{2+} , Mg^{2+}
 - V obliki soli:
 - *fosfati* - iz anorganskih in organskih fosfatnih spojin hrane
 - *sulfati* - iz anorganskih sulfatov hrane in iz organskih spojin,
 - *bikarbonati* - predvsem v urinu rastlinojedov

23

Organske sestavine urina:

- **Dušikove spojine:**
 - **sečnina** (mesojedi > rastlinojedi; vrsta hrane),
 - **sečna kislina** - v urinu večine sesalcev le malo
 - **kreatin in kreatinin** – (iz kreatin fosfata mišic ali iz hrane),
 - **aminokisliline** - v sledovih,
 - **barvila** - iz Hb

24

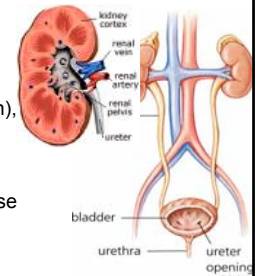
■ Nedušikove spojine:

- **oksalati** - iz rastlinske hrane, predvsem v urinu rastlinojedov
- **glukuronska kislina** - vezana na različne spojine, s katerimi se spaja v procesu detoksikacije
- **vitamini** (A, B1, B2, B6, pantotenska kislina, folna kislina, askorbinska kislina) - v primeru viška se nahajajo v urinu v večjih količinah
- **encimi** (amilaza, uropepsin, aktivator plazmina)
- **hormoni** (hipofize, spolnih in nadledvičnih žlez ter placente)

25

9.2.3 Odstranjevanje urina

- ledvična čaša - zbiranje urina (sekundarnega),
- sečevoda:
 - peristaltična krčenja stene (1-6/min),
 - hitrost toka urina 20-30 mm/s,
- sečni mehur:
 - **plastični tonus** - ob povečani prostornini tlak ne naraste, dokler se prostornina močno ne poveča;
- sečnica,
- mišici zapiralki.



26

Praznjenje mehurja(mikturicija):

- refleksno dejanje - center v ledveno-križničnem delu hrbtenjače;

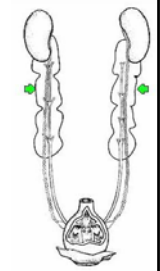
Potek:

- širjenje mehurja → vzdraženje mehanoreceptorjev → vzdraženje centra → integracija dražljajev in prenos:
 - po parasimpatičnih živcih → stena mehurja → krčenje gladkih mišic → povečanje tlaka v mehurju;
 - po motornih nevronih → zunanji sfinkter → sprostitvev (odpiranje zaradi pritiska urina) → uriniranje

27

9.3 SEČNI SISTEM PRI PTICAH

- režnjičaste ledvice, brez ledvične čaše
- glomeruli - majhni
- nefroni - s Henleyevo zanko ali brez
- uretri - globoko v parenhimu:
 - **sečna kislina - končni produkt presnove beljakovin,**
 - kristalčke sečne kisline ovija sluz → preprečuje poškodbe tkiva,
- ni sečnega mehurja (sečevoda - neposredno v kloako),
- reabsorpcija vode v tubulih slaba (nadomešča se z resorpcijo iz kloake);



28

FIZIOLOGIJA Z ANATOMIJO DOMAČIH ŽIVALI

10 FIZIOLOGIJA MIŠIČ

1

Razdelitev mišic:

- **prečnoprogaste mišice :**
 - **skeletne, srčna;**
 - svetle in temne proge → različen lom svetlobe pri prehodu skozi krčljive niti;
- **gladke mišice** - prebavila,
 - prog ni zaradi drugačne razporeditve krčljivih niti.



- **Delež telesne mase:**
 - prečnoprogaste mišice ~ 40 %,
 - gladke ~ 10 %;
- **Kemična sestava:**
 - voda: 72,5 - 75 %
 - anorganske soli: ~ 1 %
 - beljakovine: 18 - 20 %
 - lipidi: 3 - 5 % (fosfatidi, holesterol, triacilgliceroli)
 - ogljikovi hidrati: 0,5 - 1 % (glikogen, glukoza)

3

Splošne lastnosti mišic:

- **vzdražljivost:** reagiranje na različne dražljaje:
 - iz živčnih centrov po motornih živcih;
 - kemični, osmotski, mehanični, električni dražljaji
 - tudi lastnost nekaterih drugih vzdražljivih tkiv (živčevje, čutila);
- **elastičnost:** ob obremenitvi ali delovanju neke druge sile se raztezajo (sorazmerno s silo), po prenehanju obremenitve pa vrnejo v prvotni položaj;
 - tudi lastnost nekaterih drugih elastičnih tkiv (pljuča, elastični hrustanec, elastično vezivo);
- **krčljivost:** na dražljaj odgovorijo s krčenjem → skrajšanje ali povečanje tonusa
 - **specifična lastnost mišic!!!**

4

10.1 PREČNOPROGASTE MIŠICE

- = **skeletne mišice:**
 - pritrjene na okostje;
 - krčenje → premikanje okostja.
- **naloge:**
 - gibanje (lokomocija),
 - dihanje,
 - porajanje (stiskanje trebušnih mišic - trebušna preša),
 - zapiranje telesnih votlin in
 - uravnavanje telesne temperature (termoregulacija).

5

A) Zgradba prečno progaste mišice

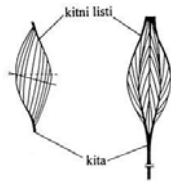


- osnovna funkcionalna enota = **mišična celica (vlakno)** - (2r ~ 80 μm, l = 5 - 10 cm);
- vsebuje več jeder;
- celice → snopiči → mišica (obdajajo jih ovojnice);

6

Deli mišice:

- **mesnati del** - krčljivi, aktivni del mišice (mišični trebuh)
- **kitnati del** - transmissijski aparat (prenos sile krčenja na dele skeleta):
 - **kite** – trakovi iz kolagenih vlaken, pritrjena na koščeno podlago, odporne na izteg in občutljive na pritisk.
 - **kitni listi** - končni deli kit, prilegajo mišici ali se vraščajo v njeno notranjost.



7

Razdelitev mišic po funkciji:

- Mišice v telesu - v skupinah, ki izvajajo nasprotujoče si gibe → premiki okončine okoli sklepa.
- skupine mišic z nasprotnimi funkcijami: **agonisti** in **antagonisti**,
 - **upogibalke** (upogibna stran sklepa, zmanjšajo upogibni kot) - antagonisti **iztegovalke** (iztezna stran sklepa, povečajo upogibni kot).
 - **pritegovalke** primikajo okončine proti telesu, **odtegovalke** pa odkikajo.
 - **širilke** širijo / odpirajo telesne odprtine, **zapiralke** ožijo / zapirajo.

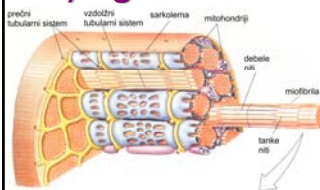
8

Razdelitev mišic po obliki:

- **krožne:**
 - zapirajo telesne odprtine;
- **plahaste:**
 - široke, tanke;
 - oblikujejo mehko steno telesnih votlin (npr. trebušne).
- **trakaste:**
 - dolge, enakomerno široke (npr. ob hrbtenici).
- **vretenaste:**
 - imajo glavo, trebuh in končno kito (= rep);
 - **večina mišic na okončinah.**

9

B) Zgradba mišičnega vlakna:

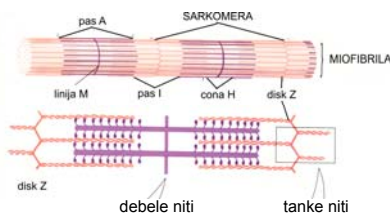


- **vzdolžni tubularni sistem** = sarkoplazemski retikulum
 - tanke cevčice, vzporedne z miofilamenti;
 - vloga: Ca-črpalka;
- **prečni tubularni sistem (T-tubuli):**
 - nadaljevanje celične membrane;
 - vloga: prenos dražljajev s površine v notranjost celice;
- **miofibrile – iz miofilamentov** = proteini, odgovorni za krčenje mišic

10

Sestava krčljivih niti (miofilamentov):

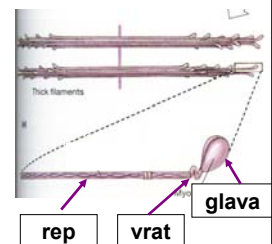
- **debele niti** - iz miozina (30-35 % vseh mišičnih beljakovin)
- **tanke niti** - iz aktina, tropomiozina in troponina.
- debeli in tanki filamenti miofibrile – oblikujejo vzorec temnih in svetlih trakov = **sarkomera**;



11

Debele niti:

- **miozinska nit:** iz 200 - 400 molekul miozina, povezanih v snopiče;
- vsako molekulo miozina sestavljajo:
 - **glava** - del ki se spaja z aktinom + del z ATP-azno aktivnostjo;
 - **vrata** - se upogiba;
 - **rep** - 2 spiralno zaviti niti.



12

Tanke niti (sestavljene iz 3 beljakovin):

aktin (A):

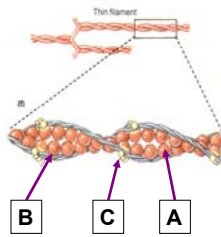
- 2 beljakovinski niti (iz okroglih molekul, med seboj oviti);
- na njem aktivna mesto za vezavo z glavami miozina;

tropomiozin (B):

- tanka dvojna nit, ovita preko aktinskih niti - prekriva aktivna mesta aktina;

troponin (C):

- okrogla beljakovina, vezana na niti tropomiozina,



13

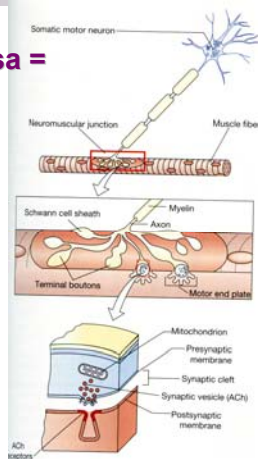
C) Mioglobin

- Glavna funkcija – prenos O_2 po mišičnem vlaknu
- mišično barvilo, ki daje mišicam značilno barvo (0,36 % mase oz. 1 % mišičnih beljakovin):
 - oksidativna mišična vlakna ("rdeča") ~ 1,44 mg/g tkiva;
 - glikolitična ("bela") mišična vlakna ~ 0,79 mg/g tkiva;
- zgradba - podobna hemoglobinu:
 - aktivna skupina – hem;
 - molekula mioglobina lahko veže največ 2 atoma kisika

14

D) Živčno-mišična (nevromuskularna) sinapsa = motorna plošča

- mesto, kjer dražljaji iz NS prehajajo na mišice;
- na mestu vstopa se:
 - živčno vlakno razširi,
 - celična membrana ugrezne;
- neurotransmitter – **acetilholin**
- mišično vlakno – **nikotinski receptorji**



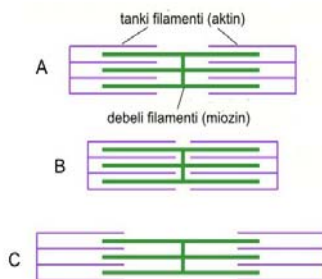
16

E) Krčenje mišičnega vlakna

- = **mišična kontrakcija**;
- omogoča nastanek sile, ki povzroči premikanje ali se upira bremenu;
- je aktiven proces, ki zahteva E (ATP);
- ko se mišica skrči, aktinski filamenti drsijo vzdolž miozinskih proti sredini sarkomere → **teorija drsečih filamentov**.

16

Teorija drsečih filamentov (*položaj tankih in debelih filamentov v sarkomeri pri: A – mišici v mirovanju; B – skrčeni mišici; C – iztegnjeni mišici*)



17

Nastanek in potek mišične kontrakcije:

- dražljaj za krčenje mišice (akcijski potencial) – doseže mišico po motornem živčnem vlaknu;
- v živčno-mišični sinapsi - prenos na mišično membrano (→ **depolarizacija**);
- depolarizacija po prečnih (T) kanalčkih prodre v notranjost vlakna (v bližino sarkoplazemskega retikuluma);
- stene sarkoplazemskega retikuluma postanejo propustne za Ca^{2+} → izstopijo v citoplazmo (**plima Ca^{2+}**);

18

A) vezava Ca^{2+} na troponin:

- troponin se premakne iz svoje lege
- ob tem potegne tropomiozin z aktivnih mest na aktinu
- na aktivna mesta aktina se veže miozin

19

B) iz ATP na miozinu se odcepi fosfat:

- vratovi miozina se upognejo, potegnejo aktinske niti proti liniji M;
- odcepitev ADP z miozina
- trdna vezava med miozinom in aktinom

20

C) Ponovna vezava ATP na miozin → cepljenje prečnih mostov med miozinom in aktinom

D) Miozinske glave se vrnejo v začetni položaj → se lahko ponovno vežejo s tankimi nitmi.

21

Mrtvaška otrplost

- *otrditev mišic, ki nastopi nekaj ur po smrti (višek po 12 urah);*
- *Vzrok: padec konc. ATP v celicah - ni hranilnih snovi in O_2 → mišična kontrakcija na stopnji trdne vezave miozina in aktina (cepitev ni možna, ker ni ATP);*
- *popusti ~ 48 - 60 ur po smrti (razpad mišičnega tkiva zaradi encimov).*
- *Pomen:*
 - forenzični - določanje časa smrti;
 - živilsko-sanitarni - zorenje mesa.

22

F) Kemični in energetski procesi pri mišičnem krčenju

- **ATP** v mišici:
 - odgovoren za spajanje in za odcepljanje miozina in aktina;
 - za delovanje kalcijeve črpalke;
 - nastaja pri procesih oksidacije glukoze (glikogen!):
 - **aerobni metabolizem (ciklus citronske kisline):**
1 mol glukoze → 30 mol ATP;
 - **anaerobni metabolizem:**
1 mol glukoze → 2 mol ATP + mlečna kislina;
- rezervni vir E v mišici – **fosfokreatin:**
 - nastanek – v mirujoči mišici (kreatinin + ATP);

23

- **sproščanje toplote med mišičnim krčenjem:**
 - pri razgradnji HS:
44 % kemične E v HS se shrani v ATP;
56 % se sprošča kot toplota,
 - pri pretvarjanju kemične E v mehanično (cepitev ATP):
50 % E se porabi v biokemičnih procesih, preostanek E se sprošča v obliki toplote
- **Zato - pri mišičnem delu:**
 - 1/4 E → mehanično delo;
 - 3/4 E → toplota (ogrevanje krvi → ogrevanje celotnega organizma);
 - **mišice pomemben izvor toplote pri procesih termoregulacije.**

24

G) Mišična utrujenost

- če se obremenjena mišica kljub draženju ne krči;
- če utrujena mišico nekaj časa miruje → se ponovno lahko krči.
- nastanek utrujenosti - odvisen od:
 - tipa mišičnih vlaken,
 - trajanja obremenitve in
 - stopnje obremenitve;

25

Vzroki za nastanek mišične utrujenosti:

- poraba glikogena (pri dolgotrajnejši obremenitvi);
- znižana koncentracija ATP;
- nastanek mlečne kisline → padec pH v celici;
- posledica motenj v delovanju motornih nevronov ali sinapse;
- **centralna utrujenost:**
 - subjektivni občutek utrujenosti → želja po prenehanju aktivnosti;
 - nastopi pred fiziološko utrujenostjo → obrambni mehanizem

26

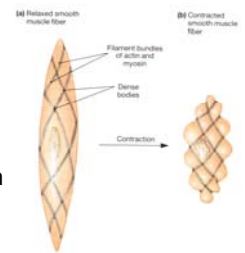
10.2 GLADKE MIŠICE

- v stenah votlih in cevastih organov,
- s krčenjem omogočajo:
 - premikanje materiala skozi lumen notranjih organov ali
 - gibanje in spreminjanje oblike notranjih organov;
- značilnosti:
 - odsotnost progavosti,
 - oživčenje - **avtonomni živčni sistem** → gibanje ni pod vplivom volje.

27

A) Zgradba gladkih mišic

- lastnosti gladkih mišičnih vlaken:
 - vretenaste oblike,
 - imajo eno jedro,
 - nimajo motorne ploščice,
 - endoplazmatski retikulum slabo izražen, nimajo prečnih cevčic,
 - **ni progavosti** – zaradi drugačne razporeditve aktinskih in miozinskih filamentov!),



28

B) Vzdraženje in krčenje gladkih mišic

- krčenje in sproščanje dolgotrajnejše, počasnejše → manjša poraba E kot pri prečno progastih;
- vzdržujejo konstanten tonus ali določeno stopnjo kontrakcije → normalno delovanje nekaterih organov (npr. stene krvnih žil)
- zaradi povezav med celicami se dražljaji prenašajo z ene na drugo.

29

- Vzdražijo jih lahko različni dejavniki:
 - neurotransmiterji,
 - hormoni
 - lokalni kemični ali fizikalni dražljaji (raztezanje),
 - samodejno vzdraženje.
- **na draženje lahko reagirajo tudi z sproščanjem (relaksacijo).**

30

C) Raztezanje mišice in nastanek plastičnega tonusa

- če gladko mišico raztegnemo in:
 - koncev ne pritrdimo → **se skrči**;
 - konca pritrdimo → napetost mišice se zmanjša → **se sprosti = plastični tonus**;
- zaradi te lastnosti se notranji (votli in cevasti) organi prilagajajo stopnji napolnjenosti brez povečanja tlaka v notranjosti (in brez bolečine);
- ob tem gladke mišice ne izgubijo sposobnosti krčenja;
- ob praznjenju organov - proces v obratni smeri.

31

10.3 SRČNA MIŠICA

- specializirana muskulstura srca;
- ima lastnosti:
 - prečnoprokastih mišic (razporeditev miofibril);
 - gladkih mišic (povezave med celicami)

32



FIZIOLOGIJA Z ANATOMIJO DOMAČIH ŽIVALI

11 FIZIOLOGIJA TERMOREGULACIJE

1

- kemične reakcije v telesu (in tudi funkcije organizma) - odvisne od telesne temperature;
- dvig temperature pospešuje fiziološke reakcije, padec jih zavira;
- povprečna temperature na Zemlji: 15 °C
 - skrajne: -70 °C do +60 °C / 130 °C razlike;
- živali razvile načine vzdrževanja telesne temperature znotraj konstantnih meja, neodvisnih od temperatur okolja.

2

Razdelitev živali glede na termoregulacijske sposobnosti

- **hladnokrvne** (poikilotermne ali ektotermne):
 - vse nevretenčarji, nižji vretenčarji, protozoji;
 - dobivajo toploto iz okolice;
 - prilagajajo telesno temperaturo temperaturi okolice;
- **toplokrvne** (homeotermne ali endotermne):
 - sesalci in ptice;
 - telesno temperaturo vzdržujejo in uravnavajo:
 - s spreminjanjem stopnje proizvodnje toplote in
 - z izmenjavo toplotne energije z okoljem.

3

Izvor telesne toplote pri toplokrvnih živalih

- procesi oksidacije:
 - 44 % kemične E se shrani v ATP (vezana E),
 - 56 % kemične E se sprošča kot toplota;
- razgradnja ATP :
 - > 50 % E - za sprožanje kemičnih reakcij,
 - < 50 % E - prehaja v toploto;
- bilanca:
 - telo porablja za lastne kemične potrebe manj kot 25 % E;
 - ostanek – toplota (za uravnavanje telesne T°).
- telesna temperatura je odvisna od:
 - količine proizvedene lastne toplote,
 - izmenjave toplote z okoljem.

4

Vpliv temperature na fiziološke procese

- **Van't Hoffovo pravilo:**
 - pri zviševanju temperature za vsakih 10 °C se aktivnost biokemijskih procesov poveča 2- do 4-krat;
- **temperature, višje od optimalnih:**
 - aktivnost encimov zaradi toplotne denaturacije pada in ireverzibilno preneha;
 - v organizmu toplokrvnih živali - večina encimov se denaturira pri 40 - 50 °C;
- **temperature, nižje od optimalnih:**
 - delovanje encimov se reverzibilno zaustavlja;
 - encimi se ponovno aktivirajo, ko se temperatura poviša.

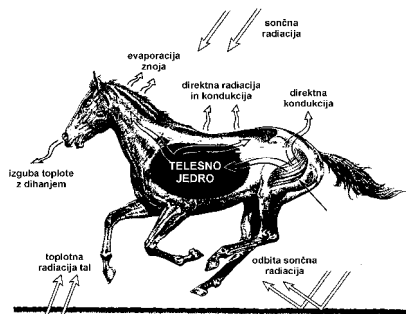
5

11.1 IZMENJAVA TOPLOTE MED ORGANIZMOM IN OKOLJEM

- toplotna energija: telesa z višjo temperaturo → telesa z nižjo temperaturo (dokler se temperaturi obeh ne izenačita);
- spremembe telesne temperature - odvisne od količine toplotne E, ki:
 - nastane med metaboličnimi procesi v organizmu oziroma,
 - jo žival prejme iz okolja ali vanj odda;
- Načini izmenjave: **kondukcija, konvekcija, radiacija, evaporacija**

6

Izmenjava toplote med okolico in organizmom



7

a) Radiacija (sevanje):

- prenos toplote brez neposrednega stika;
- vsa telesa oddajajo **elektromagnetno sevanje** (intenzivnost in valovna dolžina odvisna od T^0 radiacijske površine);
- **pomen radiacije:**
 - pri oddajanju toplote – majhen, ker je absolutna temperatura telesne P živali razmeroma nizka (~ 27 °C);
 - pri sprejemanju toplote – pomembnejši:
 - sončna radiacija (insolacija),
 - radiacija iz drugih toplotnih virov (peči, grelci ipd.)

8

b) Kondukcija:

- izmenjava toplote z neposrednim stikom med organizmom in okoljem (podlago);
- pri stoječih živalih majhna, pri ležečih večja (odvisna od površine stične ploskve).
- **Prevodnost in izolacija:**
 - slabša kot je prevodnost, boljša je izolacija snovi,
 - **najboljši izolator v naravi - zrak** oz. snovi, ki ga vsebujejo (dlaka, perje, volna).

9

Vloga dlake (perja) kot izolatorja:

- **dlaka / perje** - okoli telesa ovoj, ki zadržuje tople zrak ob telesu → preprečuje hlajenje.
- sezonske spremembe klime → spreminjanje kakovosti in gostote dlake (odvisnosti od temperatur okolja).
- **daljša dlaka** - 6 do 8-krat učinkovitejši izolator kakor kratka → področja telesa z dolgo dlako dobro izolirana, tista s kratko pa okna, skozi katera se toplota izmenjuje.
 - najdaljša dlaka (volno) na trupu,
 - krajšo na prednjem delu vratu in zunanji strani nog,
 - najkrajšo na glavi, notranji strani nog in trebuhu.

10

c) Konvekcija:

- oddajanje toplote s segrevanjem zraka (pri kopenskih sesalcih) oz. vode (pri vodnih živalih);
- **naravna konvekcija:**
 - ko se zrak (voda) segreje, se dvigne; na njuno mesto pride zrak (voda) iz okolice;
 - ob telesu nastanejo tokovi zraka;
- **prisiljena konvekcija:**
 - posledica gibanja zraka (vode) – veter;

11

d) Evaporacija (izhlapevanje):

- način oddajanja toplote, pri katerem se toplotna energija porablja za izhlapevanje vode;
- **Voda:** velika toplotna kapaciteta in visoka izparilna toplota → izhlapevanje 1 g vode (pri sobni T^0) - 2449 J
- intenzivnost izhlapevanja odvisna od:
 - temperature okolice,
 - vlažnosti zraka (nasičenosti z vodnimi parami),
 - intenzivnosti odstranjevanja hlapov (veter)

12

11.2 TELESNA TEMPERATURA PRI DOMAČIH ŽIVALIH

- povprečna telesna temperatura - odvisna od živalske vrste;
- spremembe telesne temperature pri toplokrvnih živalih:
 - **normotermija** - normalna (vrstno specifična) telesna temperatura;
 - **hipotermija** - znižana telesna temperatura;
 - **hipertermija** - povišana telesna temperatura.

13

Normalna telesna temperatura domačih živali:

Vrsta	Povprečje (°C)	Razpon (°C)
Mačka	38,6	38,1 - 39,2
Govedo-pitanci	38,3	36,7 - 39,1
Govedo-mlečno	38,6	38,0 - 39,3
Pes	38,9	37,9 - 39,9
Koza	39,1	38,5 - 39,7
Konj	37,7	37,2 - 38,2
Prašič	39,2	38,7 - 39,8
Ovca	39,1	38,5 - 39,9

14

- Pri posamezni živali - različni deli telesa in organi različna temperatura; odvisna od:
 - metabolične aktivnosti organa,
 - preskrbe s krvjo in
 - oddaljenosti od površine telesa.
- temperatura **telesnega jedra**:
 - notranji organi – najvišja;
 - nihanja temperatur majhna (0,5 – 1 °C).
- temperatura **telesnega ovoja**:
 - koža, mišice - nižja in spremenljiva.

15

a) Vplivi na telesno temperaturo:

- **notranji dejavniki**:
 - **velikost, starost** – majhne, mlajše živali > velike, starejše (bazalni metabolizem!);
 - **fiziološka stanja**:
 - reprodukcijski procesi (pojatev, porod);
 - prebavni in presnovni procesi;
 - **telesna aktivnost** → povišanje pri gibanju ali delu;
 - **dnevne (cirkadiane) spremembe**:
 - dnevno aktivne živali:
 - najnižja telesna T° zgodaj zjutraj (1.00 do 5.00),
 - najvišjo v popoldanskih in večernih urah (14.00 do 18.00);
- **zunanj dejavniki** → temperatura okolice.

b) Uravnavanje telesne temperature pri toplokrvnih živalih:

- **center za termoregulacijo** (v hipotalamusu):
 - podcenter za oddajanje toplote,
 - podcenter za zadrževanje toplote;
 - sprejemanje dražljajev:
 - **receptorji v okolici centra** (centralni termoreceptorji v hipotalamusu - ob krvnih žilah);
 - **receptorji v podaljšani hrbtenjači**;
 - **termoreceptorji v oddaljenih tkivih** (v koži, notranjih organih - jetrih, mišicah);
 - vpliv centra na živčni sistem → značilen refleksni odgovor

17

Vročina (pireksija):

- *povečanje notranje telesne temperature, ki jo največkrat povzročijo infekcije;*
- *za organizem koristna → pospešuje imunološke mehanizme in zavira rast in razmnoževanje mikroorganizmov;*
- *če se preveč dvigne - za organizem lahko nevarna;*
- *pri nastanku vročine - pomembna vloga hipotalamusa,*
- *mehanizmi urejanja telesne temperature redko dovolijo njen dvig nad 41 °C.*

18

Reakcija organizma na podhlajevanje (hipotermijo):

- → aktivacija mehanizmov, ki delujejo v smeri zmanjšanja oddajanja toplote:
 - **žilna reakcija:**
 - zožitev zunanjih in razširitev notranjih žil,
 - zmanjšanje pretoka krvi na površini,
 - zmanjšanje oddajanje telesne toplote v okolico;
 - **povečanje izolacijskega sloja:**
 - dviganje dlake (perja),
 - povečanje zračnega izolacijskega ovoja;

19

■ termogeneza - kemična produkcija toplote:

- drhtenje mišic po celem telesu → toplota, ki segreva organizem;
- **povišanje metabolizma** v jetrih ali rjavem maščobnem tkivu (živalske vrste pri katerih se ne pojavlja drhtenje).

■ obnašanje:

- iskanje toplega prostora (jame, brlogi, staje, hlevi);
- v skupinah - stiskanje → celotna skupina zmanjša P, preko katere oddaja toploto;
- posamezne živali:
 - zmanjšujejo zunanjo površino,
 - se obračajo z glavo proti vetru (preprečijo, da bi veter zašel med dlačni ovoji).

Vzroki pogina pri hipotermiji:

- depresija centra za dihanje;
- nastanek ledenih kristalčkov v celicah.

20

Reakcija organizma na pregrevanje (hipertermijo):

- → aktivacija mehanizmov, ki povečajo oddajanje toplote iz organizma:
 - **žilni odgovor:**
 - razširitev zunanjih in zožitev notranjih žil,
 - pospešen pretok krvi skozi površinske žile,
 - toplota se pospešeno oddaja iz telesa;
 - **znojenje:**
 - izločanje žlez znojnic;
 - povečano izhlapevanje (evaporacija) – poraba toplote;

21

■ Sopenje (psi, govedo, ovce, koze, ptice):

- frekvenca dihanja se poveča
- povečano slinjenje, prekrvitev ustne sluznice → izhlapevanje vode → ohlajanje ustne sluznice → ohlajanje krvi, ki teče skozi ustno sluznico

■ obnašanje živali:

- Iskanje sence;
- stojijo razkoračeno → povečanje telesne P;
- ležanje na hladni podlagi → povečana P kondukcije
- valjanje v vodi ali lužah (prašiči, bivoli ...)

■ Vzroki pogina pri hipertermiji:

- **toplotna inaktivacija encimov** ($\uparrow 45 - 55 \text{ }^\circ\text{C}$);
- **denaturacija proteinov** - koagulacija ($\uparrow 45 - 55 \text{ }^\circ\text{C}$);
- **nezadostna oskrba s kisikom** - zaradi povečanja metabolizma pri višjih temperaturah
- **vpliv na celične membrane** - prerazporeditev proteinov in lipidov

22

FIZIOLOGIJA DOMAČIH ŽIVALI

12 FIZIOLOGIJA REPRODUKCIJSKIH PROCESOV

1

12.1 REPRODUKCIJSKI PROCESI PRI SAMCIH

- organi in žleze moškega reprodukcijskega sistema:
 - moda (testisi),
 - njim prilegajoča nadmodka in semenovoda,
 - pomožne spolne žleze;
- Funkcije:
 - proizvodnja moških spolnih celic (spermijev),
 - proizvodnja moških spolnih hormonov (androgenov),
 - posredovanje sperme v ženske spolne organe.

2

B) Zgradba semenčice sesalcev

- zrele semenčice - za posamezno živalsko vrsto značilna oblika in velikost
- deli semenčice:
 - glava,
 - vrat,
 - srednji del in
 - rep

A – bik, B – merjasec, C – oven, D – konj, E – človek, F – podgana, G – petelin

3

C) Semenska tekočina (sperma)

- suspenzija spermijev v tekočini, ki jo izločajo akcesorne spolne žleze = **semenska plazma**:
 - transportni medij za semenčice;
 - vsebuje v vodi raztopljene elektrolite, **fruktozo (vir E)**, citronsko kislino in sorbitol;
- ocena lastnosti semenske tekočine:
 - za ovrednotenje plodnosti plemenskih samcev.
 - pomembni parametri (medvrstne razlike):
 - koncentracija (število na mililiter),
 - gibljivost in
 - oblika spermijev

4

Tabela 8.1: Količina ejakulata in število semenčic pri samcih domačih živali

Vrsta	Količina ejakulata [ml]	Število semenčic [$\times 10^9/\mu\text{l}$]
bik	4 (1,5 - 12)	1 (0,3 - 2,5)
oven	1 (0,5 - 3,5)	2,5 (1 - 5)
žrebec	70 (30 - 300)	0,07 (0,04 - 0,3)
merjasec	200 (100 - 500)	0,15 (0,05 - 0,04)

- **Jemanje semenske tekočine:**
 - za umetno osemenje (zamrzovanje → uporabna več let);
 - za zunajtelesno oploditev (in vitro fertilizacija – IVF):
 - posamezni ejakulat bika → 500 odmerkov;
 - seme 1 bika → oploditev 30.000 krav letno **(teoretično !!!)**

5

12.1.3 Vplivi na delovanje mod

- moda postanejo aktivna ob začetku **pubertete**:
- povečano izločanje LH iz hipofize → Leydigove celice mod → izločanje testosterona → vplivi na organizem samca.
- vplivi fotoperiode (dolžine dneva):
 - posrednik - epifizni hormon **melatonin** → **hipotalamus** → **hipofiza** → **LH + FSH** ↑;
 - reprodukcijska aktivnost:
 - konji - daljšanje dneva;
 - drobnica – krajšanje dneva
 - prežvekovalci, prašiči - vpliv manj očiten

6

12.2 REPRODUKCIJSKI PROCESI PRI SAMICAH

- Funkcije ženskih spolnih organov:
 - proizvodnja ženskih spolnih celic (jajčec),
 - prenos jajčec do mesta oploditve,
 - ustvarjanje okolja za rast in razvoj zarodka
 - iztiskanje ploda (ko je sposoben za življenje izven matrinega telesa).

7

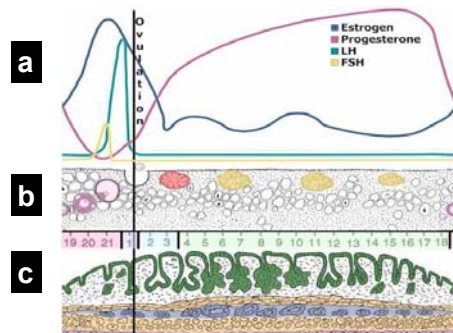
12.2.1 POJATVENI CIKLUSI PRI SAMICAH DOMAČIH ŽIVALI

- procesi v zvezi z razmnoževanjem pri samicah domačih (in divjih) živali potekajo ciklično → **pojatveni (spolni) ciklusi – estrus** → obdobje v katerem rodila preidejo različne stopnje pripravljenosti na oploditev – sprejem oplojenega jajčeca

- ciklusi se kažejo v spremembah :
 - hormonskega stanja živali,
 - na rodilih (jajčnikih, maternici, vagini, sramnici),
 - v obnašanju.
- Ciklus se lahko konča:
 - s preходом v brest
 - Če ne pride do oploditve:
 - s pripravo na naslednji ciklus ali
 - s preходом v anestrus (pri sezonskih živalih).

9

Pojatveni ciklus - spremembe koncentracij hormonov (a), spremembe na jajčniku (b) in spremembe na maternični sluznici (c)

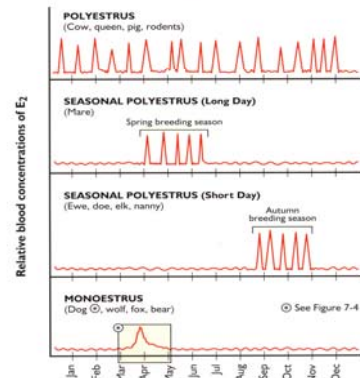


10

- Glede na število pojatvenih ciklusov, ki se zvrstijo tekom leta, samice živali ločimo na:
 - **monoestrične** - ena pojatev na leto (večina divjih živali);
 - **diestrične** - dve pojatvi na leto - spomladi in jeseni (psice);
 - **poliestrične** – pojatve vse leto (govedo, svinje, nekatere pasme ovc, npr. jezersko-solčavska);
 - **sezonsko poliestrične** - pojatveni ciklusi samo nekaj mesecev v določenem obdobju leta = **pojatvena sezona** (kobile – spomladi, drobnica jeseni)

11

Figure 7-1. Types of Estrous Cycles as Reflected by Annual Estradiol (E₂) Profiles



12

Faze pojatvenega ciklusa:

- Med pojatvenim ciklusom potekajo:
 - ciklične spremembe na jajčnikih,
 - ciklične spremembe koncentracij hormonov,
 - spremembe:
 - v maternični sluznici,
 - na rodilih,
 - v obnašanju samic.

13

Faze pojatvenega ciklusa glede na stanje na jajčniku in spremembe koncentracij hormonov:

a) Folikularna faza:

- rast in razvoj jajčnikovih foliklov (LH in FSH);
- celice, ki obdajajo folikel → **estrogeni hormoni**:
 - delujejo parakrino (lokalno v jajčniku) in
 - s krvjo potujejo po celotnem organizmu;
- po **ovulaciji** (posledica intenzivnega a kratkotrajnega dviga LH) - na mestu folikla → **rumeno telo**;
- ovulacija - pri večini domačih živali spontana;
- pri nekaterih vrstah (npr. kunec, podlasica, kamelidi) - po stimulaciji vagine → inducirana

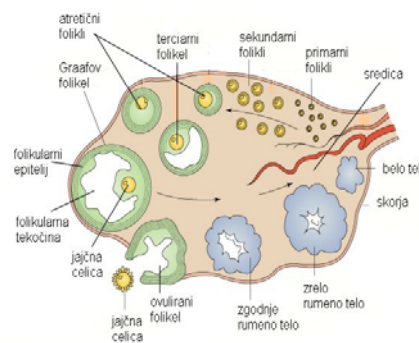
14

b) Lutealna faza:

- po ovulaciji - iz spremenjenih celic folikla → **rumeno telo (corpus luteum)**;
- Izloča hormon **progesteron** (z razvojem rumenega telesa izločanje narašča);
- Vloga progesterona v tem obdobju ciklusa:
 - priprava samice na brejost;
 - spodbuja izločanje uterinih žlez in
 - preprečuje krčenje maternice;
- če ne pride do oploditve in brejosti - rumeno telo počasi regresira (**luteoliza**) → upadanje koncentracije progesterona.

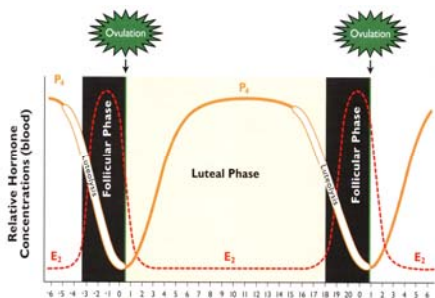
15

Jajčnik z različnimi razvojnimi stopnjami foliklov:



16

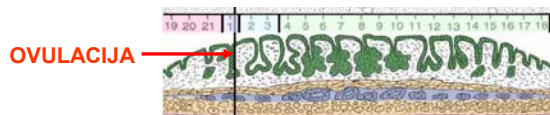
Spremembe koncentracij hormonov med pojatvenim ciklusom:



17

Faze pojatvenega ciklusa glede na stanje na maternični sluznici:

- **faza brstenja (proliferacijska faza) – pred ovulacijo:**
 - celice sluznice se razmnožujejo,
 - sluznica se zadebeli in s tem pripravlja na sprejem oplojenega jajčeca)
- **faza izločanja (sekrecijska faza) – po ovulaciji:**
 - sluznica prične izločati sekret, ki služi za prehrano zarodka v prvih dneh po vsaditvi (implantaciji)



18

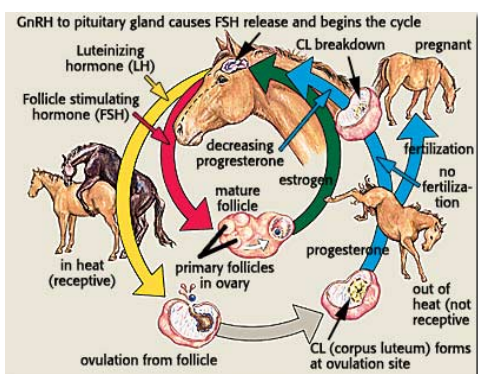
Faze pojatvenega ciklusa glede na spremembe na rodilih in obnašanje :

- **Proestrus** (predstopnja pojatve) - pod vplivom FSH in LH → rast foliklov → izločanja estrogenov → spolni organi (stimulirana prekrvitev in rast celic)
- **Estrus** (višek pojatve) - samica sprejme samca (parjenje in oploditev):
 - pod vplivom estrogenov (iz zrelega folikla tik pred ovulacijo).
- **Metestrus** - ↓ estrogenov + ↑ progesterona (rast in razvoja rumenega telesa):
 - vpliv na maternico: endometrij zadebeli, uterine žleze se povečajo, celice miometrija pa se začnejo razvijati.

- **Diestrus** - obdobje razvitega rumenega telesa:
 - do začetka luteolize (naslednjega diestrusa (pri poliestričnih živalih),
 - preide v anestrus (ob koncu obdobja parjenja pri sezonskih živalih).
- **Anestrus** - značilen za vrste s sezonsko reprodukcijsko aktivnostjo;
 - obdobje, ko ciklični procesi razmnoževanja prenehajo,
 - maternica in vagina se zmanjšata,
 - traja do začetka naslednje reprodukcijske sezone.

20

Pojatveni ciklus (estrus) pri kobil:



21

12.2.2 PUBERTETA:

- pri samicah - obdobje, ko se pojavi prva pojatev, spremljana z ovulacijo;
- nastanek: ko so v CNS doseženi pogoji za sproščanja GnRH → stimulira izločanje LH in FSH iz adenohipofize.
- vplivi:
 - podnebne razmere,
 - prehrana in
 - vplivi dednosti.
- zato:
 - medvrstne razlike
 - razlike znotraj posamezne vrste.

22

Tabela 8.3: Začetek pubertete, starost ob prvem pripustu, trajanje pojatvenega ciklusa, gonitve (estrusa) in nastop ovulacije pri domačih živalih

Vrsta	Začetek pubertete	Starost ob prvem pripustu	Trajanje ciklusa	Trajanje gonitve	Nastop ovulacije
kobila	18 mes	2 – 3 leta	21	5 – 6 dni	zadnji dan gonitve
krava	1 – 2 leti	1 – 2 leti	21 dni	18 ur	12 ur po koncu gonitve
ovca, koza	8 mes	1 – 1,5 let	17 – 20 dni	40 ur	30 – 36 ur po začetku gonitve
svinja	7 mes	8 – 10 mes	21	45 ur	36 – 40 ur po začetku gonitve
psica	6 – 12 mes		7 – 8 mes.	7 – 9 dni	prvi ali drugi dan gonitve

23

12.3 BREJOST IN POROD

- Brejost:
 - obdobje, med katerim nerojeni mladiči žive v telesu matere;
 - začetek ob oploditvi;
 - zaključek - s porodom,
 - vključuje tudi obdobji implantacije in placentacije;
- Nerojeni mladič:
 - **zarodek (embrio)** - v zgodnjem razvojnem obdobju;
 - **plod (fetus)** - po izoblikovanju notranjih organov

24

12.3.1 Parjenje (kopulacija) pri domačih živalih

- **pojavno obnašanje samic (ženski spolni hormoni)**
→ vpliv na obnašanje samcev; **več faz:**
- vonjalni, vidni, slušni dražljaji → vzdraženje NS samca → **dvorjenje**;
- **erekcija** = nabrekanje penisa (povečan pritok, zmanjšan odtok krvi iz brecil).
- **kopulacija** (paritev):
 - vzpenjanje samca na samico + penetracija (prodiranje) penisa v vagino (uspešna le, če jo samica sprejme!).
- draženje receptorjev v sluznici penisa → refleksni izliv semena (**ejakulacija**) – zaradi vzdraženja simpatičnega živčnega sistema;

12.3.2 Oploditev in zgodnji embrionalni razvoj

- pri parjenju samec preda seme v ženski spolni trakt (vagina ali maternični vrat);
- **oploditev** = združitev moške in ženske spolne celice (praviloma v jajcevodu)
- transport spermijev v jajcevod:
 - krčenje maternice zaradi:
 - oksitocina, ki se sprosti ob koitusu in
 - prostaglandinov v spermi;
 - gibanje spermijev nima pomembnejše vloge;

26

Sposobnost za oploditev:

- spermiji:
 - postanejo povsem sposobni za oploditev šele v ženskih genitalijah = **kapacitacija**;
 - oploditvena sposobnost v rodilih :
 - krave, ovce in svinje 24 do 48 ur,
 - psice 90 ur in
 - kobile celo 120 ur (5 dni);
- ovulirana jajčna celica (v jajcevodu) - sposobna za oploditev največ 24 ur.

27

Tabela 8.4: Potovanje spermijev do mesta oploditve in vstop oplojenega jajčeca v maternico ter čas ugnezditve

Vrsta	Potovanje spermijev do mesta oploditve	Vstop oplojenega jajčeca v uterus [dnevi po oploditvi]	Čas vgnezditve [dnevi po oploditvi]
krava	2 – 13 min	3 – 4 dni	30 – 35 dni
ovca	6 min. – 5 ur	3 – 4 dni	15 – 18 dni
svinja	15 min		14 – 20 dni
kobila		3 – 4 dni	30 – 35 dni
koza	5 min. – nekaj ur	4 dni	20 – 25 dni
psica	2 min – nekaj ur	5 – 6 dni	15 dni

28

A) Oploditev

- **združitev moške spolne celice (semence) in ženske spolne celice (jajčeca) v eno celico – zigoto:**
- obe spolni celici (gameti) – enojno število kromosomov,
- zigota dvojno število kromosomov (značilno za posamezno živalsko vrsto).

29

B) Zgodnji embrionalni razvoj in implantacija

- združitev dveh haploidnih zrelih spolnih celic → diploidna oplojena jajčna celica = **spermovij (zigota)**
- delitev oplojene jajčne celice pri sesalcih:
 - poteka z mitozo;
 - začne se ~ 12 - 24 ur po oploditvi;
 - poteka ves čas, ko potuje oplojena jajčna celica po jajcevodu.

30

- prva mitotična delitev zigote = **brazdanje** → 2 hčerinski celici – **blastomeri**;
- sledi več delitev celic → gručica 16 do 32 celic = **morula**;
- v naslednji fazi razvoja → **blastula (blastocista)**:
 - mehurček z enoskladno celično steno (= **trofoblast**) - votlinica (**blastocela**)
 - v notranjosti - celice urejene v vozlič (= **embrioblast** ali **embrionalni vozlič**).

31

- ko prispe morula ali blastula v maternico:
 - celice trofoblasta → stik z maternično sluznico → zasidranje (**implantacija**) zarodka v maternično sluznico;
 - hitra rast blastociste (= **gastrulacija**) → preoblikovanje v večplastni embrio (= **gastrula**):
 - diferenciacija embrionalnega vozliča → **primarni klični listi** (ektoderm, mezoderm in entoderm) = osnova organov.
 - blastocel se preoblikuje ali celo izgine;
 - razvije se nova votlina - **gastrocel** ali **pračrevo**.

32

C) Placentacija

- prehranske potrebe razvijajoče se blastociste:
 - difuzija iz rumenjaka v oocitu in
 - sekret jajcevoda in maternice (**maternično mleko**),
- nagla rast embria → celice v sredini se ne morejo več prehranjevati z difuzijo;
- iz kličnih listov → membrane, ki komunicirajo s krvnim sistemom matere → omogočajo preskrbo zarodka s HS,
- **razvoj membran (= plodovih ovojníc) - placentacija,**
- **njihovo skupno ime - placenta.**

33

Plodove ovojnice:

- amnij
- alantolis
- horij
- rumenjaka vrečka

34

Amnij:

- mehur, ki ovija embrio;
- v votlini amnija - **amnjska tekočina**:
 - iz urina plodu, sekreta dihal in ustne votline, tekočine iz materinega krvnega obtoka.
 - ščiti fetus pred udarci iz zunanosti,
 - omogoča širjenje in vlaženje porodne poti med iztiskanjem plodu.
- zunanja plast v stiku z alantolisom,

Alantolis:

- tudi oblikuje votlino, ki komunicira z uropoetskim aparatom embria;
- **alantolisna tekočina** - sestavljena iz:
 - fetalnega urina in
 - izločkov alantolisne membrane;
- zunanja plast zlita s horijem.

35

Horij (horion)

- zunanja embrionalna ovojnica;
- ovija celotni embrio in s tem tudi ostale tri plodove ovojnice;
- oblikuje stik s sluznico maternice ob implantaciji – resice:
 - hitra izmenjava snovi med materjo in razvijajočim se plodom;
 - razporeditev - vrstno specifična.

Rumenjakova vrečka

- ima stik s srednjim črevesom embria;
- omogoča prehrano med zgodnjim embrionalnim razvojem.

36

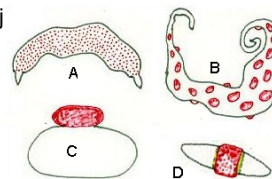
D) Placenta

- Sestavljena iz:
 - horija (placenta plodu) in
 - sluznice maternice (placenta maternice);
- placente vseh placentalnih sesalcev:
 - nekatere skupne strukturne in funkcionalne lastnosti,
 - določene medvrstne razlike;

37

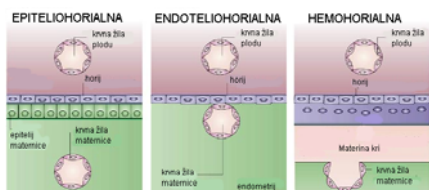
Vrste placent glede na obliko in površino stika med tkivi fetusa in matere:

- **difuzna (A)** - vključena skoraj vsa površina horija,
 - konji, prašiči;
- **kotiledonarna (B)** - številna, omejena področja stika med horijem in endometrijem = **placentomi (fetalni del = kotiledon, materin del = karunkel)**;
 - prežvekovalci.
- **diskoidna (C)** – okrogla: primati in glodalci.
- **pasasta (D)** - tkivni trak, ki obkroža fetus: psi in mačke,



38

Tipi placent glede na strukturo:



- **Epiteliohoriorna:** horion v direktnem stiku z epitelijem maternice → prašiči, in konji.
- **Sindezmohoriorna:** horion (na kotiledonih) delno prodre v epitelij maternice → prežvekovalci;
- **Endoteliohoriorna:** horion v direktnem stiku z endotelom krvnih žil matere → mesojedi
- **Hemohoriorna:** horion v direktnem stiku s krvjo matere → primati,

39

Pomen placente:

- **omogoča selektivni prenos hranilnih snovi in odpadnih produktov med materjo in plodom, ki je mogoč zaradi stika med njunima krvnima obtokoma.**
- v placenti običajno ne pride do mešanja krvi matere in ploda.
- placenta - zelo kompleksno tkivo:
 - prepušča nekatere snovi,
 - številne tudi metabolizira;
 - zaradi medvrstnih razlik v histološki zgradbi - razlike v transportu snovi skozi njo.

40

Prenos skozi placento:

Prenos plinov:

- dihalni plini (O_2 , CO_2) - difuzija zaradi razlik v delnih tlakih;
 - O_2 : kri matere → kri ploda,
 - CO_2 : kri ploda → kri matere,

Prenos hranilnih snovi:

- glavni vir energije za plod – glukoza:
 - kri matere → kri ploda (olajšana difuzija).
 - del - v placenti se pretvori v laktat (tudi vir energije za plod)
- aminokisliline:
 - aktivni transport;
 - ob prehodu se nekatere presnovijo v druge oblike;
- maščobe - precejšnje medvrstne razlike;

41

Prenos protiteles iz matere v plod:

- **odvisen od zgradbe placente → medvrstne razlike:**
 - primati, glodalci: ob koncu gravidnosti prenos imunoglobulinov G.
 - prežvekovalci, konji in prašiči - imunoglobulini se ne prenašajo skozi placento → novorojenci v krvi nimajo protiteles, dokler jih ne dobijo iz kolostruma.

Ekskrecijski organ:

- odstranjevanje različnih produktov presnove ploda,
- Izločanje nekaterih zdravil;

Endokrini organ:

- sinteza in izločanje številnih hormonov, pomembnih za ohranjanje brejosti in porod

42

12.3.3 Brejost

- od oploditve jajčne celice dalje plod vpliva na organizem matere in omogoča ohranitev rumenega telesa (corpus luteum graviditatis) in endometrija v fazi sekrecije;
- **Progesteron:**
 - omogoča vzdrževanje normalne brejosti;
 - zvišuje prag vzdražljivosti gladkih mišičnih vlaken maternice → mirovanje maternice → preprečuje zvržavanje plodu (*abortus*).
- **Estrogeni** (namesto progesterona pred porodom):
 - pospešujejo rast in razvoj gladkih mišic,
 - pospešujejo sintezo prostaglandina PGF-2α in
 - sprožijo nastanek oksitocinskih receptorjev, kar omogoči porod.

43

- **rast plodu** - najintenzivnejša v zadnji polovici brejosti;
- **razvitost plodu ob rojstvu** (skotitivi):
 - odvisna od trajanja brejosti;
 - daljša brejost → razvitejši plod ob rojstvu.
- **trajanje brejosti** - odvisno od:
 - telesne velikosti vrste,
 - življenjske dobe,
 - števila mladičev v leglu in
 - stopnje udomačitve.

44

Tabela 8.5: Trajanje brejosti in število mladičev pri domačih živalih

Vrsta živali	Trajanje brejosti		Število mladičev
	normalni razpon (dnevi)	povprečje	
kobila	320 – 355	11 mesecev	1 – 2
krava	264 – 306	9 mesecev 10 dni	1 – 2
drobnica	144 – 157	5 mesecev	1 – 3
svinja	115	3 mesece, 3 tedne 3 dni	4 – 18
psica	63		2 – 8
mačka	60		2 – 6
kunčica	30		8 – 12

45

- zaradi rasti plodu → intenzivna rast maternice (spremba oblike in vloge) = **fiziološka hipertrofija maternice** (bistvena za iztiskanje plodu med porodom);
- spremembe spolnih organov in mlečne žleze;
- spremembe celotnega organizma matere:
 - metabolizem → intenziviranje (zaradi velikih potreb rastočega ploda po hranilnih snoveh);
 - povečanje resorpcije hranilnih snovi iz prebavil in izkoristek mineralnih snovi;
 - brejost - velika obremenitev za krvni obtok matere → udarni volumen srca matere se poveča za 20 – 30%.

46

12.3.4 Porod

- **fiziološki proces, med katerim maternica iztisne plod in plodove ovojnice.**
- spremembe pred porodom:
 - povečevanje mlečne žleze, ki nekaj dni pred porodom začne izločati tekočino;
 - sprostitvev vezi okoli korena repa,
 - nabrekanje sramnice,
 - izločanje sluzi iz vulve
 - nekatere samice (npr. svinje) - povečanje frekvence dihanja, dvig telesne temperature
 - spremembe v obnašanju (nemir, pogosto leganje in vstajanje, pogosto uriniranje, nekatere - pripravlanje gnezda;

47

A) Porodna lega, položaj in drža plodu:

- porod mogoč samo, če mladič zavzame pravilen položaj, v katerem preide skozi porodni kanal;
- to se zgodi tik pred porodom (pred tem fetus v maternici leži na hrbtu)



48

- **Lega plodu** = odnos podolžne osi plodu glede na podolžno os matere
 - **vzdolžna** - os plodu vzporedna osi materi ;
 - **prednja** - plod obrnjen proti porodnemu kanalu z glavo
 - **zadnja** - plod obrnjen proti porodnemu kanalu z zadnjico (porod mogoč, življenje plodu zaradi stisnjene popkvine lahko ogroženo)
 - **prečna** - os plodu pravokotna na os matere (**naraven porod ni mogoč!**).

49

- **Položaj plodu** - obrnjenost hrbta plodu k hrbtu matere:
 - **zgornji** - hrbet plodu obrnjen proti hrbtu matere → (plod se najlaže prilagodi krivinam porodnega kanala)
 - **spodnji** - hrbet plodu obrnjen k trebuhu matere (**nepravilen** - onemogoča naravni porod).
 - **stranski** - hrbet plodu obrnjen k levi ali desni strani matere (**nepravilen** - onemogoča naravni porod);
- **Drža plodu** - položaj posameznih delov telesa plodu, predvsem okončin in glave z vratom:
 - **iztegnjena** (**normalna**),
 - **upognjena** (**nepravilna**, oteži ali celo onemogoči porod).

50

Nenormalne lege, drže in položaji plodu (govedo)

- vzdolžna prednja lega, zgornji položaj, upognjena prednja leva noga;
- vzdolžna prednja lega, zgornji položaj, upognjena prednja leva noga;
- vzdolžna prednja lega, zgornji položaj, glava upognjena naprej;
- vzdolžna prednja lega, zgornji položaj, glava upognjena v stran;
- vzdolžna prednja lega, spodnji položaj, upognjena prednja leva noga;
- vzdolžna prednja lega, zgornji položaj, upognjene zadnje noge;
- vzdolžna zadnja lega, zgornji položaj (medenična vstava)
- prečna lega, zgornji položaj

51

B) Vloga hormonov pri porodu

- Najpomembnejša hormonalna sprememba - tik pred porodom:
 - **povečanje sinteze in izločanja estrogenov** iz placente, (zaradi povečanega izločanja **kortizola** iz nadledvične žleze zorečega ploda) → pospešena sinteza kontraktilnih proteinov v miometriju;
 - izločanje **PGF2α** → razgradnja rumenega telesa (pri samicah, ki ga imajo) → **padec koncentracije progesterona**;
- **Relaksin** (hormon placente) - omehčanje križničnih in medeničnih vezi 24 - 36 ur pred pričetkom poroda;

52

- **↑estrogenov + ↓progesterona** → **maternica iz stanja mirovanja (značilno za brejost) preide v stanje, ko se lahko krči.**
- nastane široko odprta pot iz maternice skozi maternični vrat in vagino = **porodni kanal**;
- ko plod vstopi v porodni kanal → refleksno izločanja **oksitocina** → močna krčenja maternice, ki iztisnejo plod (SLIKA!).

Figure 14-15. Pressure on the Cervix Causes Oxytocin Release and Subsequent Myometrial Contractions.


53

C) Potek poroda:

	Faza poroda		
	I. Odpiranje porodnih poti	II. Izstiskanje plodu *	III. Izstiskanje posteljice
Mehanske sile	redna krčenja maternice	močna krčenja maternice in trebušnih mišic	moč krčenj maternice oslabi
Obdobje	od začetenih krčenj maternice do razširitve materničnega vratu	od razširitve materničnega vratu do rojstva plodu	od rojstva plodu do odstranitve plodovih ovojnic
Dogodki	samica je nemirna, poviša se pulz in frekvenca dihanja; spremembe v položaju in legi plodu;	samica leži, potekajo porodni popadki; razpok alantohoriona in izliv tekočine iz vagine; pojavljanje amnijske vreče v vulvi; razpok amnija in rojstvo plodu;	popadki prenehajo; horijske resice se ločijo od materničnih kript; inverzija horioalantoisa; iztisnjenje posteljice

54


Trajanje posameznih faz [ure]		
I. Odpiranje porodnih poti	II. Iztiskanje plodu *	III. Iztiskanje posteljice
kobila	1 – 4	0,2 – 0,5
krava	2 – 6	0,5 – 1
ovca	2 – 6	0,5 – 2
svinja	2 - 12	2,5 – 3
	*pri vrstah z večjim številom mladičev je ne moremo razmejiti od III. faze)	



1. faza 2. faza - začetek 2. faza - konec

55

Iztiskanja posteljice:



- pri vrstah z enim mladičem - kmalu po rojstvu ploda, redkeje skupaj z njim;
- pri vrstah z večjim številom mladičev:
 - placenta vsakega ploda se porodi skupaj z njim;
 - včasih ga ovija → potrebno jo je takoj odstraniti z nosnic mladiča (kar običajno naredi samica);
- **placenta pri kravi in ovci se mora izločiti v 24 urah, pri kobili pa v 2 do 3 urah po porodu;**

56

12.3.5 Poporodno obdobje (puerperij)

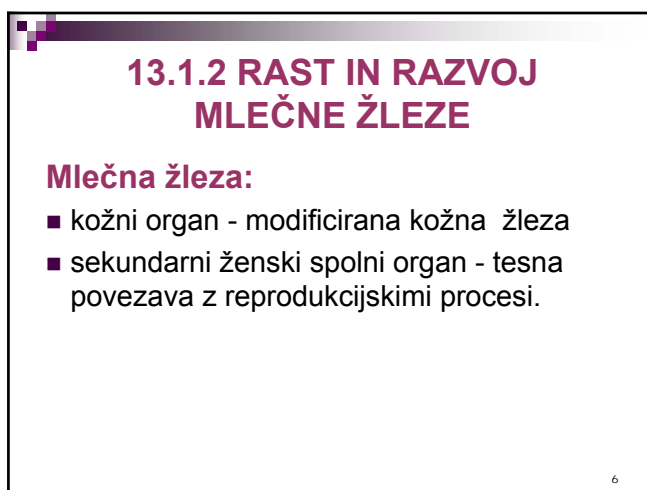
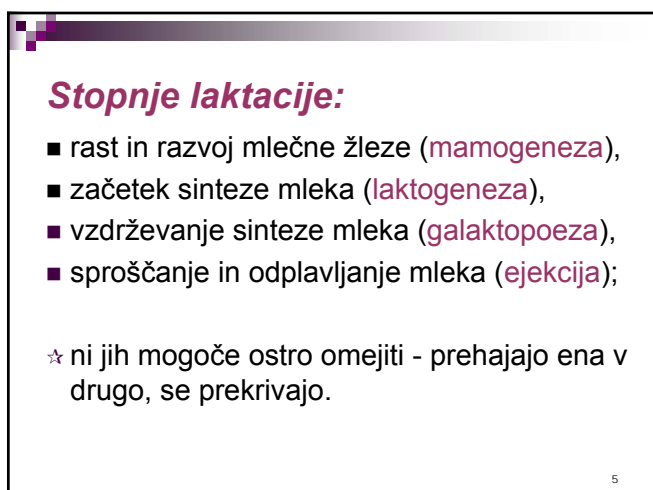
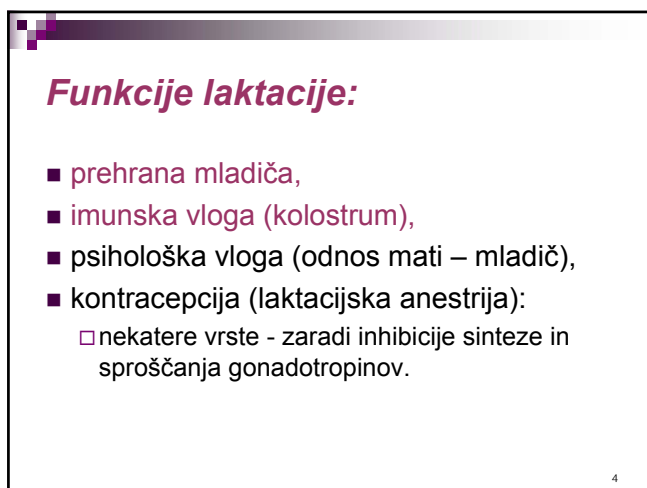
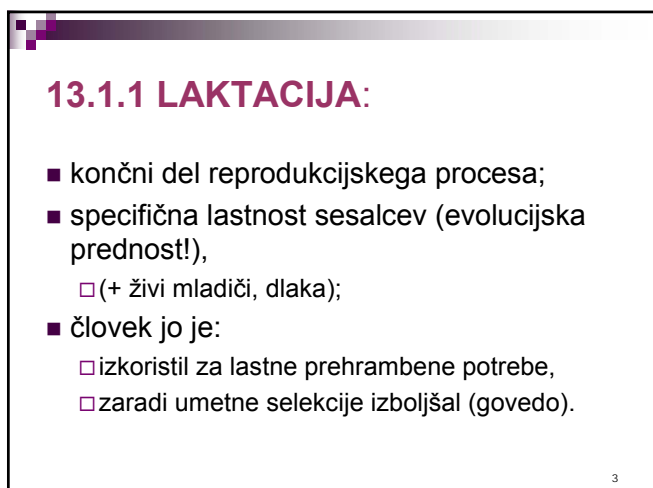
- za to obdobje značilna t.i. **involucija maternice** - proces, med katerim se maternica povrne v stanje pred brejostjo:
 - mesta pritrditve plodovih ovojnic na miometriji se oluščijo, sluznica pa se obnovi;
 - maternica se postopoma krči,
 - celice miometrija pa se zmanjšajo.
- nekaj dni po porodu - izločanje ostankov posteljice, plodovih vod, sluzi,
- sledi zapiranje materničnega vratu (od znotraj navzven).
- spet začnejo rasti jajčnikovi folikli → ponovna vzpostavitev delovanja jajčnikov.

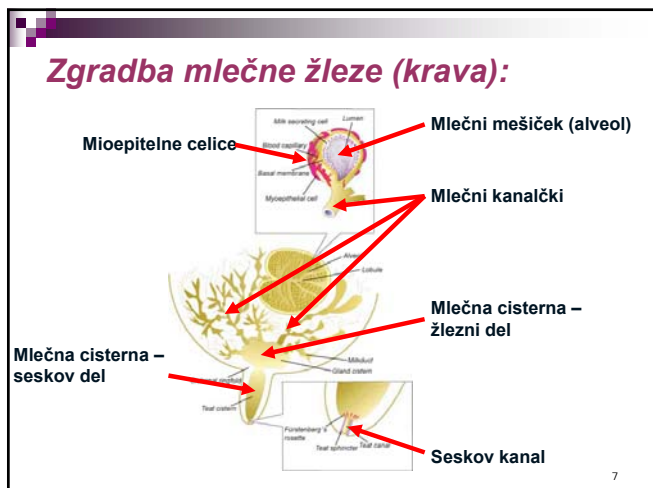
57

Tabela 8.7: Prvi estrus in priporočeni ponovni pripust po porodu

Vrsta živali	Prvi estrus [dnevi po porodu]	Priporočeni pripust [dnevi po porodu]
kobila	6 – 13	25 – 35 (ali druga gonitev)
krava	45 – 90	60 – 90
ovca	naslednja jesen	naslednja jesen
svinja	3 – 5 (ni ovulacije!)	prvi estrus po odstavitvi (3 – 5 dni)

58





- tipična parna struktura:
 - ovca, koza, kobilica – 1 par žleznih kompleksov, dimeljsko področje, tesno skupaj (vime)
 - govedo - 2 para žleznih kompleksov, dimeljsko področje, tesno skupaj (vime):
 - masa – 15 – 30 kg;
 - veliko vime niodraz dobre mlečnosti!
 - mesojedi – 6 do 10 parov žleznih kompleksov, na trebuhu, abdominalno;
 - prašič – 9 parov žleznih kompleksov, na prsih in trebuhu.

- Razvoj mlečne žleze:**
- od rojstva do pubertete - razvoj neznatn (vezno tkivo, maščobe, deloma kanalčki),
 - v puberteti - razvoj sistema kanalčkov (vpliv – estrogeni);
 - dokončen morfološki in funkcionalni razvoj - med brejstjo:
 - estrogeni (placenta) → rast in razvejanje sistema kanalčkov;
 - progesteron (rumeno telo, placenta) → diferenciacija kanalčkov, razvoj mlečnih mešičkov (po predhodnem delovanju estrogenov).

- 13.1.3 SINTEZA IN IZLOČANJE MLEKA**
- omejena sinteza mleka - v drugi polovici brejosti,
 - obilna sekrecija mleka - pred porodom in v poporodnem obdobju;
 - za vzdrževanje laktacije potrebno:
 - vzdrževanje števila alveolarnih celic,
 - ohranjanje njihove aktivnosti,
 - redno odvajanje mleka .

A) Hormoni, ki omogočajo laktacijo:

- Prolaktin (hormon hipofize):
 - stimulira sintezo mleka (kazeina, laktoze);
 - naraste ob stimulaciji vimena in seskov (nevrohormonalni refleksi):
 - največja koncentracija – 30 min po začetku stimulacije;
 - govedo – zadostujejo 12-urni intervali molže.

The diagram shows the hormonal control of lactation. It labels the 'paraventricularno jedro' (paraventricular nucleus) in the 'HIPOTALAMUS' (hypothalamus), which secretes 'sekreција dopamina (PIF) (upade)' and 'sekreција VIP (naraste)'. The 'ADENOHIPOFIZA' (anterior pituitary) secretes 'sekreција PROLAKTINA (naraste)'. The 'KRI' (blood) carries 'koncentracija PROLAKTINA (naraste)'. The 'MLEČNA ŽLEZA' (mammary gland) has 'alveolarne celice' (alveolar cells) and 'doseni rog' (teat). The 'sinteza mleka' (milk synthesis) is stimulated by 'vzdraženje receptorjev v sesku (sesanje / molža)' (stimulation of receptors in the teat (suckling / milking)) and 'hrbtenjača' (spinal cord).

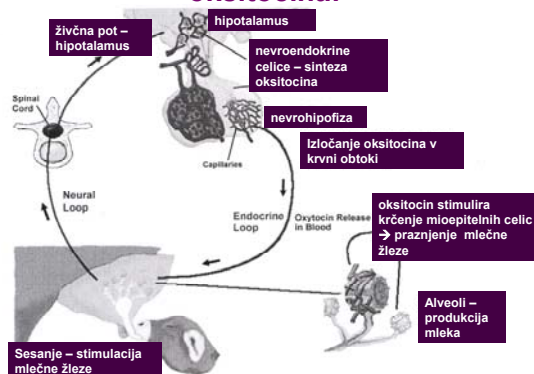
- Rastni hormon (GH, STH):
 - najpomembnejši hormon za vzdrževanje laktacije pri govedu in kozah,
 - uravnava razporejanje HS med mlečno žlezo in ostalimi tkivi + povečan pretok krvi skozi mlečno žlezo → povečana mlečnost;
- Ostali hormoni, ki vplivajo na laktacijo:
 - insulin,
 - ščitnični hormoni,
 - kortikosteroidi
 - prostaglandini,
 - progesteron, estrogeni,
 - glukokortikoidi

B) Praznjenje mlečne žleze:

- mleko nastaja neprekinjeno,
- vse mleko, ki se izloči ob posamezni molži - prisotno v mlečni žlezi v času molže,
- krčenje mioepitelnih celic → dvig tlaka v mlečni žlezi → praznjenje;
- omogoča ga **oksitocin**, ki se izloča zaradi **neurohormonalnega refleksa**:
- izločanje oksitocina → nekaj sekund potem, ko dražljaj doseže hipotalamus,
- traja le nekaj minut → **molža se mora začeti takoj!**
- inhibicija – stres!

13

Neurohormonalni refleks izločanja oksitocina:



14

C) Trajanje laktacije:

- čas izločanja mleka = **laktacijska perioda**;
- višek laktacije:
 - krave 3 - 5 tednov, svinje 3 tedne,
 - drobnica 4 tedne p.p.;
- v tem času se spreminja:
 - **sestava mleka** (5 dni p.p.) in
 - **količina mleka** :
 - krava 20 – 35 kg, koza 2,5 - 3,5 kg,
 - svinja 8 – 11 kg, ovca 8 – 14 kg mleka na dan.

15

- laktacija ne traja neomejeno dolgo,
- ustavi se, če se mlečna žleza ne prazni (molznice – 16 ur!):
 - naraščanje tlaka v alveolah → regresija celic, kanalčkov; sestavine mleka se razgradijo (encimi) ali reabsorbirajo;
- presušitev pri kravah:
 - po ~ 305 dneh laktacijske periode (7. mesec brejosti) → priprava na naslednjo laktacijo;
 - presušitev krajša od dveh mesecev → mlečnost v naslednji laktaciji slabša.

16

13.1.4 SESTAVA MLEKA

- odvisna od energetskih potreb mladiča (hitrost rasti, dozorevanja, klimatski pogoji) → vsebuje vse snovi, ki so potrebne za rast in razvoj mladiča;
- **mleko sestavlja**:
 - vodena tekočina (mlečna plazma) in
 - formirane sestavine (emulgirane mlečne kapljice, celice).

17

A) Fizikalno-kemične lastnosti mleka:

- razlike med vrstami, pasmami, pa tudi individualne;
- pod vplivom prehrane, intervalov molže, zdravstvenega stanja živali;
- **barva**: bela – (lom svetlobe na maščobnih kapljicah),
 - rumenkasta - karotini;
- **vonj**: praviloma brez;
 - vonji snovi iz okolja, nekaterih vrst hrane, hlapnih snovi v izriganem plinu;
- **gostota**: 1,028 do 1,04 kg/L;
 - odvisna od količine raztopljenih soli in maščob;
- **pH (sveže mleko)**:
 - krave, koze - 6,3 - 6,9;
 - kobile: rahlo alkalen
 - svinja: 6,6 do 7,2.

18

B) Kemična sestava mleka:

■ Voda (80 – 90%):

- večinoma - prosta,
- deloma - koloidno vezana (kazein, laktoalbumin);

■ Minerali:

- glavni (kravje mleko): **Ca** (0,12%), **P** (0,10%), **Na** (0,05%), **K** (0,15%), **Cl** (0,11%),
- v sledovih: **Mg**, **S**, **Cu**, **Co**, **Fe**, **J** in **Zn**;

19

Ogljikovi hidrati:

■ laktoza - glavni OH v mleku (glukoza + galaktoza);

- nastajanje - v mlečni žlezi iz krvne glukoze
- vir glukoze pri prežvekovalcih - propionat (fermentacija v vampu);
- koncentracija - različna (**najvišje vrednosti – kopitarji, primati: 6 - 7%**).

20

Maščobe (mlečna tolšča):

- glavna in najbolj variabilna sestavina mleka;
- vplivi prehrane, okolja, medvrstne in medpasemske razlike (**ovce, svinje, psice, mačke 7 - 10%, govedo, koze 3,5 – 5,5%, kobilica 1,6%**),
- emulgirane v obliki drobnih kapljic, obdanih z beljakovinsko membrano (**haptogena membrana**) → emulzija relativno stabilna.

21

■ sestava :

- večinoma – **trigliceridi** (različna dolžina verig in nasičenost maščobnih kislin),
- v manjših količinah - fosfolipidi, holesterol, proste maščobne kisline, monogliceridi, v maščobi topni vitamini (A, D);

■ Vir maščob:

- neprežvekovalci - glukoza;
- prežvekovalci – maščobne kisline (koncentracija pade ob padcu produkcije očetne kisline).

22

Beljakovine:

■ delijo se na:

- **beljakovine kazeinskega kompleksa** (netopne pri $< \text{pH } 4,6 \rightarrow$ **skuta**):
 - kazein (α , β , γ , κ) - nastaja v mlečni žlezi;
- **beljakovine mlečnega seruma (sirotke)**:
 - α -laktoalbumini, β -laktoglobulini (v mlečni žlezi ob razgradnji večjih molekul iz krvi),
 - serumski albumini, imunoglobulini (v mlečno žlezo iz krvi).

23

Kazein:

■ najpomembnejša beljakovina mleka (fosfoprotein):

- frakcije (α , β , γ , κ) - polimeriziranje in združevanje v **micele**;
- vsebuje vse esencialne AK (manj cistina!) → idealna hrana za mladiča.

■ glede na vsebnost kazeina:

- **kazeinski tip mleka** (75 do 85% kazeina) → prežvekovalci (kazein je termostabilen - ob toplotni obdelavi ne koagulira).
- **albuminsko-globulinski tip mleka** (50 – 65% kazeina) → vse druge vrste domačih živali in človek (ob toplotni obdelavi koagulira).

24

Druge organske spojine:

- **vitamini** (B-kompleksa, K – koncentracija neodvisna od vsebnosti v krmi; vitamini A, D, E, karotin – odvisni od prehrane);
- **encimi** (hidrolaze, dezmilaze, oksireduktaze);
- **hormoni**;
- **druge nebeljakovinske dušikove spojine** (nižji peptidi, aminokisliline, sečnina, purinske baze, kreatinin);
- **organske kisline** (mlečna, citronska ...);
- **izločanje zdravil !!**

25

Celične sestavine mleka:

- epitelne celice cisterne, mlečnih kanalov,
 - levkociti;
- * v mleku ne smejo preseči 100.000/ml;
- * v kolostrumu – število močno povečano.

26

13.1.5 KOLOSTRUM (MLEZIVO):

- produkt mlečne žleze, ki se kopiči v njej ob koncu brejosti in izloča po porodu;
- sestava - bistveno drugačna od sestave mleka (prvih 4 do 6 dni p.p.) – vsebuje:
 - več beljakovin (**imunoglobulini**, albumini),
 - več maščob in mineralov,
 - več vitaminov A in E, karotena in riboflavina,
 - manj laktoze kot mleko.
- pomen kolostruma za novorojenca:
 - nenadomestljiv vir hranilnih snovi za mladiče;
 - vir imunoglobulinov;
 - laksativ (odvajanje mekonija);
 - nespecifične protimikrobne snovi (lizocimi, laktoferini).

27

Imunoglobulini:

- prenos pasivne imunosti z matere na potomca (pinocitoza → direktno v kri mladiča);
- vrste s slabo prepustno placento → kolostrum vsebuje več imunoglobulinov;
- vrste z dobro prepustno placento → prehod imunoglobulinov iz matere v potomca že med embrionalnim razvojem.
- absorpcija imunoglobulinov po rojstvu mogoča:
 - prašički, žrebeta, teleta, psički: 1 – 2 dni,
 - jagnjeta, kozlički: do 4 dni;
- **po tem obdobju se imunoglobulini prebavljajo kot druge beljakovine.**

28

13.1.6 BOLEZNI MLEČNE ŽLEZE:

- **Vnetje (mastitis):**
 - vzroki: poškodbe seskovega kanalčka → infekcije;
 - posledice: nastanek vezivnega tkiva (na račun žleznega) → zmanjšanje potenciala za tvorbo mleka.
- **Neoplazije:**
 - najbolj dovzetne – psice;
 - pojav pospešuje izpostavljenost estrogenom, progesteronu (zato: sterilizacija).

29

13.2 NESENJE JAJC PRI PERUTNINI



30

- najpomembnejših razlike med pticami in sesalci:
 - ptice nimajo definirane pojava ciklusa in brejosti;
 - ptice nesejo jajca → embrijo mora imeti na voljo vse snovi, potrebne za razvoj, v jajcu
- najštevilnejše in najpomembnejše domače ptice – kokoši (tudi purani, race in gosi ...);
- zaradi selekcije se razlikujejo od večine divjih vrst ptic:
 - npr.: s selekcijo vzredili pasme kokoši, ki lahko brez prekinitve letno znesejo 250 – 270 jajc, ob tem ne kažejo nagnjenja k valjenju;

31

Vplivi na reprodukcijo ptic:

- najpomembnejši dejavnik v zmernem podnebnem pasu – **fotoperioda** (razmerje med dolžino dneva in noči)
- svetloba stimulira reprodukcijsko aktivnost le, če traja zadosti dolgo (več kot 12 h na dan):
 - v obdobju podaljševanja svetlega dela dneva (spomladi) pospešuje reprodukcijsko aktivnost,
 - v obdobju krajšanja svetlega dela dneva (jeseni) jo zavira.
- manj pomembni – vplivi:
 - prehrana,
 - podnebje in
 - socialne interakcije.

32

13.2.1 ŽENSKI SPOLNI ORGANI PTIC

- **Jajčnik** (razvije se samo levi!):
 - veliko število foliklov različnih razvojnih stopenj - glede na velikost:
 - mali rastoči folikli
 - hierarhični folikli (F1, F2, F3 ...)
 - jajčna celica
 - večja od sesalske,
 - zarodni disk - na P.



33

A) Ovulacija in ciklusi nesenja jajc:

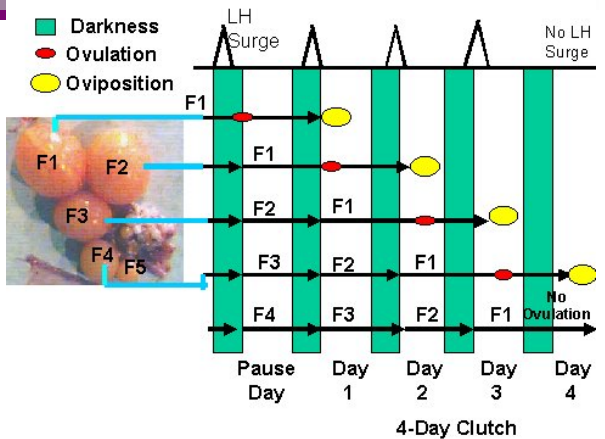
- vzorci ovulacije pri domačih vrstah ptic – različni - odvisni od:
 - časa, ko nastane LH pulz,
 - stopnje razvoja foliklov.
- Pri kokoših:
 - LH pulz - v temnem obdobju dneva;
 - ovulacija v ~26-urnih intervalih (dobre nesnice – < 24 ur);
 - vsaki ovulaciji po 26 urah sledi nesenje jajca,

34

Ciklusi nesenja jajc:

- med ciklusom - dnevno po eno jajce, sledi eno- ali večdnevni premor;
- število jajc v ciklusu odvisno od:
 - pasme kokoši,
 - faze nesnega ciklusa in
 - starosti kokoši.
- kokoš znese 1. jajce ciklusa zgodaj zjutraj, naslednji dan 1 – 2 uri kasneje itd.;
- zadnje jajce v ciklusu - običajno pozno popoldne → ta dan ni ovulacije → naslednji dan ni jajca (= **preskočen dan**);
- ta dan spet ovulacija (LH pulz!) → naslednji dan - nesenje jajca (ciklus se ponovi).

35

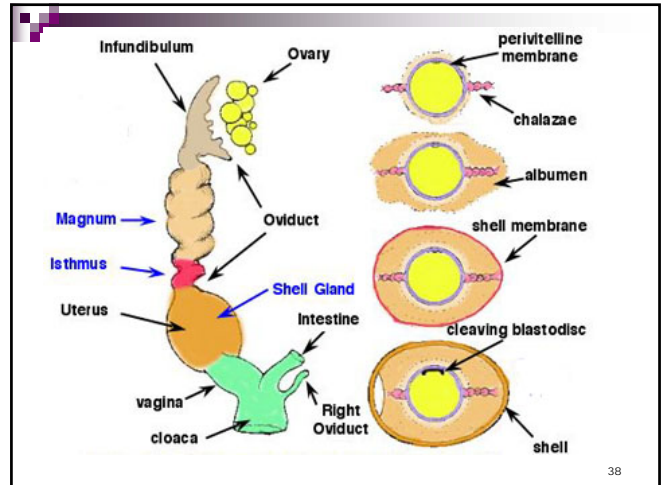


36

B) Jajcevod in njegova vloga pri nastanku jajca:

- jajcevod - povezava med jajčnikom in kloako,
- razdeljen na področja s točno določenimi funkcijami pri produkciji jajca:
 - infundibulum,
 - magnum,
 - istmus
 - uterus,
 - vagina
- nastajajoče jajce v vsakem od teh področij preživi določen čas.

37



38

- **infundibulum ("lijak")** - jajce tu le okoli 15 minut :
 - vanj preide jajčna celica z rumenjkom po zorenju in pokanju jajčnih foliklov (ovulaciji),
 - tu pride do oploditve,
- **magnum ("velik")** - v njem jajce ~ 3 ure;
 - žleze v stenah izločajo beljakovine, ki se naberejo okoli rumenjaka in so osnova beljaka.
- **istmus ("zožitev")**:
 - nalaganje keratinskih open,
 - obračanje jajca → značilna oblika,
 - začetek poapnitve (kalcifikacije) jajčne lupine,

39

- **Uterus (maternica)** - tu se jajce zadržuje okoli 20 ur;
 - žleze v steni izločajo vodeno tekočino → beljakovine močno nabreknejo → jajce pridobi na velikosti, značilna plastovitost beljaka;
 - tvorita se halazi;
 - intenzivno, kasneje pa počasnejše nalaganje apnenčaste lupine (izločanje Ca in bikarbonatov);
 - izločanja barvil, ki obarvajo jajce (ko je lupina že izoblikovana).

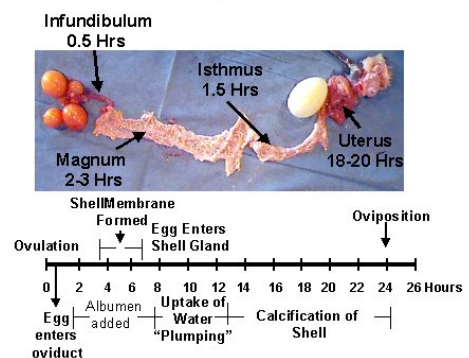
40

■ Vagina (nožnica):

- jajce skozi preide v **kloako**, od tam pa v zunanji svet;
- pri prehodu skozi vagino (zadnjih 30 min pred ovipozicijo) se obda s **kutikulo**:
 - sestava - beljakovine, polisaharidi in lipidi;
 - prekrije pore v jajčni lupini → preprečuje:
 - vdor bakterij v notranjost jajca in
 - izhlapevanje vode iz jajca.

41

Potek nastanka jajca:



42

Nesenje jajca – ovipozicija:

- nastopi 24 do 26 ur po ovulaciji (oziroma takoj po naslednji ovulaciji),
- pomembni številni hormoni:
 - oksitocin,
 - arginin vazotocin (iz hipofize),
 - prostaglandini (iz preovulatornih in tudi postovulatornih foliklov).

43

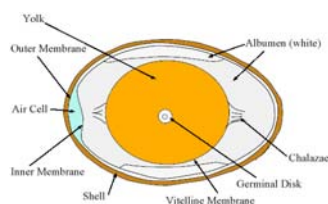
13.2.2 MORFOLOŠKA IN KEMIČNA SESTAVA JAJCA

- jajce = oplojena ali neoplojena jajčna celica perutnine z rezervnimi hranilnimi snovmi;
- ima značilno elipsoidno obliko;
- Funkcije:
 - zaščita zarodka;
 - oskrba zarodka s HS.

44

■ sestava:

- rumenjaki (30 - 35 % mase)
- beljak (55 - 60 % mase)
- jajčna lupina (9 - 11 % mase)



45

Kemična sestava beljaka in rumenjaka

Sestavina jajca	Delež M jajca (%)	Voda (%)	Beljakov.	Lipidi	pH
Beljak	55 - 60	86 - 88	10 - 12		8,4 - 8,6
Rumenjak	30 - 35	47 - 50	15 - 17	28 - 36	5,2 - 5,6

46

A) Rumenjak

- Sestava - snovi, potrebne za embrionalni razvoj:
 - lipidi: večji del organskih snovi v rumenjaku (~ 2/3 gliceroli, 1/3 fosfolipidi, sterolov le okoli 2 do 3 %;
 - beljakovine: predvsem fosfoproteini (različne gostote, npr. ovovitelin, livetin, fosvitin)
- barva: bledorumena do oranžna (odvisno od barvil v hrani, npr. karotin)
- notranjost rumenjaka - iz koncentričnih plasti različne gostote → postanejo vidne pri kuhanju jajca.

47

B) Beljak:

- funkcije:
 - vir vode, beljakovin in mineralov za razvoj embrija,
 - preprečuje vdor mikrobov v rumenjak;
- lastnosti:
 - viskozna, koloidna masa; gostota 1,046-1,052; pH 8,4-8,6;
 - koagulira pri 61°C.
- sestava beljaka:
 - voda: 86-88 %
 - beljakovine: 10,5-12,3 % (ovoalbumin, ovoglobulin, glikoproteidi);
 - v manjših količinah: lipidi, glukoza, mineralne snovi (K, Na, Mg, Ca, Fe, Cu, S - v SH-skupinah v aminokislinah-, fosfati, kloridi).

48

- v beljaku - trije sloji:
 - zunanji (tekoči),
 - gostejši srednji (polovica mase)
 - notranji sloj.
- znotraj beljaka – **halazi**:
 - spiralni beljakovinski vrvci,
 - **pritrjeni**:
 - na eni strani na notranjo opno rumenjaka,
 - na drugi strani na keratinski opni;
 - vloga - zadrževanje rumenjaka oz. kasneje embrija v sredini jajca, dovoljujeta pa omejeno rotacijo.



49


C) Jajčna lupina

Zunanja lupina:

- čvrsta, kristalizirana apnenčasta lupina:
 - CaCO_3 - 93 %
 - ostale sestavine: Mg karbonat, Ca in Mg fosfat, organska masa (3 do 6 %) keratinske sestave.
- funkcije:
 - preprečuje učinke fizikalnih in kemičnih dejavnikov okolja na jajce,
 - ščiti zarodek med razvojem;

50

- v lupini – pore (7-17.000):
 - omogočajo kemično komunikacijo med zračno komoro in zunanostjo (med embrionalnim razvojem - izmenjava CO_2 , O_2 in vode).
- barva:
 - bela do rjavkasta (barvilo ovoporfirin - nastane pri razgradnji Hb).
 - razlike med pasmami!



51

Keratinski opni

- pod trdo lupino:
 - zunanja je čvrsto zraščena s trdo lupino,
 - notranja se prilega na zunanjo, obdaja beljak;
 - na zaobljenem polu jajca se razhajata → zračna komora (nastane, ko se jajce ohladi!)
 - sta polpropustni:
 - dovoljujeta prehod plinov, vode in kristaloidov, ne pa beljaka;
 - preprečujeta vdor bakterij v jajce!

52