

Udržování stálého vnitřního prostředí

homeostatické mechanismy pro

- stálou koncentraci rozpuštěných látek → osmotický tlak
(**osmoregulační funkce**)
- pH (**exkreční funkce**)
- teplotu těla (**termoregulační pochody**)

OSMOREGULACE

Vývoj (a vznik) živočichů v moři -> radiace do sladkých vod a souš.

	Koncentrace solí	Hl. ionty	Další
Mořská voda	3,5 % = 1122 mmol/l	Cl ⁻ Na ⁺	Mg ²⁺ SO ₄ ²⁻ Ca ²⁺
Sladká voda	0 0	Ca ²⁺ Na ⁺ HCO ₃ ⁻	dtto
Brakická voda	0,05-3% 10-1000		

Tělní tekutina (většina) 300 mmol/l

Živočichové **euryhalinní** - snášejí značné změny v obsahu solí ve vodě

stenohalinní

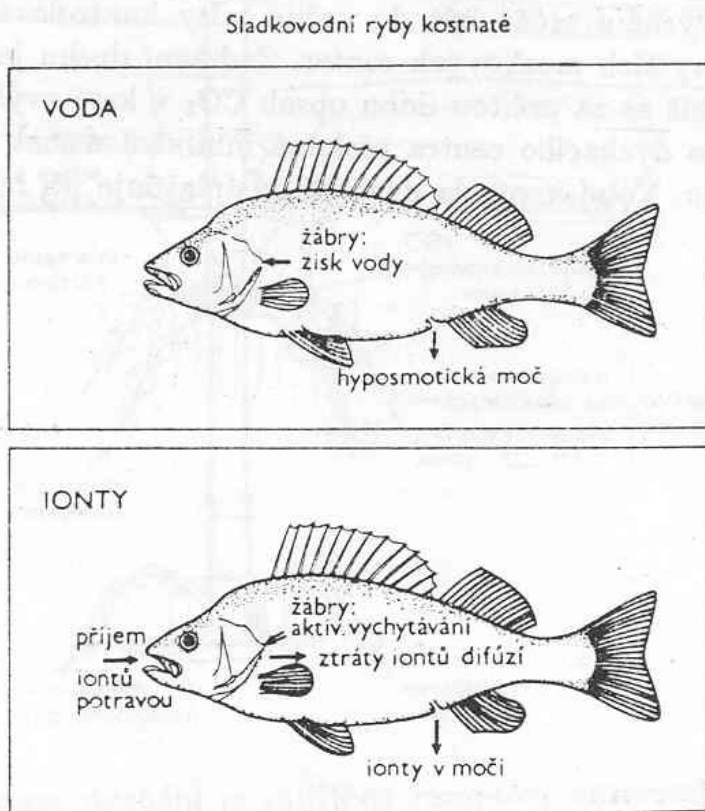
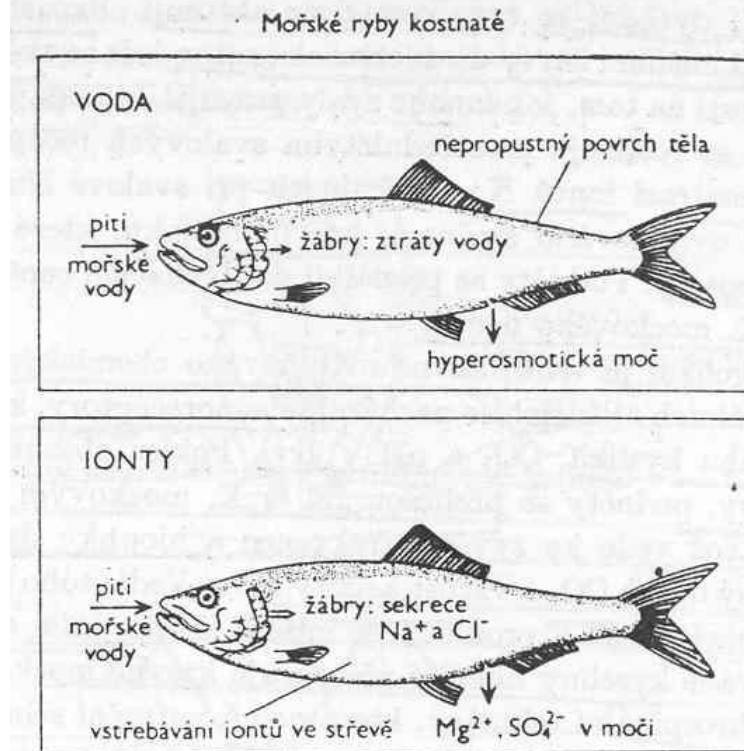
Mnozí bezobratlí – **izoosmotičtí** (stejný osmotickém tlaku, jako je mořská voda)

osmokonformátoři (poikiloosmotičtí) – změni obsah svého vnitřního prostředí

- **osmoregulátoři** (homoioosmotičtí živočichové) - snažit udržovat své vnitřní prostředí stálé

("vybírají si" – **iontová regulace**).

Výrazný vývoj selektivní schopnosti výměny některých iontů – **hypoosmotičtí** živočichové – mořské kostnaté ryby – 3krát řidčí intersticiální tekutina → stálá regulace proti ztrátám vody. Hlavní cesty ztrát vody: žábry a ledviny → zlepšení jejich koncentračních schopností.



ionty pronikají jen na žábrech, povrch těla brání průniku
Sekrece iontů na žábrech

Brakické a sladké vody -
živočichové **hyperosmotičtí** (více solí v tělních tekutinách než ve vodním prostředí) → obrana proti ztrátám solí (moč) a vnikání nadbytečné vody dovnitř (přes žábry)

U **suchozemských** – nebezpečí vodních ztrát.
Úkol: udržení vodní bilance (rovnováha ztrát
vody x mechanismů regulujících příjem).

Mechanismy vodních ztrát

Vypařování

Ztráty vody močí

Ztráty vody výkaly

Mechanismy příjmu vody

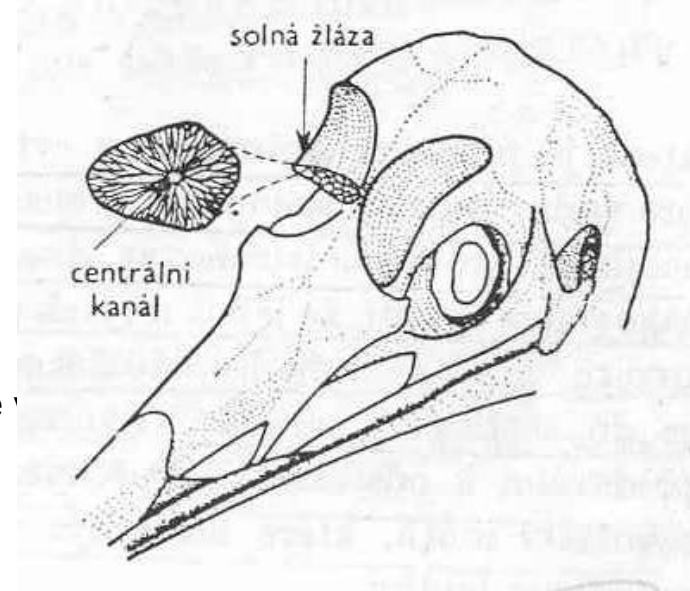
Pití a příjem potravy

Metabolická voda (oxidační) při zužitkování zásobních
látek (tuky)

Osmoregulační orgány

Těsné spojení **exkreční** a **osmoregulační** funkce.

Specializované orgány s osmoregulací –
solné žlázy ptáků a želv na vrcholu hlavy nad očima.
Stejně **slzné žlázy** krokodýlů (vylučují nadbytek iontů z mořské



Stažitelná vakuola prvoků

Řízení přesunu iontů a vody – látkové:

Bezobratlí (žížala, slimák (kroužkovci, plži)) – nervové buňky produkují látky, které řídí obsah vody a iontů v organismu (konc. spád).

Obratlovci – mezimozek – axony – neurohypofýza

(**ADH – antidiuretický hormon** proti tvorbě moči v ledvinách)

z kůry nadledvin (**aldosteron** (zpětná resorpce **Na⁺ iontů** a vody v **ledvinných tubulech** z **primární moči** a naopak vylučování **K⁺** a **H⁺** iontů). Syntézu podporuje **ACTH** (drenokortik. z **hypofýzy**).

Společné působení na úrovni **povrchových membrán** (žábry, kůže, močový měchýř žab) a ledvinných kanálků a na rektální a solné žlázy.

Odvod exkretů

Exkreční ústroje morfologicky rozmanité, společné znaky:

1. kromě **odstraňování nepotřebných** (škodlivých) látek i regulace osmotického tlaku
2. vztah k tělní tekutině
3. **podoba trubic**, které jímají exkreční tekutinu (izotonickou) filtrací (hmyz ne).
4. **resorpce a sekrece** – proti koncentračnímu spádu, potřeba energie (př. ledviny – spotřeba velké mn. energie)

Prvoci, houby, láčkovci, ostnokožci – bez exkrečních orgánů – jen osmóza.

Vyšší živočichové – 4 typy vylučovacích orgánů:

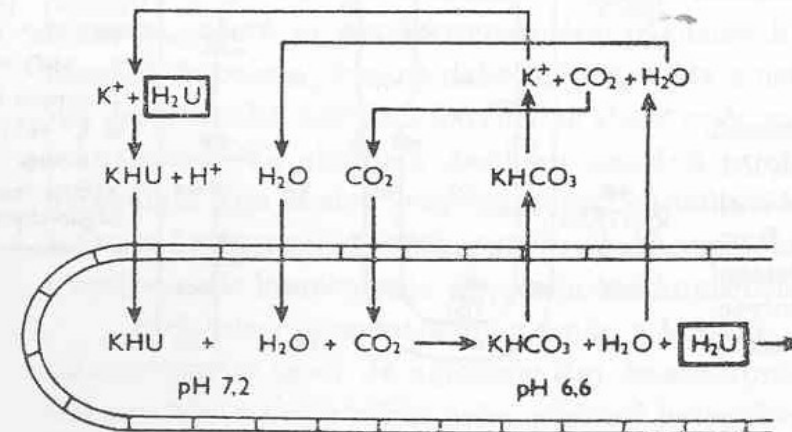
1. **Nefridiální orgány** hlístů, červů, kroužkoců a částečně měkkýšů, (nejjednodušší, mají podobu různých kanálků zakončených plaménkovými buňkami)

2. **Antenální žlázy** korýšů (vylučovací orgán korýšů rakovců, umístěný v hlavohradi a ústící u základu druhého páru tykadel)

3. **Malpighické žlázy** hmyzu (tenké trubicovité rozvětvené žlázy u vzdušnicovců nebo u některých klepítkáčů, ústí do trávicí trubice za středním střevem, jsou volně pohyblivé, jen jedním koncem připojené ke střevu, vylučují z těla sloučeniny dusíku, čímž regulují přítomnost solí v organismu).

Obr. 115. Přesun kys. močové (H_2U) přes stěnu malpighických žláz u hmyzu.

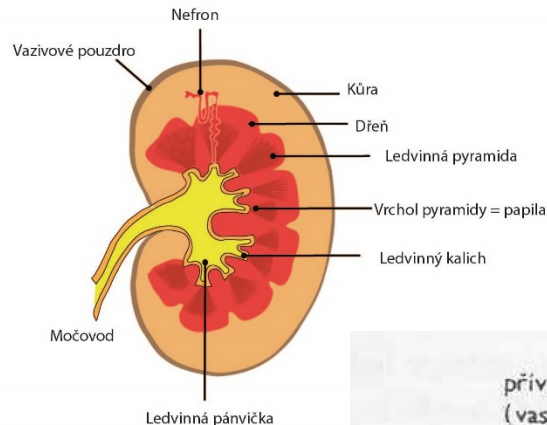
4. **Ledviny** obratlovců



Urát kys. močové

Ledviny obratlovců

Párový orgán, kůra + dřeň z kuželovitých útvarů – pyramid. Hroty do ledvinné pánvičky, z ní močovod (*ureter*) → močový měchýř → močová trubice (*uretra*)

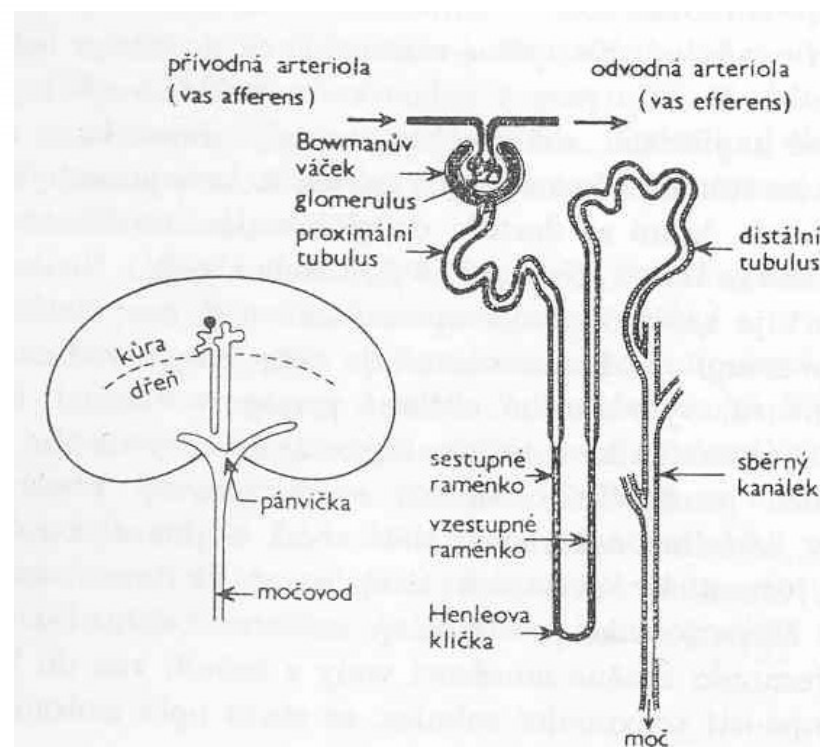


Nefron:

Bowmanův váček v kůře, v něm klubíčko krevních vlásečnic (*glomerulus*). Z Bowm. v. – vinutý kanálek 1. řádu (*proximální tubulus*) – narovnaní – přechod do dřeně – sestupná větev *Henleovy kličky*, vzestupná větev H. k. zpět do kůry, rozšířený zprohýbaný vinutý kanálek II. řádu (*distální tubulus*) → sběrný kanálek v dřeni s dalšími – společný vývod na vrcholu ledvinné pyramidy do pánvičky

a) **kortikální** nefron s krátkou H.k. – téměř celý v kůře

b) **juxtamedulární** nefron – glomerulus v kůře u hranice s dřeni, dlouhá H.k.



Člověk

celkem 1 milión v 1 ledvině. Skot 8 mil., kočka 230000, myš 5000.

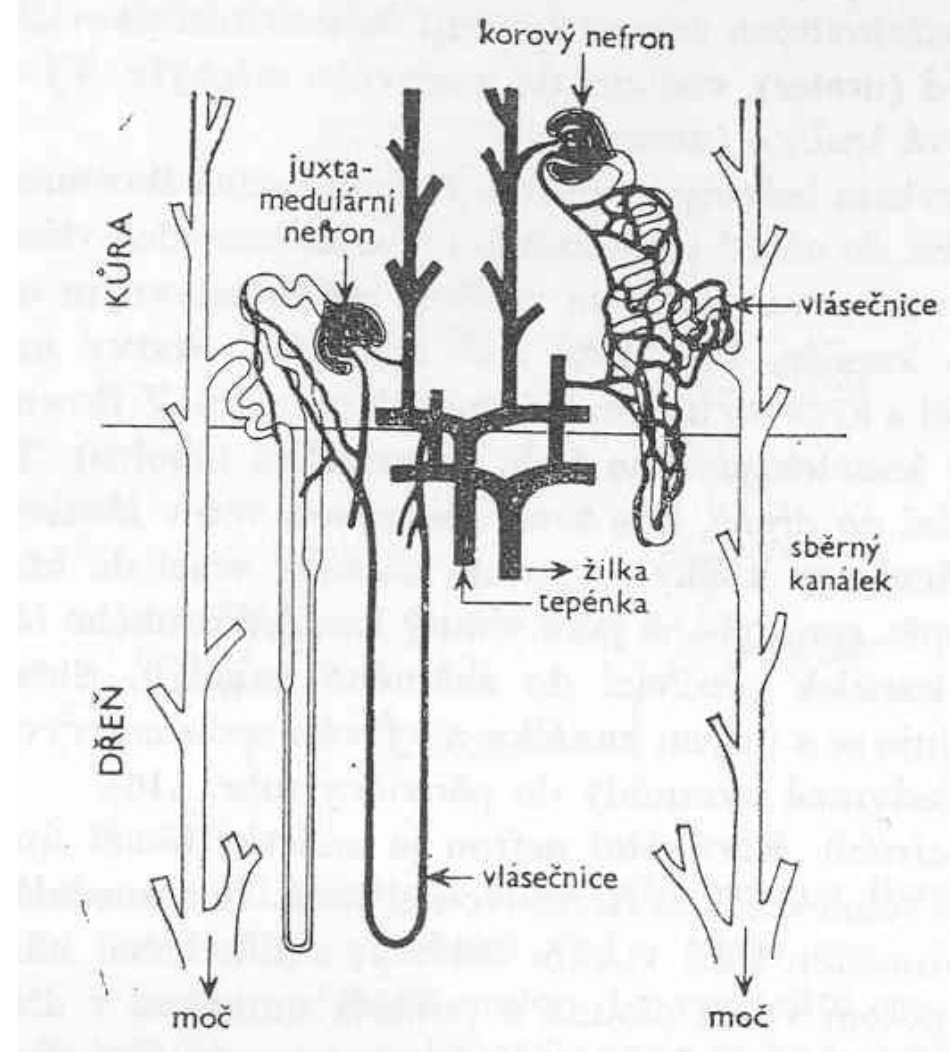
Krevní zásobení
– sestupná aorta →
krátká **renální tepna** –
rozpad na arterioly.

Ty vnikají do ledvin:
větve k Bowmanovým váčkům –
přívodné arterioly (*vas afferens*),
kapiláry v B.v.

→ spojování v **odvodnou arteriolu**
(*vas efferens*),

ty ke kanálkům,
rozpad na vlásečnice →
žilky → renální žíla → dolní dutá
žíla.

Průtoky: člověk 1 300 ml /min.
Práce – stah renálních cév – pokles
průtoku, přesun krve ke svalům.



Obr. 117. Krevní zásobení nefronu.

Funkce ledvin:

oddělení zatěžujících látek z krve –
udržení stálého vnitřního prostředí

Glomerulus: filtr – oddělí tekutinu od
krevních buněk a bílkovin –

izotonický filtrát s krevní plazmou

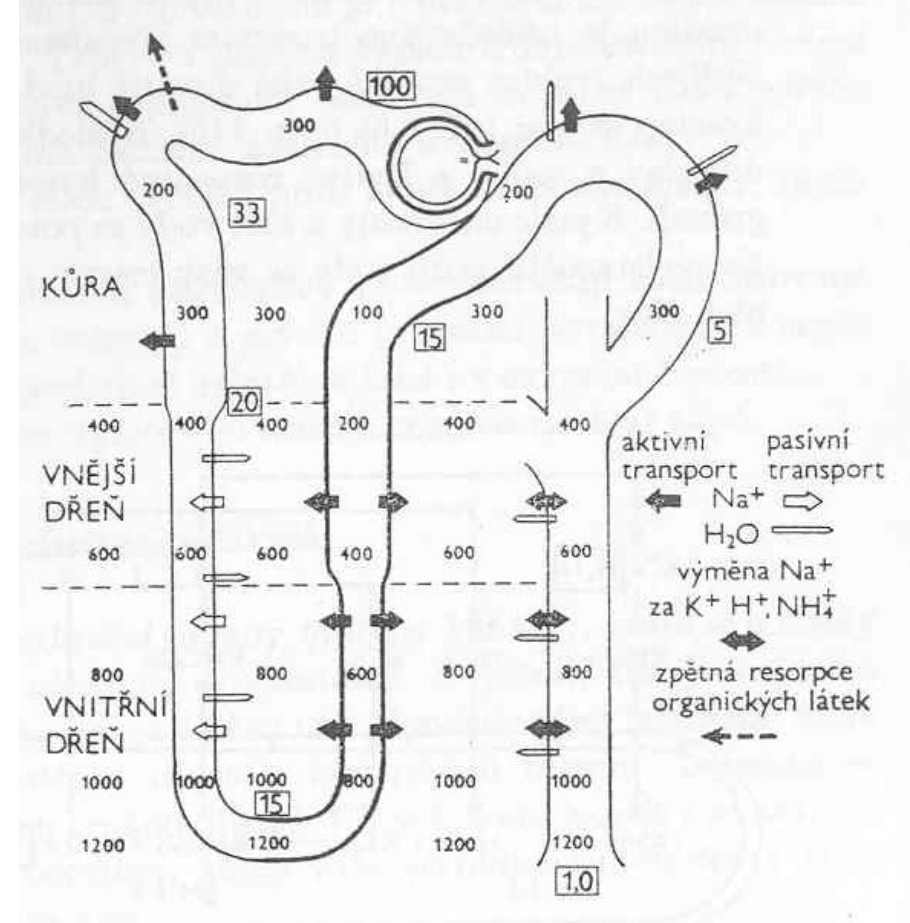
Vyšší tlak krve – vyšší filtrace.

Změny tlaku v Bowmanových váčcích –
závislé na relativním stupni konstriktce
přívodné a odvodné arterioly.

Intenzita glomerulární filtrace – v obou
ledvinách **za den** člověk profiltruje **150 l**
tekutiny – 1200 g NaCl, 200 g glukózy.
Zpětná resorpce.

Účinnost: reabsorpce glukózy – 100 %,
NaCl 99,5 %, vody 99 %.

První dva: aktivní proces s
enzymatickým nosičem + energií, voda –
pasivně osmotickým gradientem.



Amoniový kation

Obr. 118. Schéma procesů probíhajících v tubulech ledvin. Čísla v rámečku udávají procenta vody prošlé Bowmanovým váčkem. Ostatní čísla udávají koncentraci osmoticky aktivních částic v mmol/l.

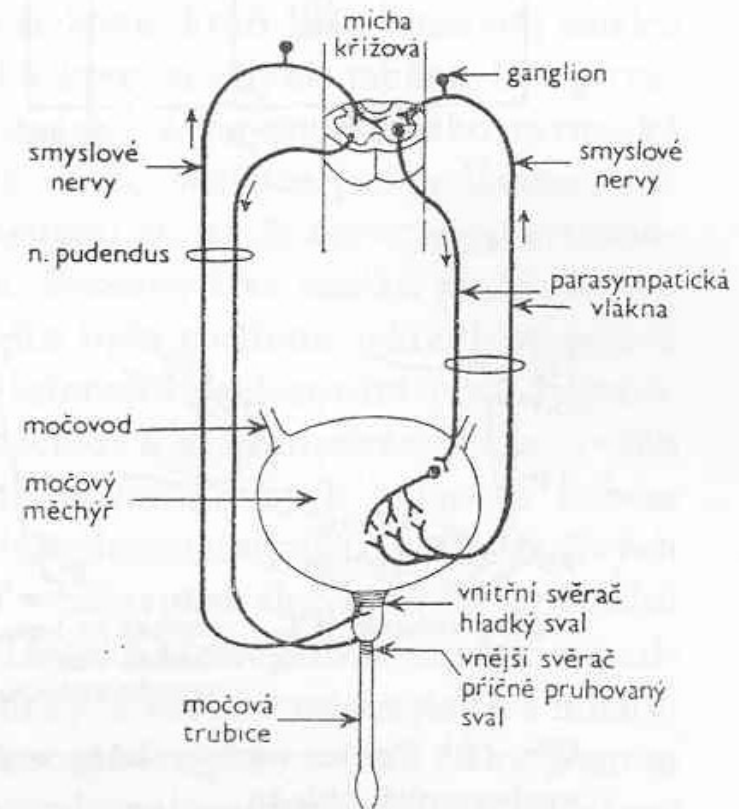
Řízení činnosti ledvin

- a) řízení průtoku krve – nervově – sympatikus
- průtok v kůře – bez výrazných změn, pouze změny krevního tlaku
 - průtok dření – závislý na krevním tlaku – změny periferního odporu v přívodných a odvodných arteriolách a změny v počtech otevíraných kapilár v glomerulech
- b) výměna látek v tubulech – humorální
- **ADH (antidiuretický hormon)** hypofýzy řídí zpětnou resorpci vody změnou velikosti pórů v proximálních tubulech
 - **aldosteron** z kůry nadledvinek zvyšuje reabsorpci Na^+ v distálních tubulech, zvyšuje vylučování K^+ a H^+
 - **paratyreoidní horm.** – (příštítná tělíska), omezuje vylučování vápníku ledvinami a způsobuje větší vyplavování fosforečnanu, snižuje zpětnou resorpci fosfátů

Močení

Močový měchýř – shromažďování moči.
Plastické stěny se svalovými vlákny (hladká), autonomní nervový systém.
Překročení určitého tlaku – (po roztah) – podráždění receptorů – reflex přes křížovou míchu – stah svalů močového měchýře – parasymptikus. Současné uvolnění svěračů močové trubice (somatická nervová vlákna) → vyprázdnění močového měchýře – reflexní děj na úrovni míchy s ovládáním vyššími patry nervové soustavy (vůlí).

Obr. 119. Nervové děje řídicí výdej moči.



Hospodaření teplem

Teplota – faktor ovlivňující intenzitu fyziologických pochodů.

Poikilotermí (ektotermní, studenokrevní) x

x **homoitermní** (endotermní, teplotokrevní) živočichové.

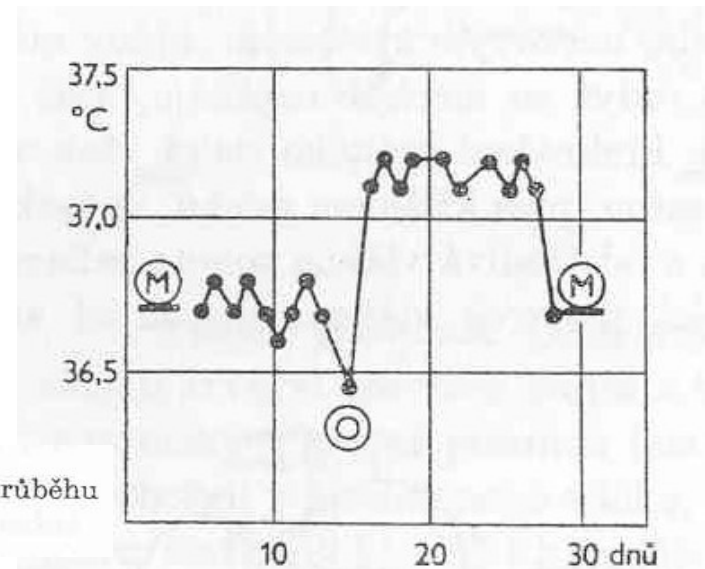
Silná závislost na teplotě prostředí

- ovlivnění aktivitou (zvýšení až o 12° C)
- ovlivnění energií slunečního záření
- aktivní ovlivňování tělesné teploty – včely v úlu

Specifické receptory na teplotní změny – až plazi

Teplota homoiotermů – okolo 37°C savci, ptáci vyšší.

Změny.

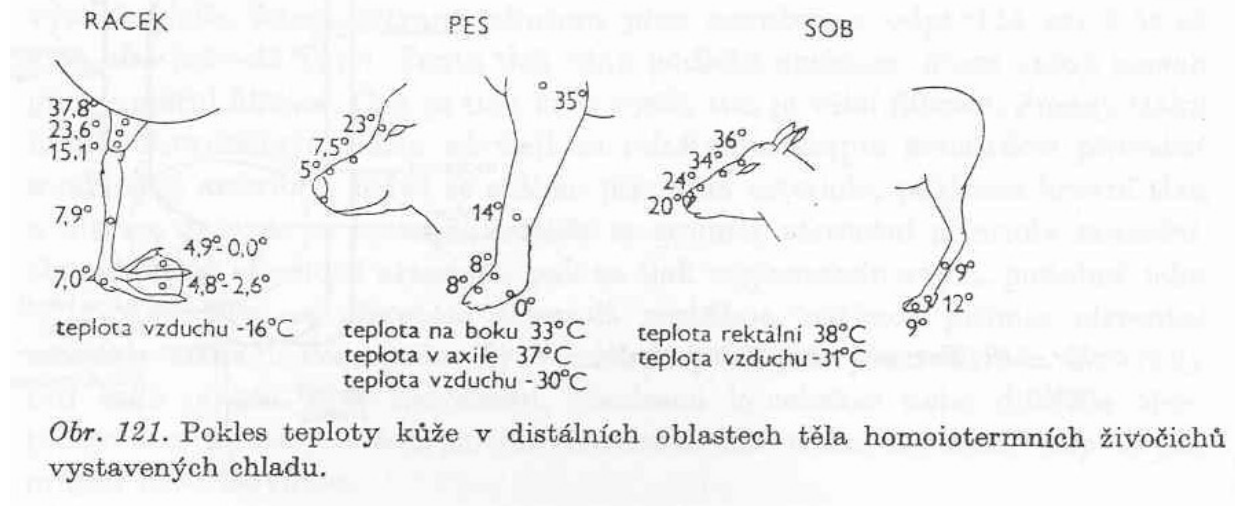


Obr. 120. Změny klidové teploty ženy v průběhu ovulačního cyklu.

Povrchové oblasti – většinou chladnější (i výrazně).

$T > 41^{\circ}\text{C}$ – smrt savců, $T < 25^{\circ}\text{C}$ ireverzibilní poruchy srdeční činnosti (nepravidelnosti převodu vzruchů mezi předsíněmi a komorami).

Stálost tělesné teploty – regulační systémy (vznik x výdej tepla podle prostředí, izolační vrstvy, ...)



Zisk tepla:

- oxidace základních látek (cukry, tuky, bílkoviny) – spalování

a) primárně vedlejší produkt 55 % cukrů – 2,88 kJ/mol (0,69 kcal/mol)

b) štěpení ATP – zbytek (45 %) energie živin → chemická energie

fosfátových vazeb – využitelná pro všechny biologické děje

c) teplo z prostředí – fyzikální cesty

Ztráty tepla: povrchem těla **prouděním** (konvekce), **sáláním** (radiace) - velikost ztrát stoupá se snižující se teplotou okolí. Význam vypařování - stoupá se zvyšující se t okolí. Ztráty tepla **vedením** (kondukce) jsou málo významné ve vzdušném prostředí.

Mechanismy tepelné rovnováhy

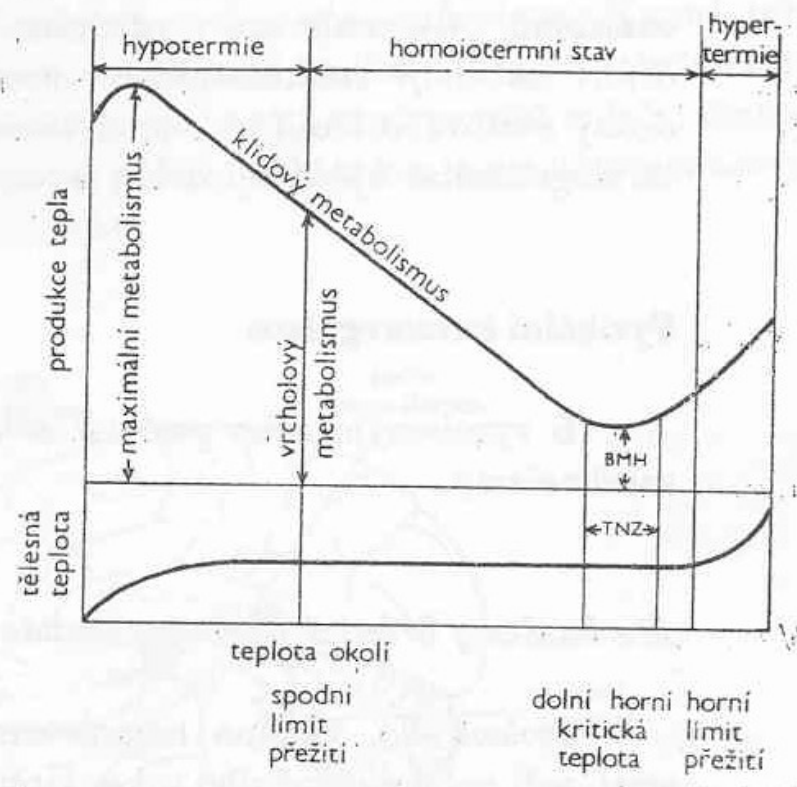
Homoiotermové – při určité t okolí rovnováha mezi výdejem a příjmem tepla bez termoregulačních dějů –

zóna termoneutrality – okolo 30° C.

Různý rozsah.

Přesáhnutí termoneutralní zóny –
činnost termoregulačních mechanismů:
chemické a fyzikální.

Souhra: neurohumorální děje.



Chemická termoregulace

Změny produkce tepla v těle.

Nižší teplota (než termoneutralní zóna) –
teplotní ztráty –

kompensace produkcí tepla (zvýšení metabolismu až organismus nestačí pokrýt tepelné ztráty a prochladá). Metabolický kvocient = 3 – 6.

Chemická termoregulace

Produkce tepla v chladu: svalový třes, netřesová termogeneze.

Svalový třes – primární termoregulační význam. Rytmické nevolní oscilace příčně pruhovaných svalů končetin. Jsou náhodné, nekoordinované. Synchronizace do tzv. výbuchů

Netřesová termogeneze je vyvolána termogenním působením hormonů (**noradrenalin**) ze sympatického nervového systému a dřeně nadledvinek. Novorozenci a chladově adaptovaní živočichové, u větších (nad 10 kg) se nevyskytuje. U malých zvyšuje BMH až 5krát. Je lokalizována v hnědé tukové tkáni a částečně v kosterní svalovině.

Fyzikální termoregulace

Mechanismy hospodaření s teplem (vyrobeným i získaným).

Tepelná obrana proti ztrátám

Izolace těla

Prokrvení kůže

Změny v chování

Tepelné ztráty

Pocení – někteří, potní žlázy nerovnoměrně rozloženy.

Člověk denně až 10 l potu – neutrální - slabě kyselý,

2 % sušiny – kyselina močová, glukóza, NaCl,

nižší mastné kyseliny (zápach). Ztráty tepla dýchacími cestami.

Vazodilatace – při přehřátí – roztažení cév, zvýšení tepelných ztrát povrchem (teplé prostředí, práce, teplé jídlo a pití).

Nepozorovatelné vypařování (*perspiratio insensibilis*) – denní ztráty až 800 ml vody a 1884 J

Chování živočichů

Řízení hospodaření teplem

Fyzikální a chemická termoregulace

- nervový a endokrinní systém

Termorecepce - termoreceptory v kůži

Další reakce:

změny t krve zásobující mozkový kmen.

Integrace - přední hypotalamus.

Nižší termoregulační centra –

segmenty míchy

(vazomotorické reakce, vylučování potu),

mozková kůra - podmíněné reflexy

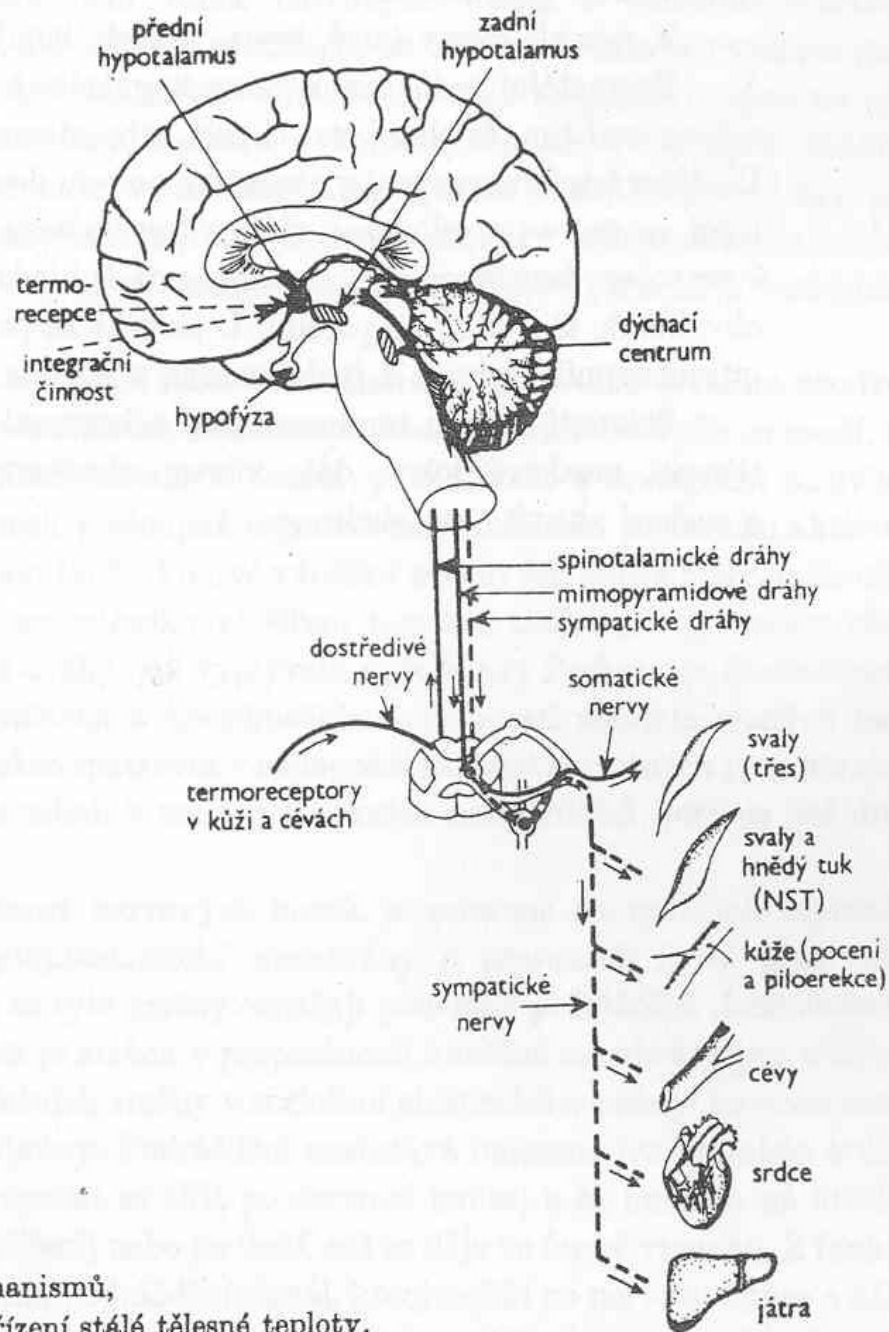
(vazodilatace, pocení - emoce

bez termoregulačního významu,

denní rytmy tělesné teploty).

Odstředivé dráhy

začínají v (zadním) hypotalamu



mechanismů,

řízení stálé tělesné teploty.

Vývoj termoregulace v ontogenezi

Podle kvality termoregulace v okamžiku porodu:

1. zralé formy (kuře, morče)
2. formy s termoregulací odlišnou od dospělců (pes, člověk)
3. nezralé formy (myš, krysa, křeček, holub aj.)

Stárnutí organismu - snižování termoregulačních schopností (menší funkční plastičnost mozkové kůry, zhoršení vazomotorických reakcí, snížení aktivity metabolismu aj.).