

Fyziologie živočichů (a člověka)

Bi2BP_FYZP

III. ročník 1/0/2 Zk

II. část – metabolické funkce

Soustavy: **trávicí**

dýchací

cévní

homeostatické mechanismy

osmoregulace

exkrece – vylučovací soustava

termoregulace

B. Rychnovský

Fyziologie trávení

Potrava – směs energeticky různorodých látek ve vstupní podobě nevyužitelných.

Nezbytnost rozkladu (až na molekuly) →

Zpracování **trávením** prostřednictvím **trávicích enzymů** (chemické procesy).

Lepší průběh – rozmělněná (až tekutá) potrava
→ předchozí mechanické změny.

Trávicí soustava.

Mechanické zpracování potravy

– drcení, zvlhčování → kašovitá hmota
(většinou přední část trávicí trubice)

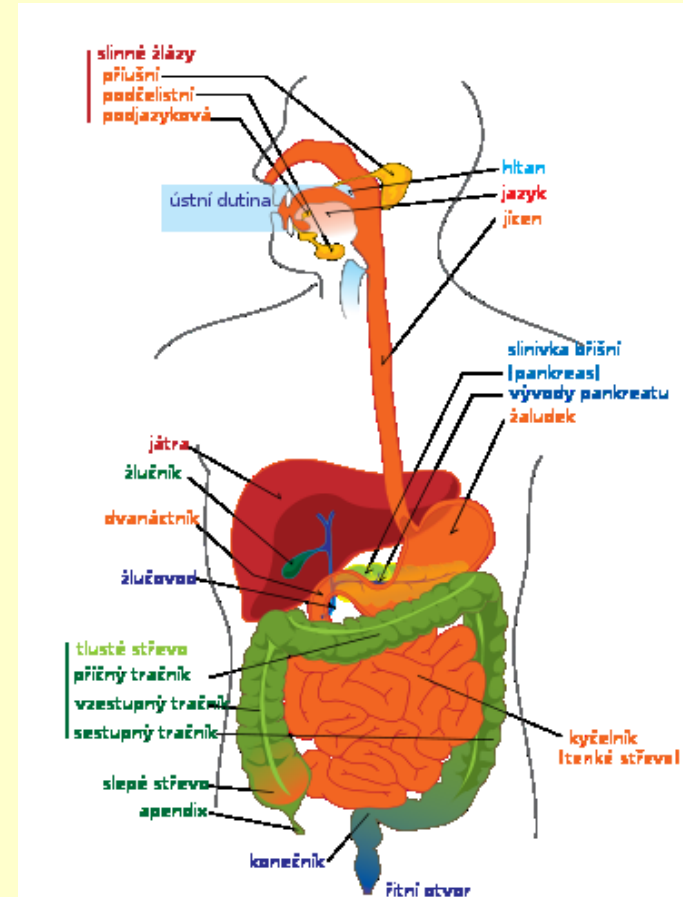
Chemické zpracování potravy –

chemický rozklad pro přechod z trávicí trubice

Intracelulární x extracelulární trávení (smíšené)

Mimotělní x vnitrotělní trávení

Holokrinní (morfokinetická) x apokrinní (morfostatická) sekrece



Způsoby trávení

Prvoci – osmotický způsob (bičíkovci, parazitičtí prvoci, nižší "červi")

- fagocytóza (kořenonožci, ale i želvušky, mlži)
- cytostoma (obrvení) – i pro předchozí: vakuola, cyklóza – malý a velký oběh, kyselá x zásaditá reakce, cytopyge

Láčkovci – potravní váček

Pásnice – poprvé ústa – řiť

Měkkýši – modifikovaná trávicí trubice, proteolýza intracelul., ostatní extra-

Hmyz – ektodermální přední a zadní část s chitinem, entodermální s trávicími žlázami vystýlá peritrofická membrána – mechanicky zpracovává potravu a rezorbuje živiny

Obratlovci

a) přední část (mechanická funkce) – ústní dutina, hltan, jícen

b) žaludek + tenké střevo (chemické zpracování)

c) tlusté střevo + konečník

Rozdíly v trávení mezi bezobratlými a obratlovci

Bezobratlí

- hodně intracelulární trávení (prvoci, houby, láčkovci, želvušky, ploštěnky, měkkýši)
- nejsou odděleny okrsky secernující a rezorbující (hepatopankreas kor. a měkk.)
- **u většiny trávicí enzymy pohromadě**
- **rozklad bílkovin probíhá za neutrální reakce** (u obratlovců za kyselá)
- vyšší stupeň specializace (přizpůsobené složení trávicích šťáv)

Ústa

Zvláštnosti u bezobratlých (minerální kyseliny, antikoagulanty, jedovaté látky, sání šťáv, hedvábí)

Slinné žlázy (standard: 1500 ml denně)

- a) příušní (*glandulae parotis*) – nejmohutnější, mucinózní sliny
- b) podčelistní (*g. submandibularis*) – serozní sliny
- c) podjazykové (*g. sublingualis*) – mucinozní sliny

Složení slin – 99,5 % vody, organické i minerální látky, různé pH

Význam slin

- a) zvlhčování dutiny
- b) potravu
- c) obalování hlenem, polykání
- d) rozpouštění pevných látek
- e) neutralizace kyselin, ředění zásad
- f) dezinfekce – lysozym
- g) termoregulace

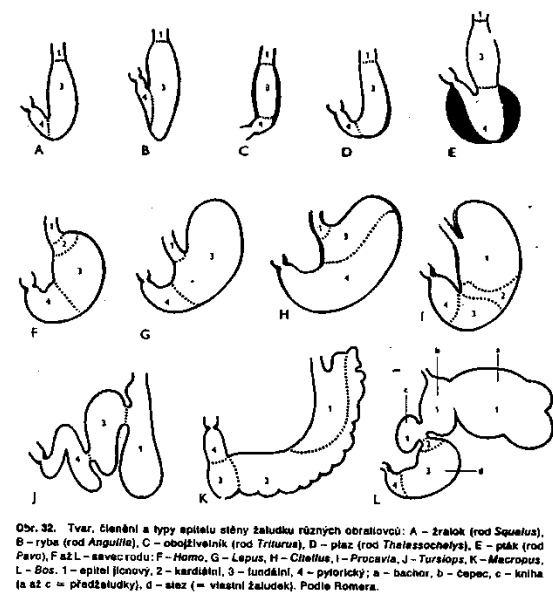
h) trávicí funkce – ptyalin = amyláza + maltáza

Inervace sympatikem (5.) a parasympatikem (7. a 9.)

Jazyk

Zuby

Polykání – transport sousta do zadní části hrdla, posun do jícnu a dál do **žaludku** (*ventriculus*) – prostorný vak (malé a velké zakřivení, jícnová část /česlo – *cardium*/, klenba /*fundus*/, tělo ž. a vrátník /*pylorus*/ se svěračem), stavba stěny jako u střeva (seróza, mezi podélnou a příčnou svalovinou Auerbachova myenterická pleteň, pod ní Meissnerova submukózní pleteň a submukóza se sliznicí – viz střevo).



Ve stěně množství žlázek produkuje žaludeční šťávy (2500 ml denně)

- a) hlavní (*adelomorfní*) buňky – pepsinogen, katepsin, chymozin, keratináza
- b) krycí (*delomorfní*) buňky – HCl (prekurzory), vedlejší buň. – mucinózní hlen

Shromažďování potravy, různé vrstvení

Po napětí stěn (naplněním potravou) – peristaltické pohyby (promíchávání) od klenby. Přesun malých množství tráveniny (*chymu*) do tenkého střeva (dvanáctníku)

Dávení (*vomitus, emesis*) – odstraňování škodlivých látek ze žaludku

Přežvykování (*ruminance*) – potrava z bачoru přes čepce do úst – přeslinění – spolknutí přes knihu (prolistování, velké části zpět do bачoru) do **slezu** (vlastní trávicí žaludek)

Enzymatické vybavení žaludku

Pepsin je aktivován HCl (nebo pepsinem – autokatalytická reakce) štěpí bílkoviny na polypeptidy (molekulová hmotnost do 3000) – tzv. exopeptidáza

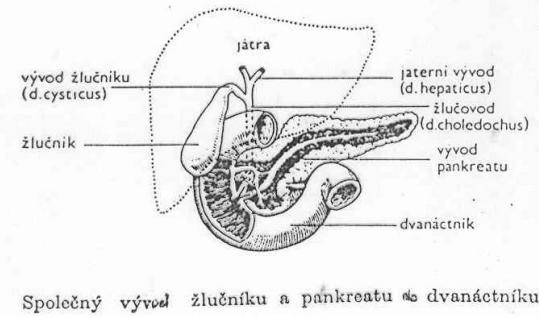
Gastriscin (katepsin, pepsin B) pH 3,8 – před pepsinem

Chymozin (chymáza) – u kojenců pro srážení mléka. Mladí savci mají víc chymázy a méně pepsinu, u dospělých je to opačně.

Lipáza – bez většího významu (kromě mláďat)

Produkce trávicích šťáv je řízena bloudivým nervem, stimulována **gastrinem**.

Tenké střevo – dokončení trávení, vstřebání
dvanáctník (*duodenum*) – 25 cm – vývod trávicích žlaz
 vlastní střevo 3 – 5 m /**lačník** (*jejunum*) + **kyčelník** (*ileum*)



Stavba stěny

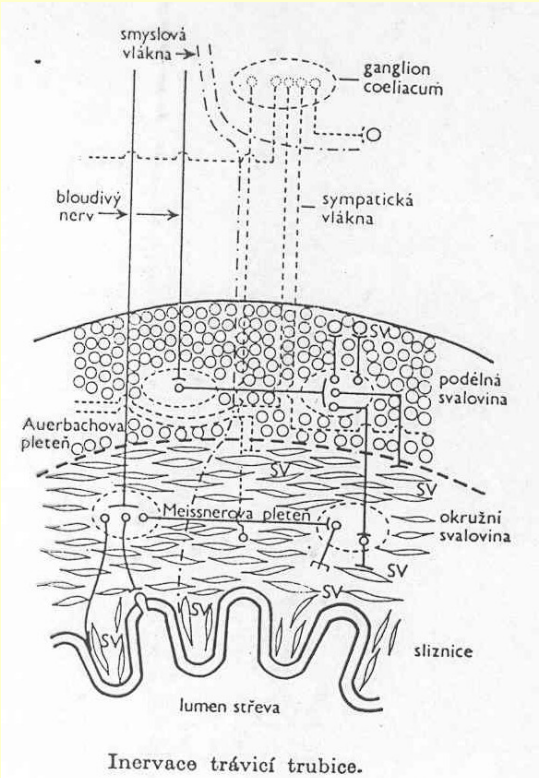
Sliznice střeva s příčnými záhyby, **klky** a mikroklky.

Roztroušené hlenové buňky. Do klků tepénky a žilky → kapiláry, slepá miznice.

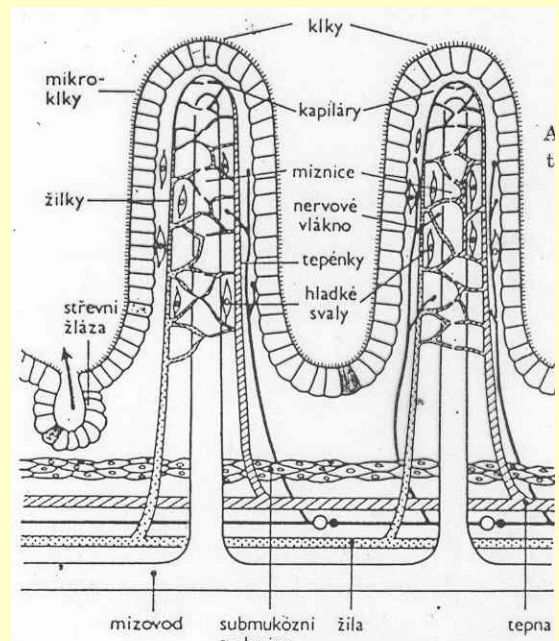
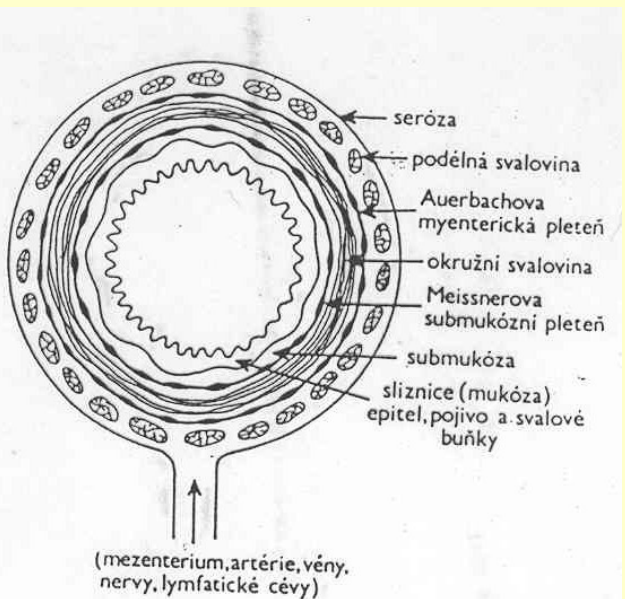
Mezi základnami klků – **Lieberkühnovy žlázy** → střevní šťáva

Pohyby střev (**peristaltika**), inhibice sympatikem. Pohyb klků (vilikinin).

Anatomie tenkého střeva
 obratlovců (na průřezu)



Anatomie tenkého střeva a klku



Sekrece tenkého střeva a slinivky

Slinivka břišní (*pankreas*) – 1000 ml, **bikarbonáty** neutralizují kyselou natráveninu. Z enzymů: **amylázy**, **lipáza** (steapsin), proteolytický erepsín (elastáza) s **trypsinem** a **chymotrypsinem**.

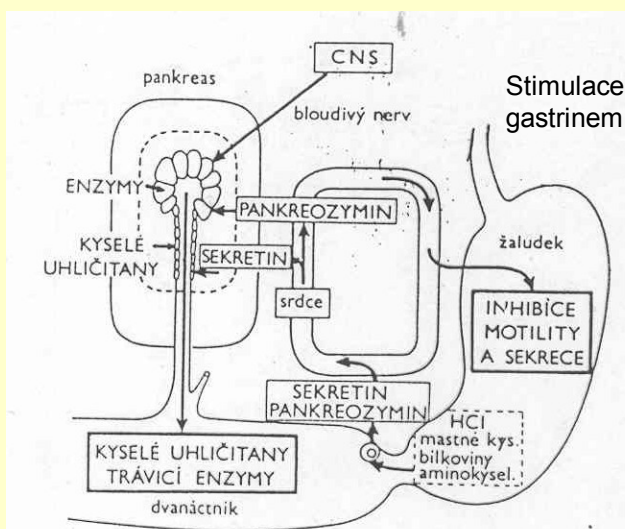
Střevní šťáva (až 1500 ml):

- pepsidázy
- sacharáza, maltáza, laktáza
- lipáza
- nukleotidáza (nukleázy)
- enterokináza

Luminární x kontaktní trávení.

Nervové řízení iniciuje secernaci 2 min po přijetí potravy.

Produkce trypsinu a dalších enzymů je řízena **pankreozyminem**, sekrece včetně NaHCO_3 **sekretinem**.



Řízení produkce pankreatické trávicí šťávy.

Játra – žluč jako emulgátor tuků

- přetváření živin (vrátnicová žíla ze střeva)
- řízení metabolismu sacharidů a tuků, ukládání glykogenu, tvorba ketonových látek
- tvorba bílkovin krevní plazmy
- močoviny (rozpad aminokyselin)
- rozklad steroidních a bílkovinných hormonů
- detoxikace škodlivých látek

Denně 500 ml žluče pH 7,4 – 8,0

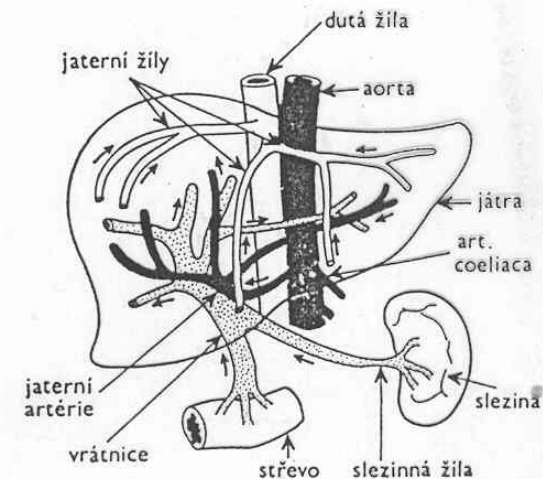
se žlučovými barvivy, solemi žlučových kyselin, lecitinem, cholesterolem

Sekrece žluče trvalá se stimulací hepatokininem (ze sliznice dvanáctníku). Při proniknutí tráveniny s tukovými látkami do dvanáctníku – produkce cholecystokininu, který krevním oběhem ve žlučníku vyvolá stah a vylití žluče

Funkce žluči

- neutralizace tráveniny
- emulgace tuků (snižování povrchového napětí – žlučové kyseliny) umožnění vstřebávání tuků
- stupňování peristaltiky
- další sekrece žluče

Soli žlučových kyselin – zpětná rezorpce pinocytózou (komplex žlučany+mastné kyseliny), uvolnění žlučanů ve střevní sliznici, ty se opět vylučují žlučí – enterohepatální oběh žlučanů. Podobně bilirubin



Schematické znázornění cévního zásobení jater.

Vstřebávání látek (rezorpce)

- převod látek z trávicí trubice do krevního oběhu a lymfy

Jednotlivé části: ústa – malá intenzita vstřebávání (vícevrstevný epitel)

žaludek – významnější, hodně léčiva a jedy (strychnin, HCN)

předžaludky – kyselina octová, propionová, máselná

tenké střevo – většina látek, zvětšení rezorpčního povrchu (spirální řasa až klky)

Vstřebávání **vody** – zákonitosti osmózy (až 10 l denně)

solí – poměrně rychle, pořadí:

$\text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{PO}_4^{3-} > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$

monosacharidů a aminokyselin –

do krevních vlásečnic v klcích

Nejsložitější vstřebávání **tuků** – nutnost emulgace žlučí

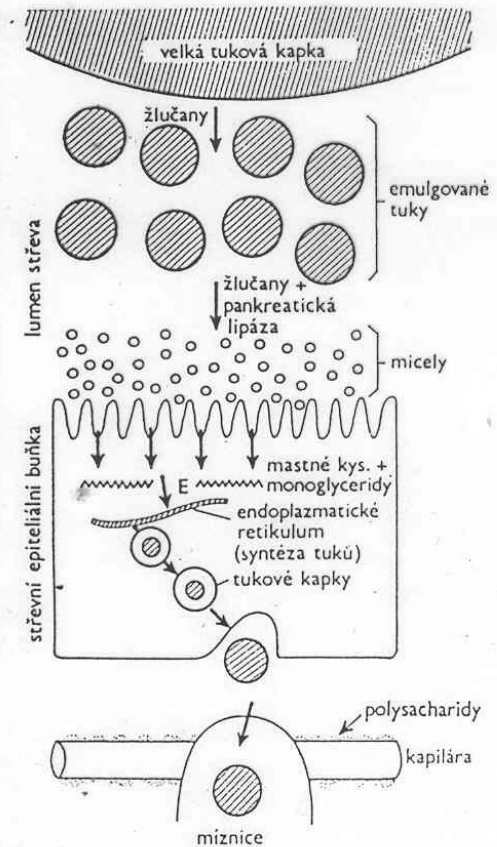
→ zvětšení plochy pro působení lipázy,

komplexy MK se žlučovými kyselinami – **micely**.

Resyntéza v miznici jako **chylomikron**.

Lymfatickým oběhem do krve v oblasti hrudního mizovodu

Vstřebávání vitamínů podle jejich rozpustnosti.



Obr. 67. Mechanismy, které se uplatňují při vstřebávání tuků.

Tlusté střevo – voda (500 ml za den), soli, i glukóza, u přežvýkavců produkty trávení celulózy (léky přes konečník). Fermentace. Secernace šťávy (pH 8) pro neutralizaci produktů fermentace.



Výkaly – za 12 h po přijetí potravy. Denní produkce 300 g (57 % vody). Nahromadění zbytků – defekace (řízena míchou), ale ovládána i vůlí. Při tlaku 5,34 kPa (40 torr) – podráždění proprioreceptorů vyvolá defekační reflex

Řízení příjmu potravy

Nervová soustava – střední **hypotalamus**:

laterální oblast – centrum hladu

ventromediální oblast – centrum sytosti (nadřazené) přes glukózu v krvi

Dýchání

Energie pro životní pochody – oxidace (O_2) organických látek

Příjem O_2 – dýchací mechanismy (+ výdej CO_2 , udržování pH)

a) ze vzduchu (20,95 % O_2 , 78,01 % N_2 , 0,03 % CO_2 + 0,9 % Ar, Ne ...)

b) z vody – (závisí na t, salinitě, tlaku ...)

sladká, 15 °C – 0,7 % O_2 + 1,36 % N_2)

Se zvětšováním tělesných rozměrů → nedostatek O_2

Fylogenetické tendence zvýšení výkonnosti výměny plynů:

1. zvětšení dýchacího povrchu

A) navenek – vodní živočichové – žábry

B) dovnitř – suchozemští živočichové

a) plíce

b) tracheje

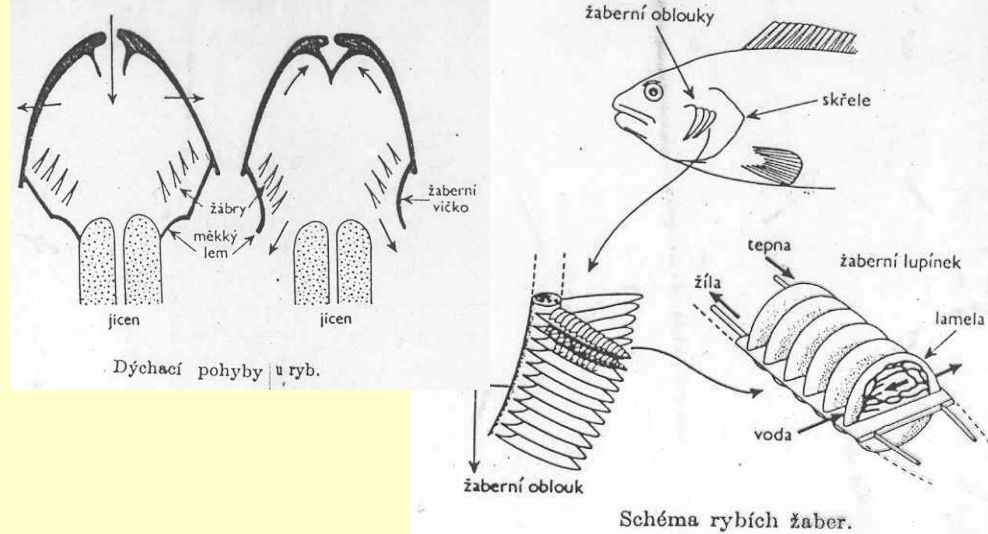
2. udržování vysokého difúzního spádu plynů na vnější dýchací ploše

3. přenos plynů tělní tekutinou s látkou s vysokou vázací schopností pro plyny

4. náhrada pomalé difúze plynů ve vodním prostředí tkání difúzí plynů ve vzduchu

Tři typy dýchacích orgánů:

Žábry – členovci, měkkýši, paryby, ryby
Jiné způsoby dýchání ve vodě



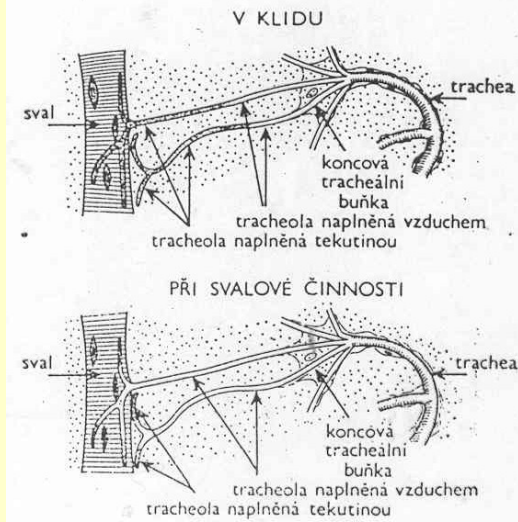
Vzdušnice (tracheje)

– rozvětvené trubice uvnitř s chitinovou blanou. U hmyzu zakončeny hvězdicovitou buňkou → **tracheoly** (5 ramen). Tekutina v tracheolách pulzuje podle botnací síly koloidní hmoty stěn tracheol a okolní cytoplazmy

Dýchací pohyby – pohyby tělní stěny (výměna až 2/3 objemu)

- a) dorzoventrální zploštění abdomenu
- b) zasouvání a vysouvání abdominálních článků
- c) regulace otevírání a zavírání stigmat – najednou x střídavě

Řízení dýchacích pohybů – abdominální ganglia.



Obr. 97. Posun kapaliny v tracheální buňce hmyzu

Podněty pro zrychlení – chemický charakter přes protorakální g.

Řízení pohybů stigmat: hrudní a abdominální část nervového systému

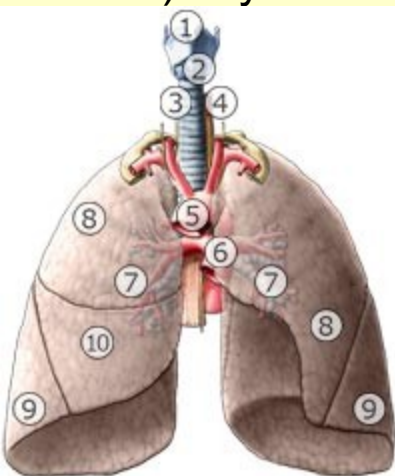
Larvy hmyzu ve vodě – uzavření trachejí vůči vodnímu prostředí, rozpad do sítě v pokožce nebo tělních vychlípeninách – **tracheální žábry**.

Plíce

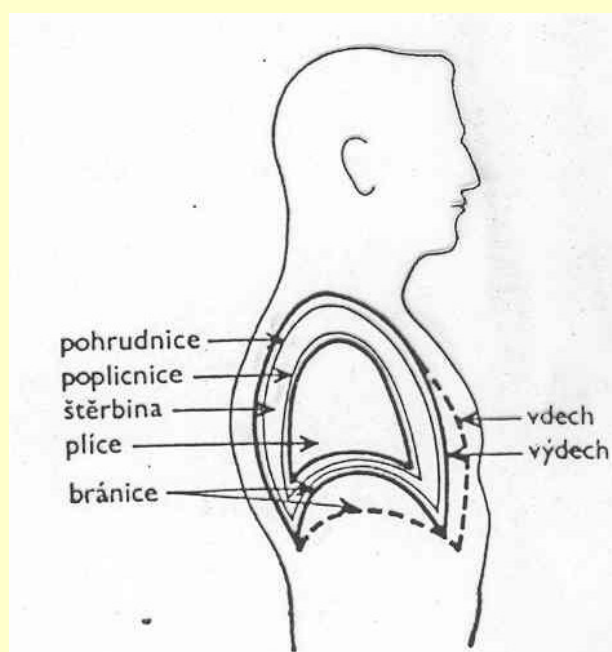
V hrudní dutině obratlovců. Výjimečně obdoba (plicnatí plži).

Přívodní cesty: nozdry, ústa, vlastní dýchací cesty – průdušnice, průdušky, průdušinky (trachea, bronchi, bronchioli) do plicních váčků savců (sklípků - alveolů – 1 mm, obetkané vlasečnicemi) – vlastní výměna plynů.

Epiteliální vrstva buněk váčků těsně přiléhá k endoteliálním buňkám krevních kapilár (**alveolokapilární stěna** – 1 μm) – plocha 90 m² (40krát > povrchu těla). Rychlá difúze podle koncentračního spádu (1/1000 sekundy)



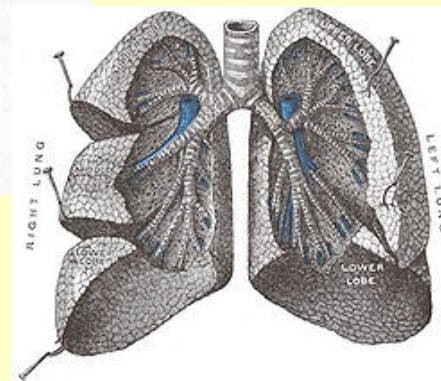
1. [chrupavka štítná](#)
2. [chrupavka prstencová](#)
3. [průdušnice](#)
4. [jícen](#)
5. [srdečnice](#)
6. [cévní kmen plicnice](#)
7. [průdušky](#)
8. [horní plicní lalok](#)
9. [dolní plicní lalok](#)
10. [střední plicní lalok](#)

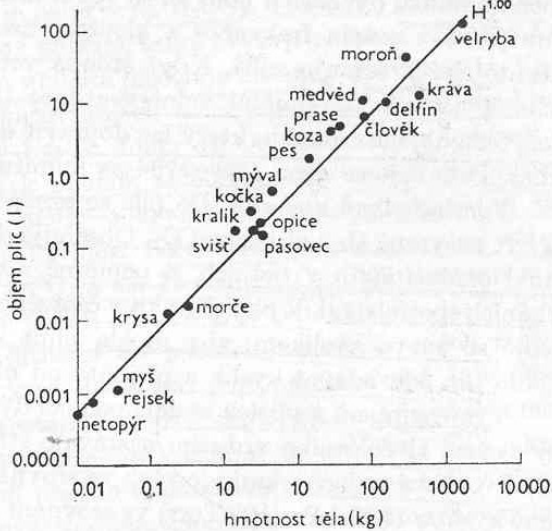


Přesun plynů – dýchací pohyby.

Vdech (inspirium) x **výdech** (ex-)

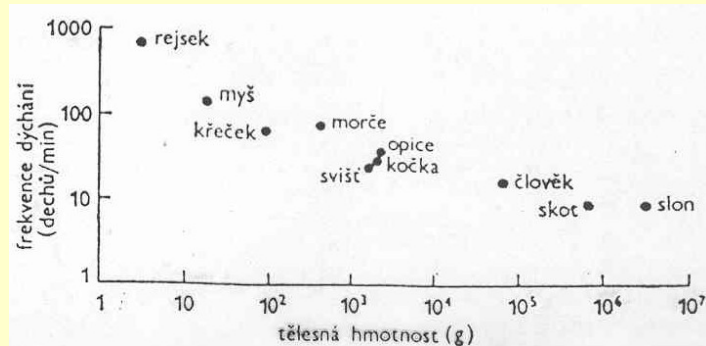
Žeberní (torakální) x brániční (břišní, abdominální) dýchání.





Objem plic je úměrný hmotnosti těla
(velryby 100 l, drobní savci 1 ml)

Frekvence dýchacích pohybů závisí na velikosti metabolismu (je nepřímo úměrná hmotnosti těla, i objemu plic)



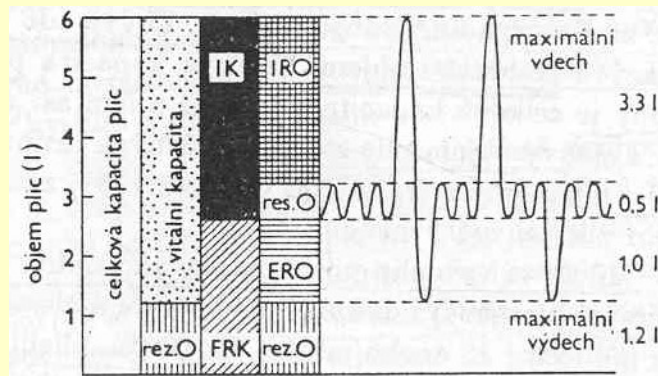
Plicní objemy – mrtvý prostor – 150 ml
klidový dechový (respirační) objem (500 ml)
inspirační rezervní objem (3,3 l)
expirační rezervní objem (1 l) – dohromady **VKP**
Vždy zbude v plicích reziduální objem (1,2 l).

Minutová plicní ventilace

- respirační (dechový) minutový objem
- u člověka v klidu – 7,5 l/min (500 ml * 15 dechů).
- Zvětšení: prohloubení x zrychlení dechu.

Maximální volní ventilace (maximální dechová kapacita) 125 – 170 l.

Krev z celého těla do plic – značný obsah CO₂, málo O₂. V plicích částečné odstranění CO₂, sycení O₂. Stálé složení alveolárního vzduchu.

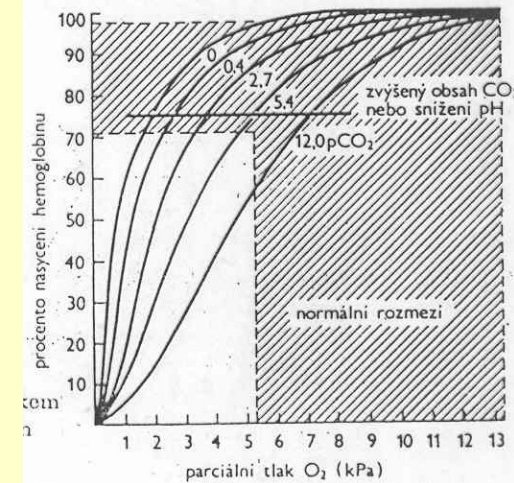


Plicní objemy: IK – inspirační kapacita, FRK – funkční reziduální kapacita, IRO – inspirační rezervní objem, ERO - expirační r.o., rez.O – reziduální objem, res.O – respirační objem

Přenos O₂: – oxyhemoglobin

- rozpuštěný v plazmě nevýznamný (1 %)

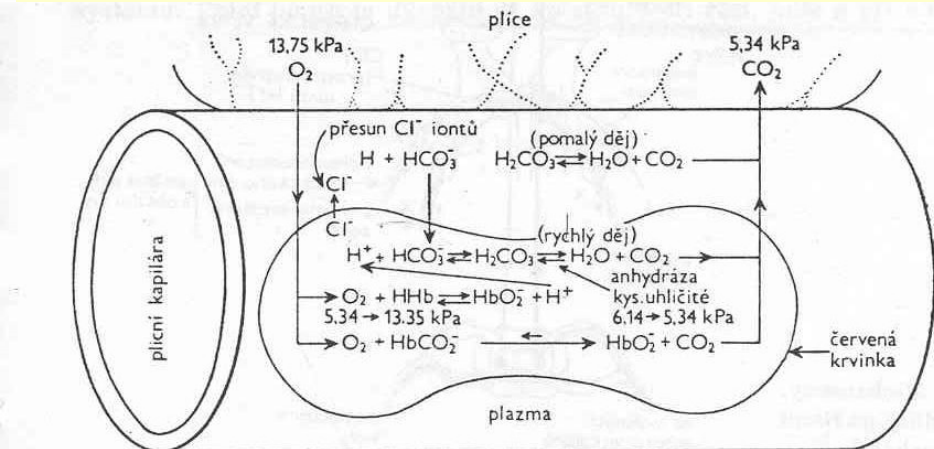
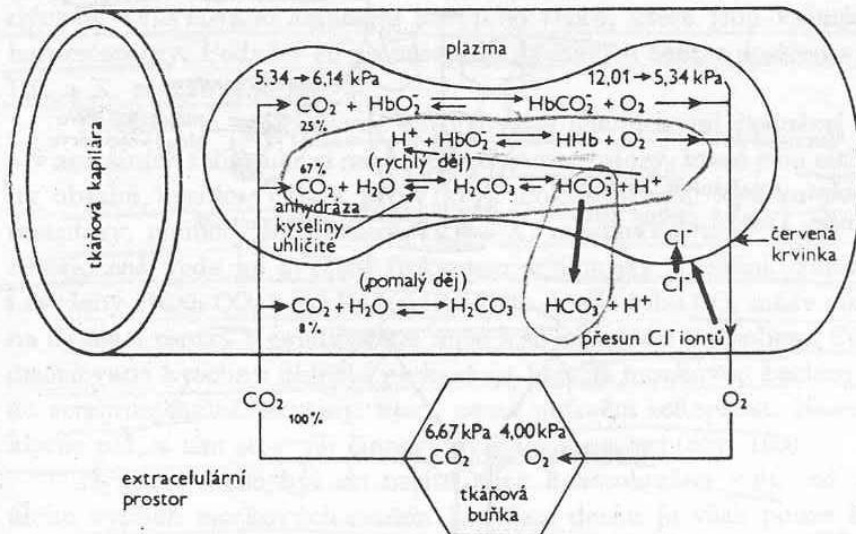
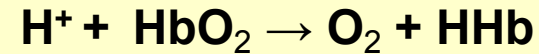
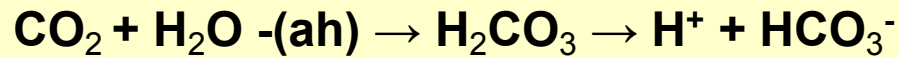
Sycení hemoglobinu kyslíkem



Přenos CO₂: a) krevní plazmou (8 %)

b) reakce s oxyhemoglobinem → karbaminohemoglobin (25 %)

c) 67 % CO₂ v červených krvinkách → HCO₃⁻ (anhydráza)

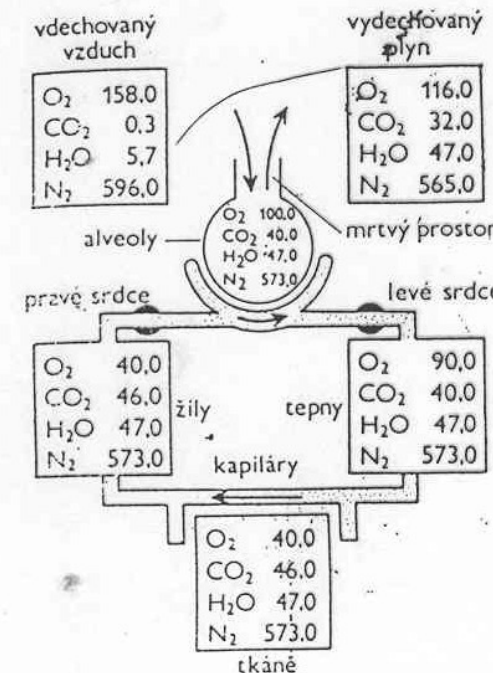


Obr. 104. Přesuny plynů v oblasti tkáňových vlásečnic.

Obr. 105. Přesuny plynů v oblasti plicních vlásečnic.

Podíly hlavních složek (%) a jejich parciální tlaky (kPa) ve vzduchu a krvi

	Atmosfér. v.	Alveolár. v.	Tepenná krev	Žilná krev	Vydech. v.
% O ₂	20,95	14	11 – 13	6	16
kPa	19,95	13,3	< o 1,3-2,6	5,3 (2,0)	15,4
torr	150	100	< o 10-20	40 (-15)	116
% CO ₂	0,03	5,5	Jako v alveolár. vzduchu	7	5
kPa	0,04	5,33		6,2	4,26
torr	0,3	40		46	32



Mezižební svaly a bránice – inervace somatickými nervy z míchy

Dýchací pohyby – inervace z **dýchacího ústředí** (kaudální část **prodloužené míchy** (dno IV. mozkové komory).

Centrum inspirační (vdechové) (leží kaudálněji), **centrum expirační** (výdechové). Schopnost samostatné a cyklické tvorby vzruchů. Antagonisté.

Pneumotaktické centrum se zpětnovazebným působením na obě předchozí – mozkový kmen nad prodlouženou míchou, působí při intenzivním a hlubokém dýchání

Dostředivá složka regulace:

- plicní receptory citlivé na natažení
- proprioreceptory v mezižebních svalech
- svalové receptory citlivé na K^+ z buněk

Další vlivy:

- změny krevního tlaku (registrovány baroreceptory)
- chemické vlivy (hlavní): chemoreceptory v karotidě a aortálních tělískách citlivé na obsah O_2 , CO_2 a pH.

Kontrola vůlí (částečná) – krátkodobé zadržení dechu (zvýšení CO_2 a stimulační centrum překoná vliv vyšších pater – důležité při řeči, jídle, kašlání).

Přenos látek

Trend fylogeneze: zvětšování složitějšího těla – uspokojování potřeb tkání

Realizace: přenos pomocí tělních tekutin – **hydrolymfa, hemolymfa,** soustava **krev – tkáňový mok – míza (lymfa)**

Prostřednictvím: **oběh tělních tekutin – cévní soustava**

KREV – úkoly

1. Přívod živin a O_2 k tkáním
2. Odvod odpadů k místu odstranění
3. Udržování stálosti vnitřního prostředí
4. Přenos účinných látek z místa tvorby na místa působení
5. Ochrana organismu před nákazou
6. Ucpávání poškozených cév

Složky krve: - voda 70 – 80 %

- sušina 30 – 20 %

- tekutá složka (krevní plazma) muž 54, žena 59 %

- krevní buňky (krvinky) m. 46, ž. 41 %

Hematokrit – poměr krevní plazmy : krevním buňkám

U nižších obratlovců: objem buněk nad 15 %,

člověk 54(59) : 46(41)



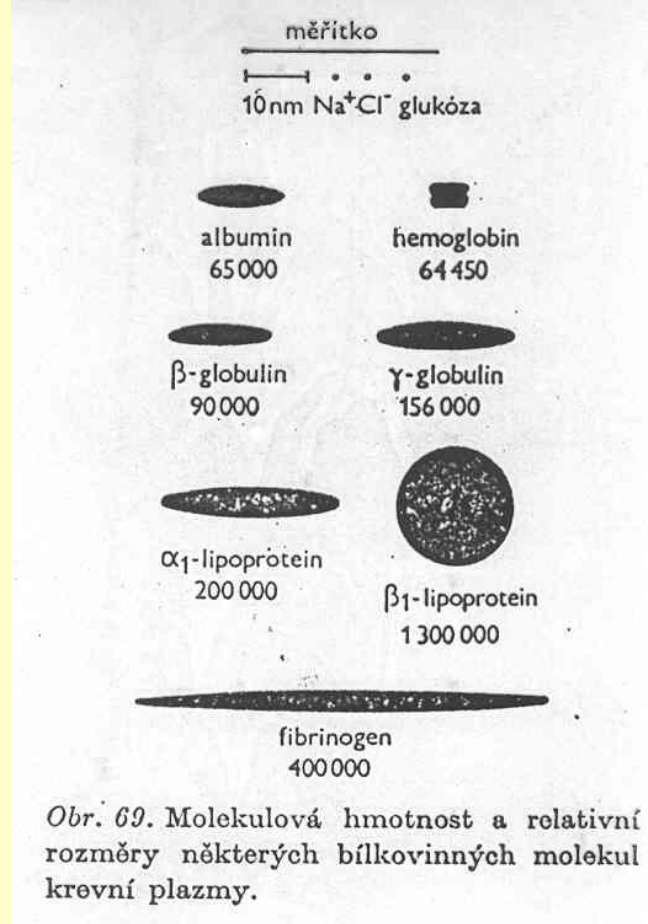
Krevní plazma → 90 % vody, 7 – 8 % bílkovin

- albuminy (mol. hmotnost 69 000) – 60 % bílkovin
- globuliny (&,γ, mol. hmotn. 80 000 – 200 000) – 35 %
- fibrinogen (do 350 000 – 400 000) – 5 %

- tuky (5 – 7 g/l u člověka)
- fosfatidy (1,75 – 3,3 g/l)
- cholesterol (2,5 – 5,7 mmol/l)
- glukóza (glykémie 5,6 mmol/l se zvýšením po jídle)
- zplodiny rozpadu bílkovin
(močovina, kyselina močová)
- další organické látky
- anorganické látky
(NaCl – 6 g/l, kyselá uhličitany – 2 g/l)

Plazmatické bílkoviny: ryby 1,4 – 4 %, obojživelníci 2,4 %, plazi 5 %, ptáci 4 – 5 %, savci 6 – 8 %.

Nárůst albuminů. Fyziologické funkce: doprava látek (minerálních), MK, tuků (zvl. lipoproteinů), hormonů, ... γ-globuliny s protilátkami, protrombinem...



Krevní buňky

– červené krvinky (erythrocyty)

U obratlovců oválné s jádrem (3 – 9krát > než lidské), u savců okrouhlé (piškotovité) a zploštělé bez jádra (lidské \varnothing 6,7 – 7,7 μm , tl. 2 μm).

Monomolekulární povrchové vrstvy, bílkovinné stroma s roztokem hemoglobinu (37%)

Množství erythrocytů – druhově stálé: **M.: 5,4 . 10¹² Ž.: 4,5 . 10¹² v litru**

Fyziologická funkce: zásadní význam pro přenos O₂, CO₂ (krevní barvivo) a H⁺.

Krevní (dýchací) barviva – proteidy s bílkovinnou a barevnou (s kovem) složkou.

Hemoglobin – globin (96 %) + nebílkovinný pigment hem (4 %). O₂ se váže na Fe²⁺

bez změny mocenství (celkem tedy 4 O₂)

oxyhemoglobin (HbO₂), (max. 200 ml O₂

v 1 l krve). Uvolnění O₂ – "**redukovaný**" hemoglobin.

Silnými oxidačními činidly se mění Fe²⁺ na Fe³⁺

→ bezcenný **methemoglobin**.

Možná vazba s CO₂ – **karbaminohemoglobin**.

Silná vazba na CO (210krát větší než k O₂) – **karboxylhemoglobin**

(nebezpečnost 0,1 % CO ve vzduchu)

Hemocyanin – Cu, v hemolymfě (rak, škeble, hlemýžď, hlavonožci) – třetinová

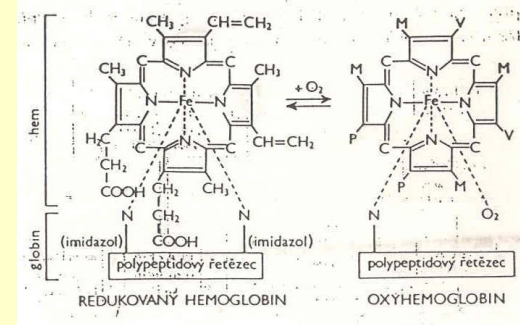
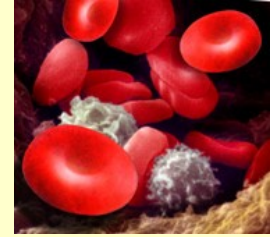
vázací schopnost (70 ml O₂ na 1 l krve) oproti hemoglobinu (200 ml)

Chlorokruoriny – mořští červi – Fe

Hemerytriny – *Sipunculidae* "

Erytrokruoriny – pakomár "

Bezbarvý hemovanadin – pláštěnci – vanad



Erythropoéza: embryonální vznik – játra a slezina, po narození v kostní dřeni.

Metabolismus železa – denní ztráty 1,5 mg – doplnění potravou

(a. → do zásob Fe /transferin+Fe=siderofilin/

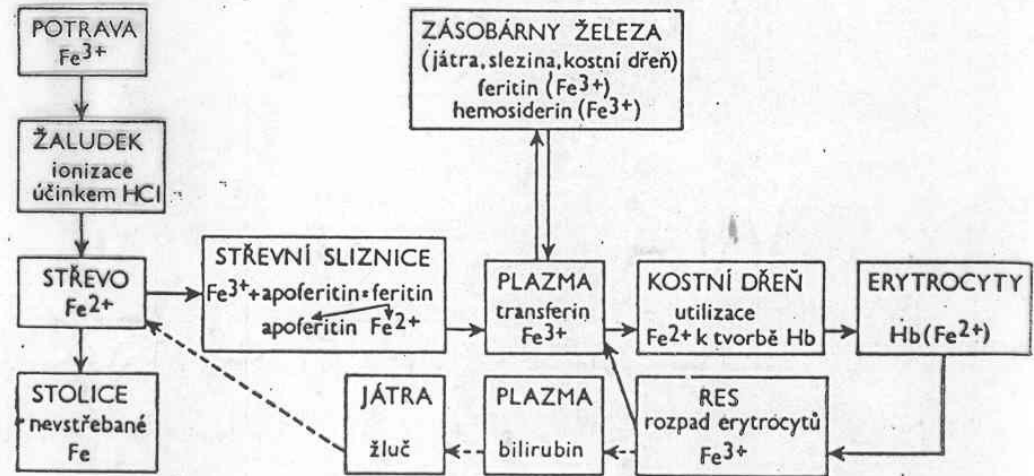
b. → do kostní dřeně).

Rozpad Hmgl v RES, Fe → transferin.

Bilirubin do krve,

vychytáván játry do žluče,

Vylučován stolicí.



Obr. 71. Přenos železa mezi jednotlivými tkáněmi organismu.

Červené krvinky se nemnoží (bezjaderné), po 120 dnech zanikají ve slezině (denně $2 \cdot 10^{11}$), kde jsou pohlcovány buňkami RES.

– bílé krvinky (leukocyty)

Volné jaderné buňky, rozmanitý tvar. Vznik – kostní dřeň

Agranulocyty – protoplazma bez granulace, nečlenité jádro

lymfocyty – velké kulaté jádro. Nefagocyty, tvorba protilátek

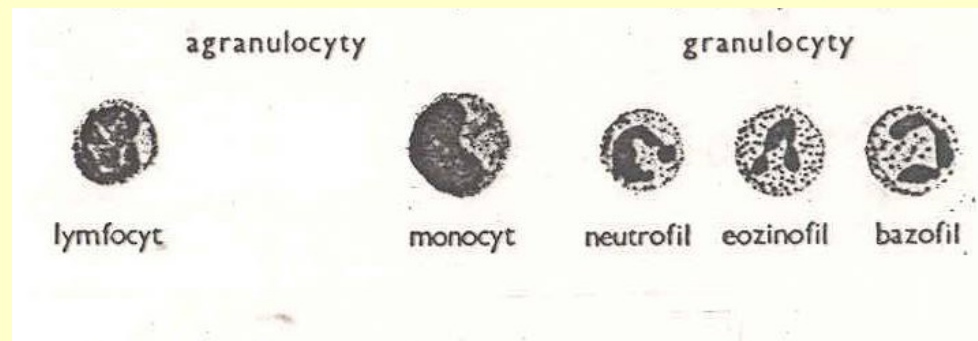
monocyty – největší bílé krvinky, velké ledvinité jádro. Fagocyty.

Granulocyty – granulovanou cytoplazmu, segmentované jádro (70 % bílých krvinek)

neutrofil s velkým nejvíce členěným jádrem, fagocyty

eozinofil pomnožují se za patolog. stavů, fagocyty (3% g)

bazofil s nejméně členěným jádrem. Transportní role (1% g)



Počet: $4 - 9 \cdot 10^9 \cdot l^{-1}$

Novorozenec $15 - 40 \cdot 10^3$ v mm^{-3}

Velký oxidativní metabolismus.

Krátkověké (lymfocyty 1, neutrofil 13 dní). **Diapedeza.**

Denní kolísání. Zmnožení po jídle, námaze (neutrofil) aj.

Relativní (distribuční) leukocytóza – vyplavení ze zásob, **absolutní**

(dřeňová) – zvýšení tvorby v dřeni. Snížení počtu – **leukopenie** – hladovění, pobyt v chladnu.

– krevní destičky (trombocyty)

Nejmenší krevní buňky.

Vřetenovité s jádrem (ptáci, obojživelníci),
u savců nepravidelného tvaru bez jádra.

Vznik v kostní dřeni, po 3 – 5 dnech zánik ve slezině.

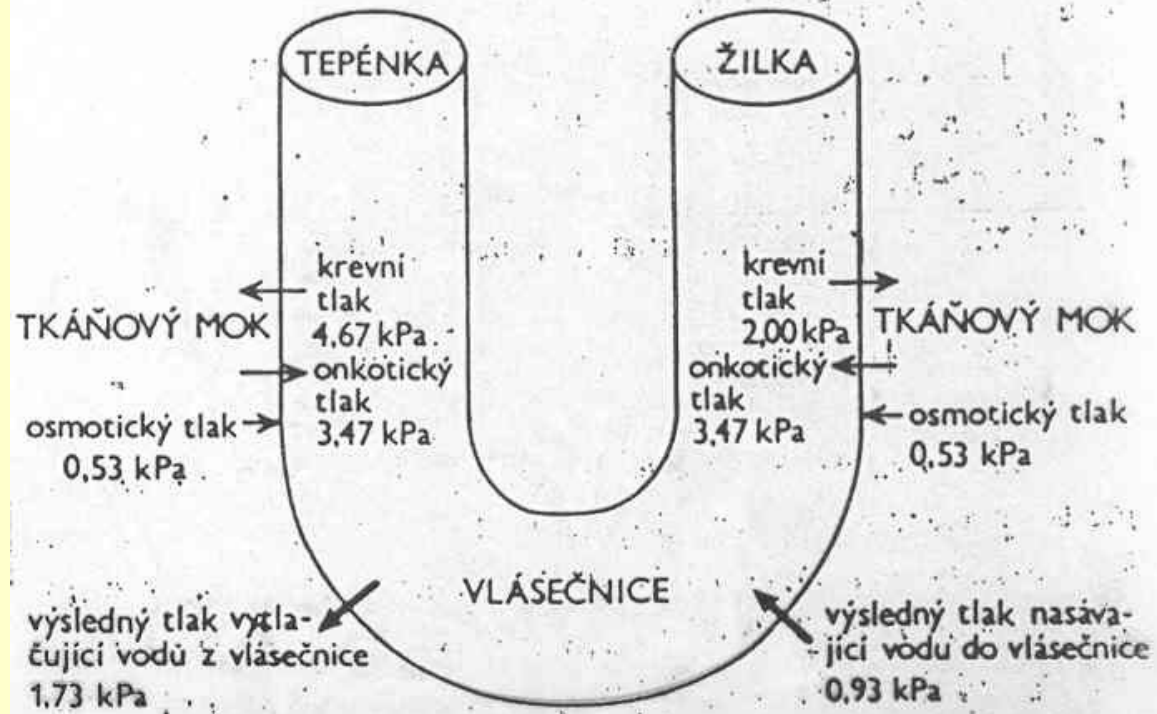
Člověk $250 - 500 \cdot 10^9 \cdot l^{-1}$.

Zvyšování při namáhavé práci, ve vysokohorském prostředí.

Velká aglutinační schopnost

(shluk, rozpad, zátka → serotonin a koagulační faktor).

Nachytání krevních destiček na fibrin – stah.



Krevní bílkoviny a udržování osmotické rovnováhy

Různá velikost osmotického tlaku krevních tekutin (člověk 707,55 kPa = 5300 torr). Odpovídá osmotickému tlaku tkáňového moku. Proto filtrace – podle hydrostatického tlaku krve - arteriální vlásečnice – 4,67 kPa (35 torr). Proti tlak onkotický (3,47 kPa = 26 torr) snížený o koloidně osmotický tlak tkáňového moku (0,53 kPa = 4 torr). Hydrostatický převažuje → voda přechází do tkáňového moku pod tlakem 1,6 kPa = 12 torr). V průběhu vlásečnic – pokles tlaku. Venózní vlásečnice – onkotický tlak převyšuje hydrostatický (2,0 kPa = 15 torr), voda přechází z tkáňového moku zpět do cév. **Množství přecházející vody** – za minutu tam i zpět množství celkového objemu plazmy.

Úloha krve při udržování pH

pH krve obratlovců – přibližně neutrální (člověk 7,4).

H^+ – velmi nízká koncentrace, přesto vliv hlavně na aktivitu enzymů.

Vznik H^+ :

- H_2CO_3 , která disociuje na H^+ a HCO_3^-
- při uvolňování P a S ze složitých sloučenin (vznik anorganických kyselin, s následnou disociací)
- disociace mastných kyselin.

Udržování pH: soustava H_2CO_3 a HCO_3^- alkalických kovů včetně bílkovin krevní plazmy a hemoglobinu.

Pufrovací schopnost soustavy: stálý poměr $H_2CO_3 : NaHCO_3 = 1 : 20$.

Alkalická rezerva. Při vyloučení mnoho CO_2 – možnost zvýšení Na^+ v krvi → vylučování ledvinami, snižování obsahu alkalií → pokles pufrovací schopnosti krve.

Část iontů pufrována rHb ($rHb^- + H^+$). V plicích – opačný proces.

Obranné reakce krve

Proti průniku patogenních mikroorganismů nebo škodlivých látek.

Fagocytóza

Schopnost bílých krvinek a buněk RES sleziny, jater, kostní dřeně a histiocytů pohltnout a rozložit enzymy.

Imunita

Patogeny z vnějšku (mikroorganismy, cizorodé bílkoviny, polysacharidy - obecně antigeny) – tvorba protilátek.

Antigen určuje povahu protilátky (pozměněné globuliny krevní plazmy s jiným uspořádáním postranních řetězců – otisk antigenu)

Po vniku antigenu do organismu – přestavba často se zvýšenou odolností – **imunita**. Vrozená imunita na základě různých mechanismů. Získaná imunita.

Bezobratlí – hlavně fagocytóza

Infekce – tvorba i specifických protilátek

Aglutinace (shlukování) krvinek

Reakce antigen-protilátka. Membrány erytrocytů – mohou mít antigen – **aglutinogen A nebo B** (mukopolysacharidy). Reaguje s protilátkou v plazmě – **aglutininem anti-A** (a.&) nebo aglutininem **anti-B** (a.β) (oba γ-globuliny). U jednoho jedince není nikdy stejný aglutinogen a antiaglutinin. Transfúze.

Krev člověka: 4 základní skupiny (podle aglutinogenu v membránách). Krvinky 0 (bez antigenu) neaglutinuje žádná plazma, krvinky A shlukuje plazma B a 0, krvinky B shlukuje plazma A a 0, krvinky AB shlukují zbývající plazmy.

Tab. 10. Krevní skupiny u člověka

Krevní skupina	Aglutinogen	Aglutinín	Četnost výskytu v populaci
O	žádný	anti-A, anti-B	45 %
A	A	anti-B	41 %
B	B	anti-A	10 %
AB	A a B	žádný	4 %

Podskupiny A1 – A6, další aglutinogeny D(Rh) – systém 13 a-genů (C,D,E aj.). Nejvíce antigenní D. D přítomen = Rh+. Aglutininy anti-D normálně nejsou přítomny, tvoří se při setkání s krví Rh+.

Dědičnost krevních skupin.

Krevní skupiny u zvířat: více než u lidí. Vznik antigenů před vývojem primátů. Známý i u slepic, kachen, králíků, koz. Neidentifikovány u morčat, myší, koček a poikilotermů. Mezitaxonová aglutinace.

Regulace krvetvorby

Víceméně konstantní počet krvinek. Řízení tvorby – neurohumorální povaha přes hypotalamus. Plazmový **erythropoetin** podněcuje tvorbu erytrocytů a hemoglobinu.

Srážení krve (hemokoagulace x hemostáza)

Tekutý stav krve – fyziologický, na vzduchu tuhne.

Podstata: přeměna rozpustného **fibrinogenu** na nerozpustný síťový **fibrin**.

Aktivace: enzymatická bílkovina **trombin** (vzniká v játrech jako neaktivní prekursor **protrombin**). Přeměna protrombin → trombin – kaskádová teorie). Kofaktory: **tromboplastin** a Ca^{2+} , vitamín K (podporuje syntézu protrombinu v játrech) fosfolipidy z rozpadlých krevních destiček.

Hemostáza

adheze trombocytů v poraněném místě – **primární destičková hemostatická zátka**

uvolnění serotoninu – **vazokonstrikční fáze**

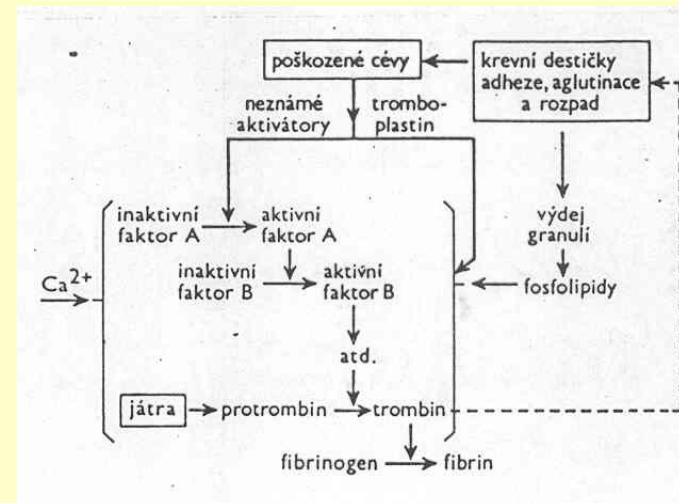
(smrštění cév v místě poranění)

přeměna fibrinogenu na fibrin (pomocí trombinu) –

vznik **sekundární fibrinové hemostatické zátky** – ucpe poraněnou cévu, smrštěním vytlačuje krevní sérum.

Heparin zabezpečuje nesrážení krve za normálních podmínek.

S albuminy krevní plazmy brání aktivaci protrombinu.



Tkáňový mok

Podstatná část extracelulární tekutiny – 10 – 16 % hmotnosti (12 l u 75 kg muže). Složení závislé na krevní plazmě (bez bílkovin) – krevní ultrafiltrát + malé množství bílkovin z tkání. Tvoří životní prostředí tkání, zajišťuje látkovou výměnu.

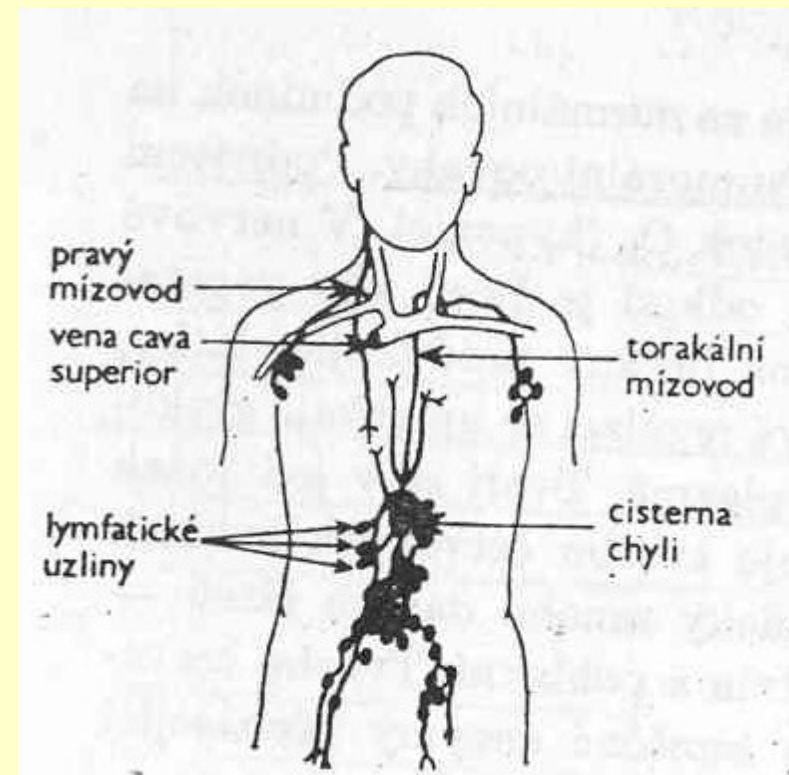
Míza (*lymf*a)

Obratlovci, mízní cévy. Vzniká z tkáňového moku, přenos zplodin látkové přeměny a zažitény. Složení odpovídá krevní plazmě, poloviční obsah bílkovin, více lymfocytů ($40 \cdot 10^9$ v l).

Mízní cévy ze štěrbin orgánů se spojují, v mízních uzlinách fagocytace zplodin a mikroorganismů. Spojování do mízních kmenů, ústí do žilného oběhu. Jednosměrný pohyb mízy (chlopně) – tlakové změny v těle – peristaltika střev, stahy klků.

Mízní srdce

(úhoř, obojživelníci, plazi, někteří ptáci).



Přenos látek

je realizován prostřednictvím:

oběhu tělních tekutin v cévní soustavě

Oběh tělních tekutin – cévní soustava

Zajišťování funkcí krve – nutnost průniku do všech částí těla.

Mnohobuněční – zvláštní cévní ústrojí. Nutnost pohonu tekutiny – úseky cév se schopností rytmických stahů (**pulzující cévy**).

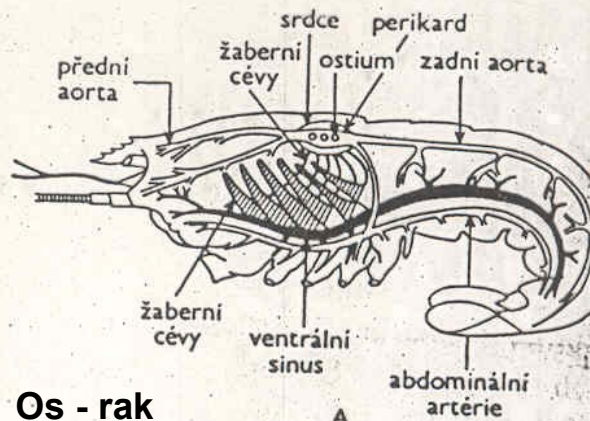
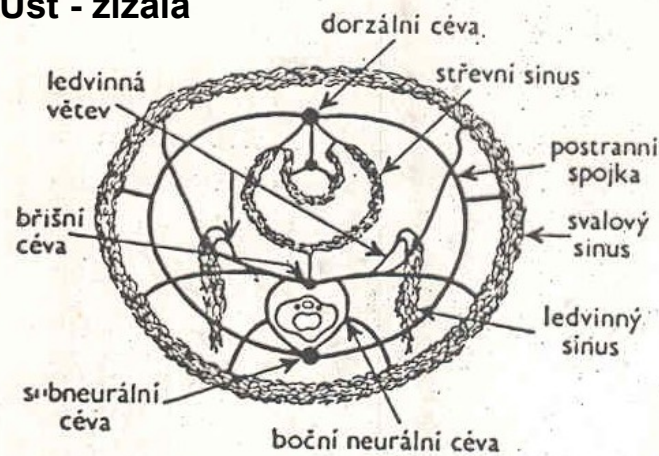
Nárůst rozměrů – výkonnější **srdce**.

Rytmická část **komora** doplňována zásobárnou (**perikardiální prostor** korýšů, **předsíň**).

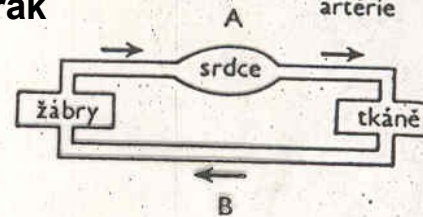
Směr toku krve – **chlopně**.

Zvýšený přívod krve k aktivním orgánům – **krevní splav** (**sinus**) (orgán oplachovaný krví), nebo protkán sítí **vlásečnic**

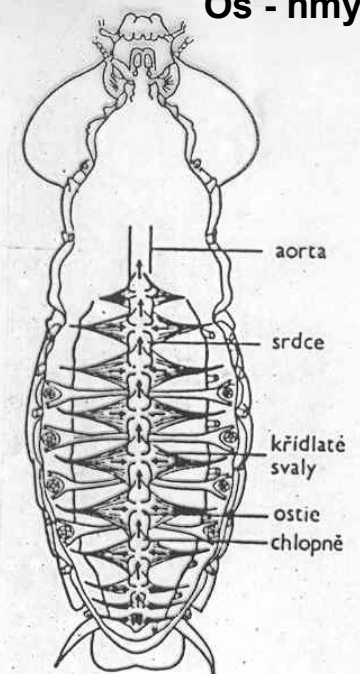
Ust - žížala



Os - rak



Os - hmyz



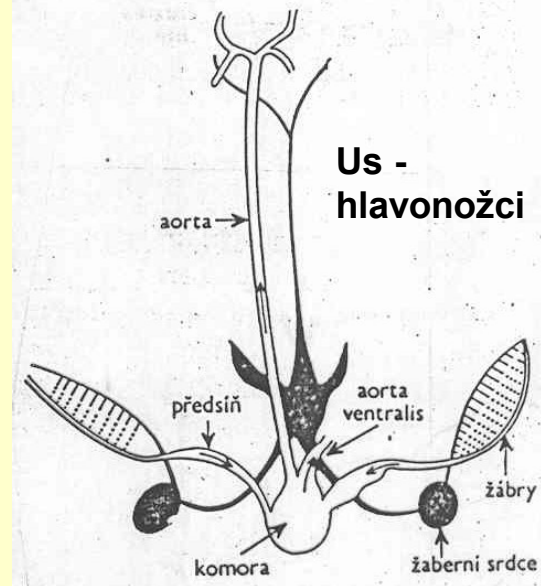
Typy cévních soustav

Uzavřené soustavy trubic – peristaltika cévních stěn (kroužkovci – žížala)

Otevřené soustavy se srdcem (vyšší korýši, hmyz)

Uzavřené soustavy – pohon krve srdcem v souvislé soustavě cév (hlavonožci, obratlovci)

Hlavonožci: **malý** (žaberní srdce – odkysličená krev do žaber) a **velký** (arteriální komorové srdce s předsíní – krev ke tkáním) **krevní oběh**. Příčně pruhovaná svalovina. V periferním oběhu vlasečnice. Cévní soustava téměř uzavřená (několik sinů)



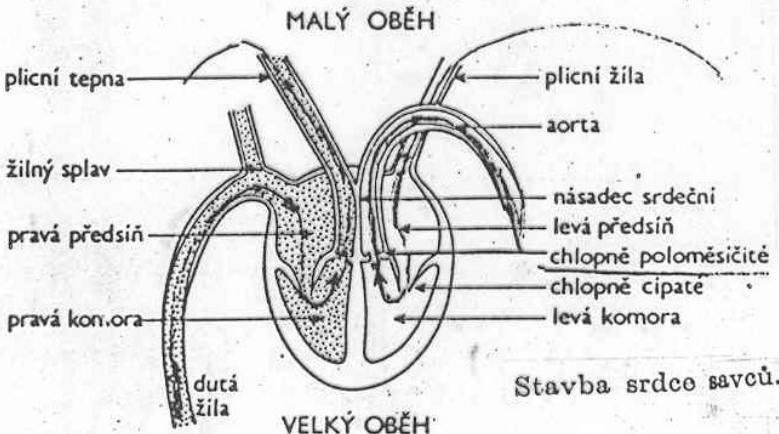
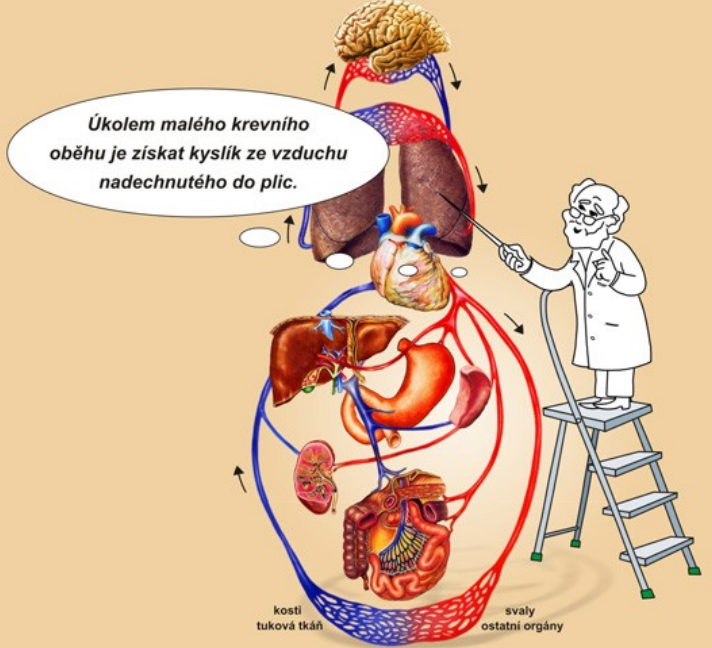
Us - hlavonožci

Obratlovci: změny s přechodem od žaberního k plicnímu dýchání.

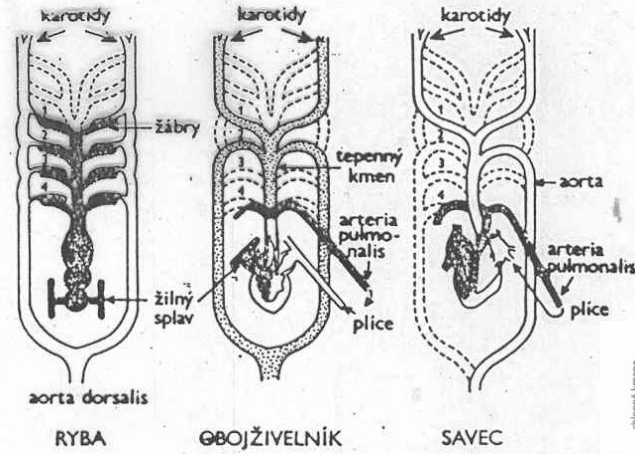
Jednotný základ, nejbližší cévní soustava ryb.

Plicnatí obratlovci: vývoj **malého a velkého** krevního oběhu. Srdeční přepážky.

Stavba srdce – nejdokonalejší: srdce ptáků a savců.



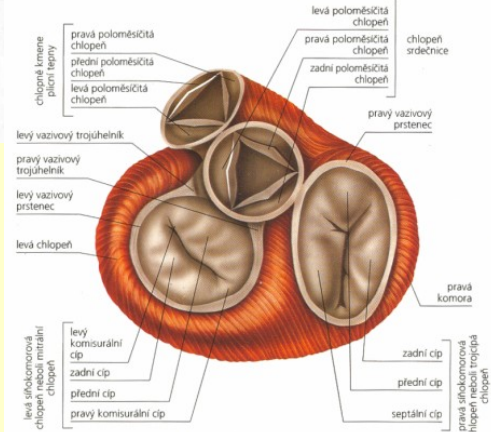
Stavba srdce savců.



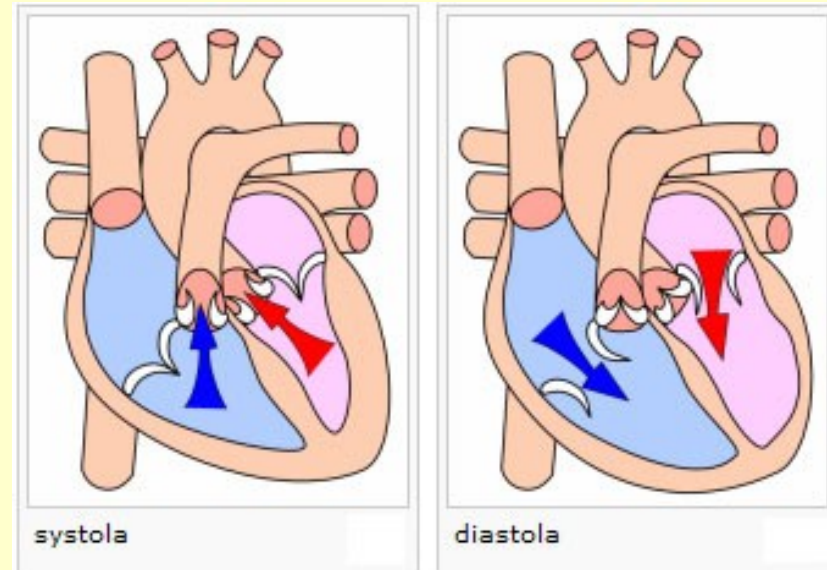
Známé oddíly:

1. **Žilný splav** (*sinus venosus*)
2. **Předsíň** (*atrium*)
3. **Komory** (*ventriculus*)
4. **Srdeční násadec** (*conus arteriosus, bulbus cordis*)
5. **Tepenný kmen** (*truncus arteriosus*)

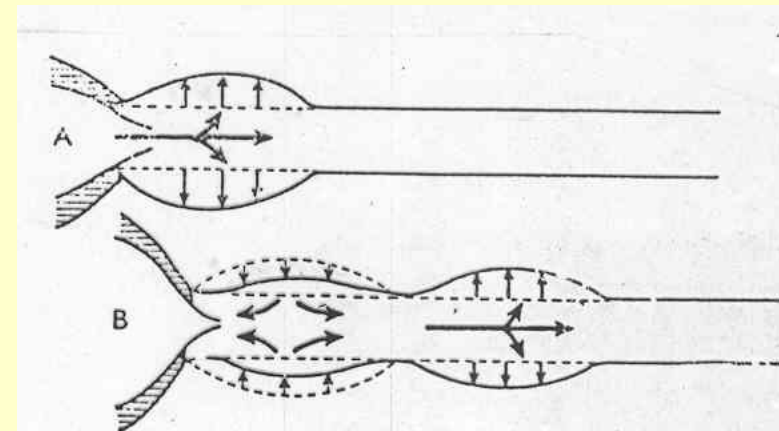
Chlopně – funkce: usměrňují proud krve – **ch. cípaté** (ch. trojcípá, ch. dvojcípá) – **ch. poloměsíčné**

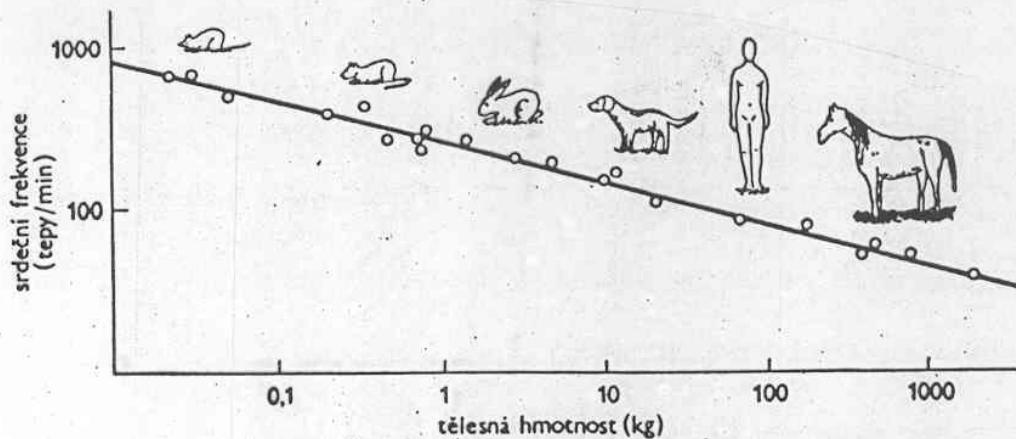


Činnost srdce: **stah** (*systola*) x **roztahování** (*diastola*). Přesný sled. Srdeční cyklus u člověka 0,8 s (systola 0,3 s, diastola 0,5 s).



Tlaková vlna v arteriální části cévního systému – tep (puls).
Tep srdeční, periferní.



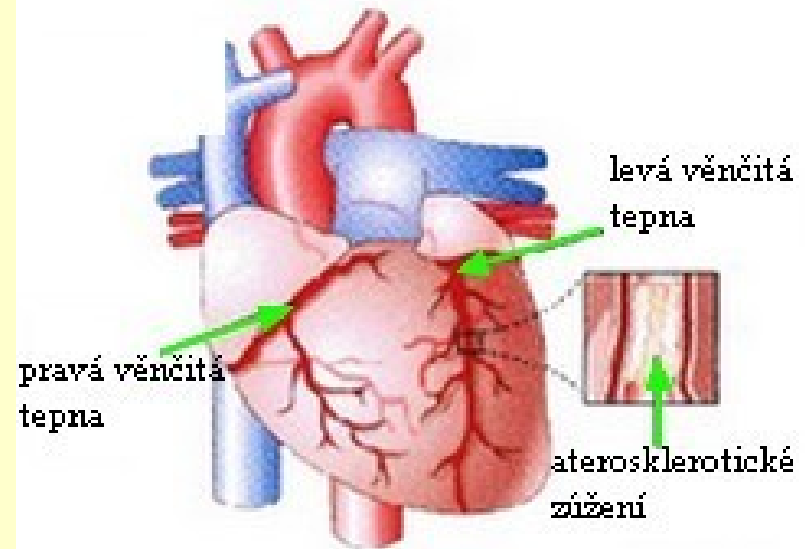
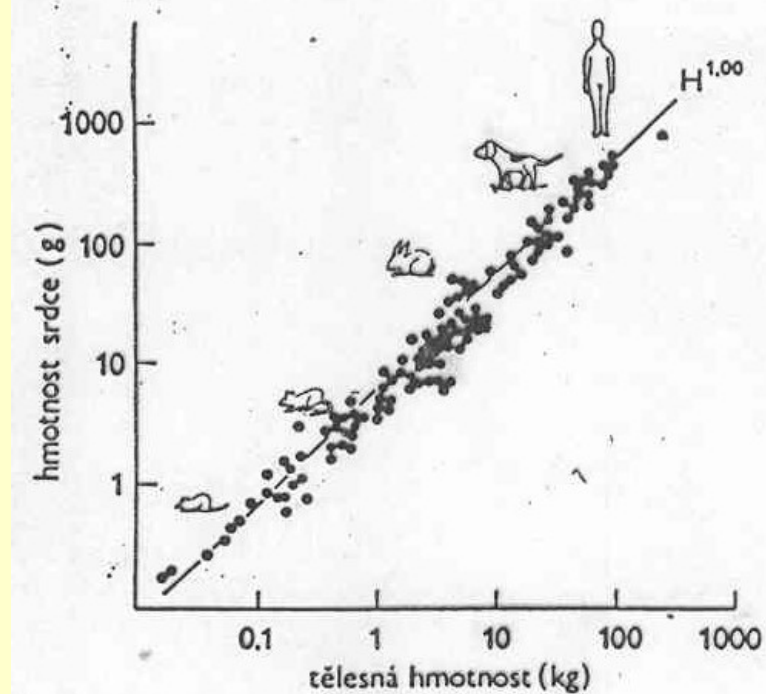


Velikost srdce podle stupně fylogeneze, velikosti živočicha, pohyblivosti (stoupá) – člověk 70 – 200 ml.

Počet tepů za čas se snižuje s velikostí. Člověk – 70 tepů . min⁻¹ . Vzestup při pracovní zátěži.

Minutový objem – klidový u člověka 5 l → zátěžový 30 – 40 l

Srdce – vysoká spotřeba O₂ – zvláštní zásobení – **věňčité (koronární) cévy** z aorty. 225 ml krve za min. v klidu, 2000 ml při námaze.



Srdeční automatice

Srdce vyňaté z těla, může dál tepat (žáby).

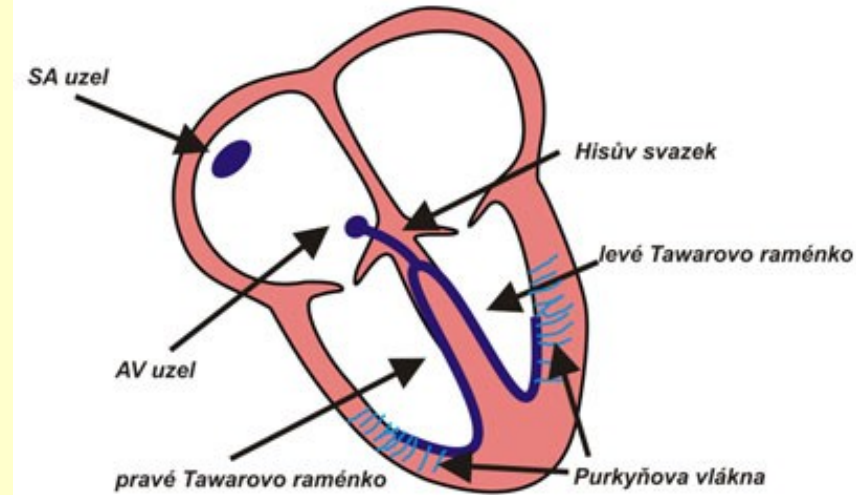
Podněty k činnosti – ze samotného srdečního svalu – **myogenní**.

Počátek stahů – v **splavovém**

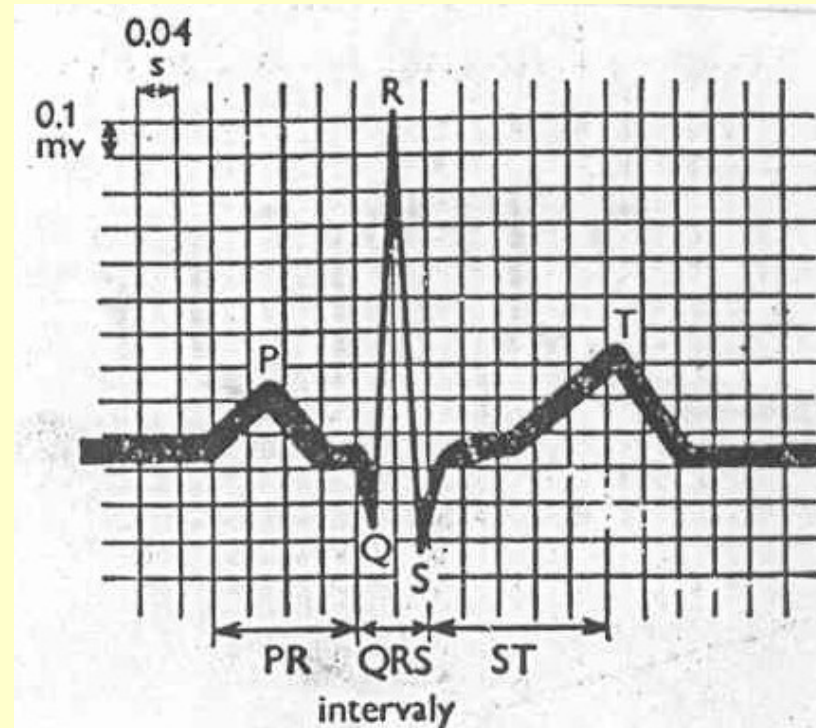
(**sinoatriálním**) **uzlu**. Uzel (srdeční **pacemaker**) je z pozměněných vláken srdečního svalu. Je inervován vlákny parasymptatiku i sympatiku.

Šíření vzruchu → postupný stah na syncyriu. Síňokomorová přepážka – překážka – **síňokomorový (atrioventrikulární) uzel**.

Přes komory – **Hisovým svazkem** rozvětveným v Purkyňova vlákna.



Činnost srdečního svalu – změny elektrického potenciálu (obecná vlastnost činnosti svalů). Záznam nejen ze povrchu srdce, ale i těla – **elektrokardiogram EKG**. Několik vln.



Řízení srdeční činnosti především nervové vegetativní - parasympatikem i sympatikem (vagus + sympatikus z hrudních segmentů)

Vlivy nervových vzruchů:

1. změny frekvence srdečního tepu (chronotropní působení)
2. úprava síly a velikosti stahů (inotropní působení)
3. změny dráždivosti srdce (batmotropní působení)
4. ovlivnění rychlosti vzruchů v srdci (dromotropní p.)

Vliv **parasympatiku** – tlumivý, **budivý** vliv **sympatiku** (méně výrazný než vliv vagu).

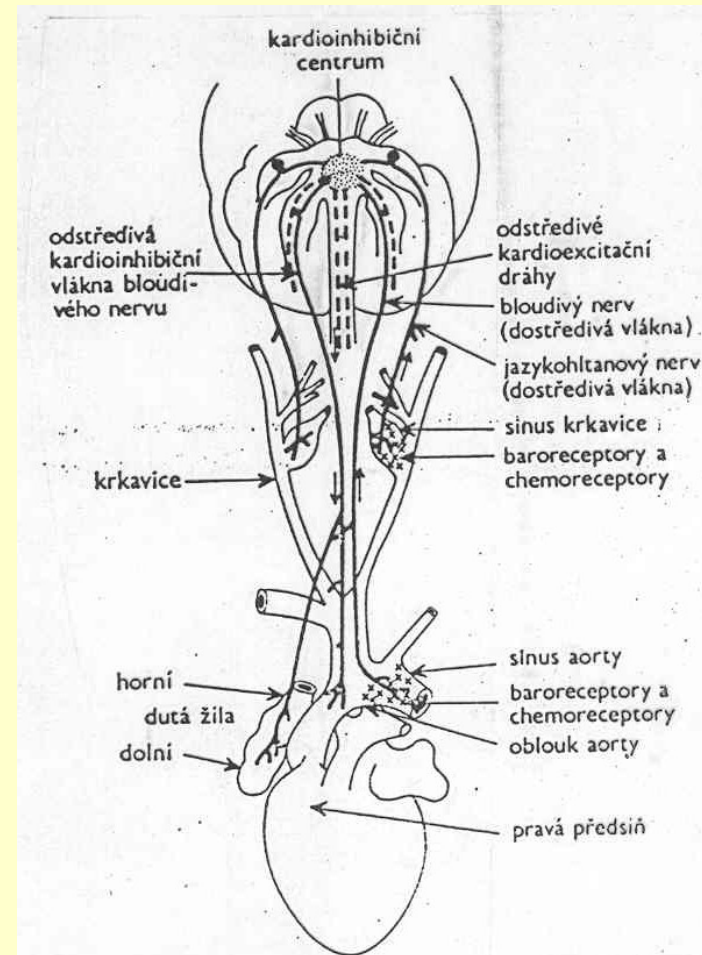
Změny tepu – reflexní cesty. Podněty různé.

Vlivy na srdeční činnost –

baroreceptory – vzruchy – tlumivé vlivy – **kardioinhibiční centrum** (prodloužená mícha).

Zvyšování srdeční činnosti – **chemoreceptory** – snížení O_2 – aktivace **vazomotorického centra**.

Méně významné. Stimulace rychlosti a síly stahu adrenalinem (dřeň nadledvin).



Oběh v cévách

1. **tepny (artérie)** – krev ze srdce do tkání

2. **spojovací cévy**

- arteriovenózní anastomózy
- arteriovenulózní spojky
- vlásečnice (kapiláry) – prokrvení tkání

3. **žilky (vény)** – krev z tkání k srdci

Vrstvy velké tepny:

- vnitřní výstelka – endoteliální epitel
- střední vrstva: okružní vlákna hladké svaloviny, elastická vlákna, kolagen
- zevní elastická vrstva.

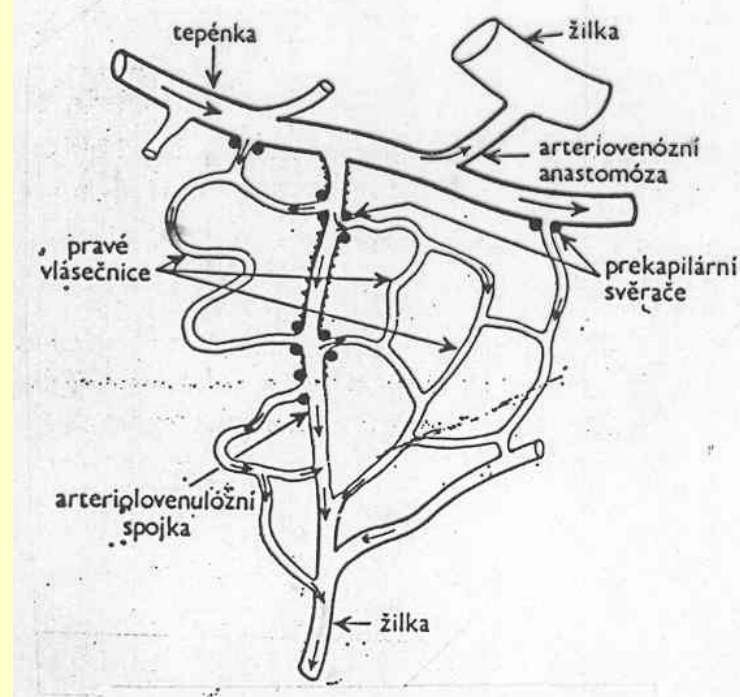
Velké – střední tepny – **tepénky (arterioly)**

Arteriovenulózní spojky – málo svalových vláken, neměnný průsvit

Vlásečnice (kapiláry) – pouze jednovrstevný epitel s tmelovou hmotou (celistvost). Fagocytující buňky. Prekapilární svěrače.

Přímý zkrat tepénka-žilka – **arteriovenózní anastomóza** se stěnami s hladkými svaly pro otevírání – odvod tepla.

Tenčí stěny žil. Žíly z hlavy – málo svalových vláken – vlastní váha krve. Žíly končetin – silnější. Chlopně (výrůstky vnitřní výstelky) – hodně v končetinách, chybí ve velkých a útrobních žilách.



Větvení cév – snižování průměru, nárůst plochy. Větvení vlásečnic podle intenzity metabolismu orgánu. Funkčnost podle zátěže.

Energie srdečního stahu – 1% pohybové energie – tlak krve.

Velikost tlaku závisí na velikosti srdeční práce, odporu stěn tepen, obsahu krve v tepnách a její vazkosti. Rozvětvení tepen – pokles tlaku. Tlak systolický **St** (nejvyšší), diastolický **Dt** (nejnižší), pulzový (rozdíl).

Končetinová tepna člověka: St 16,6-18,6 kPa (125-140 torr), Dt 10,6 – 11,9 (80-90).

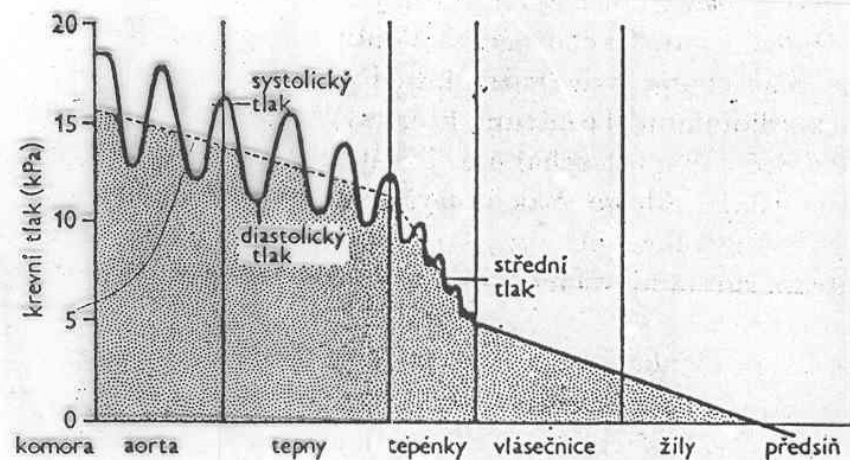
Pulzový tlak v arteriolách 1,33 kPa (10 torr), střední tlak 10,64 – 5,32 kPa (80-40), po průchodu kapilárami pod 2,66 (20). V žilkách 0,63 (4,7), nulový v hrdečních žilách, v pravé předsíni mírně záporné hodnoty.

Tab. 11. Vlastnosti různých cév u psa

Druh cévy	Průměr (mm)	Počet	Celkový průsvit (cm ²)	Délka (cm)	Celkový objem krve (cm ³)
aorta	10	1	0,8	40	
velké tepny	3	40	3	20	190
tepenné větve	1	2 400	5	5	
tepénky	0,02	40 000 000	125	0,2	
vlásečnice	0,008	1 200 000 000	600	0,1	60
žilky	0,03	80 000 000	570	0,2	
žíly	2	2 400	30	5	
velké žíly	6	40	11	20	680
dutá žíla	12,5	1	1,2	40	

	tlak (kPa)	celkový průsvit (cm ²)	rychlost (cm.s)
aorta	13,3	0,8	40
artérie	13,3-5,3	3	10-10
arterioly	5,3-3,3	125	10-0,1
kapiláry	3,3-1,6	600	méně než 0,1
venu,	1,6-1,3	570	méně než 0,3
veny	1,3-0,6	30	0,3-5
vena cava	0,2	1,2	5-20

Obr. 91. Vztah mezi krevním tlakem, celkovým průsvitem cév a rychlostí toku krve v různých cévách.



Tlakové změny v různých oblastech cévního řečiště.

Rychlost proudění – podle tlaku a průřezu krevního řečiště (srdečnice - $40 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, vlasečnice – $1 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$). Mírné zvýšení rychlosti v žilách (duté žíly člověka – $8 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$).

Návrat krve žilami – mechanismy:

- tenké stěny a chlopně v blízkosti svalů
- změny tlaku uvnitř hrudní dutiny
- i slabé stahy svaloviny
- zemská přitažlivost

Proudění **laminární** (vrstevnaté) x **turbulentní** (vířivý) proud.

Vlasečnice – nejdůležitější – výměna látek mezi krví a tkáňovým mokem ($\varnothing 5 - 20 \mu\text{m}$, člověk 90 km vlasečnic s plochou 6300 cm^2).
Stěny vlasečnic: semipermeabilní membránové vlastnosti s rozdílnou propustností. Průchod látek.

Řízení činnosti cév

Přesuny krve podle fyziologických potřeb (svalová práce, trávení, termoregulace) – **regulační mechanismy** – vliv sympatiku.

Sympatický (vazokonstrikční) tonus (noradrenalin) – stav stahu

Snížení aktivity sympatiku – dilatace. Parasympatikus do cév nezasahuje.

Vazodilatační vlákna sympatiku s acetylcholinem a adrenalinem.

Centrum řízení činnosti cév (vazomotorické c. s presorickou-*vazokonstrikční* a depresorickou-*vazodilatační* oblastí) v blízkosti centra řídicího činnosti srdce – celá oblast – **kardiovaskulární centrum** - prodloužená mícha.

Reflexní řízení (s lokálními mechanismy látkového charakteru).

- a) tlakové podněty z oblouku aorty – zvýšení tlaku krve vyvolá omezení sympatického tonu a tím roztažení cév
- b) chemoreptory reagují na snížení obsahu O_2 – zvýší aktivitu sympatiku, tím i vazokonstrikčního tonu, zvýší se tlak a omezí průtok krve
- c) sestupná vlákna z kůry a limbického kortexu (přes hypotalamus) vyvolávají vzestup krevního tlaku při hněvu a sexuálním vzrušení
- d) vlákna z retikulární formace dtto při bolestech

Další lokální mechanismy

A) axonové reflexy – vazodilatační pochody bez průchodu CNS

B) látkový charakter

- histamin z žírných buněk způsobuje roztažení tepének a uvolnění prekapilárních svěračů
- vazodilatanty bradykinin a kalikrein (vznikají z globulinů krevní plazmy)
- vazokonstriktor angiotenzin (hypertenzin) (renin z plazmatického globulinu)
- serotonin z krevních destiček

C) místní autoregulační mechanismy

- vazodilatační působení kyselých zplodin látkové přeměny

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** vers. **stenohalinní**

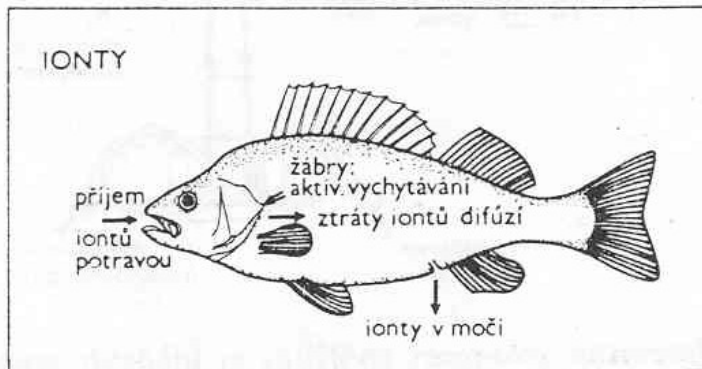
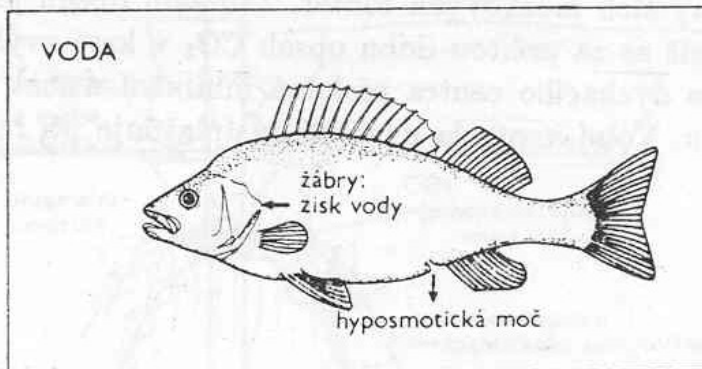
Mnozí bezobratlí – **izoosmotičtí**

osmokonformátoři (poikiloosmotičtí) vers. **osmoregulátoři**

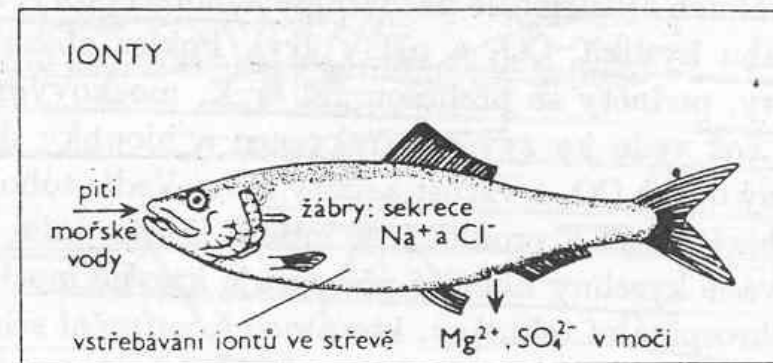
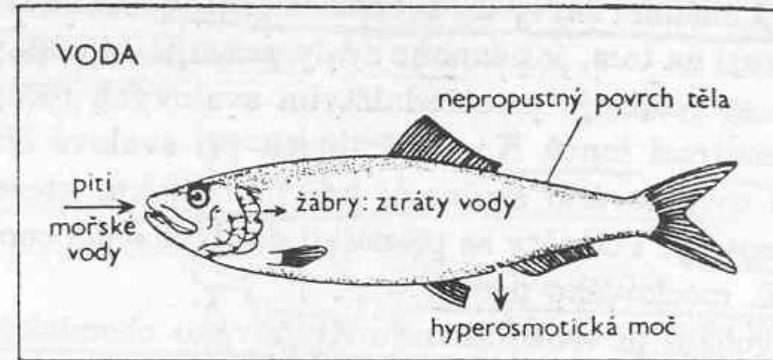
(**homoioosmotičtí** živočichové) ("vybírají si" – **iontová regulace**).

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

Sladkovodní ryby kostnaté



Mořské ryby kostnaté



Brakické a sladké vody – živočichové **hyperosmotičtí** (více solí v tělních tekutinách než ve vodním prostředí) → obrana proti ztrátám solí 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

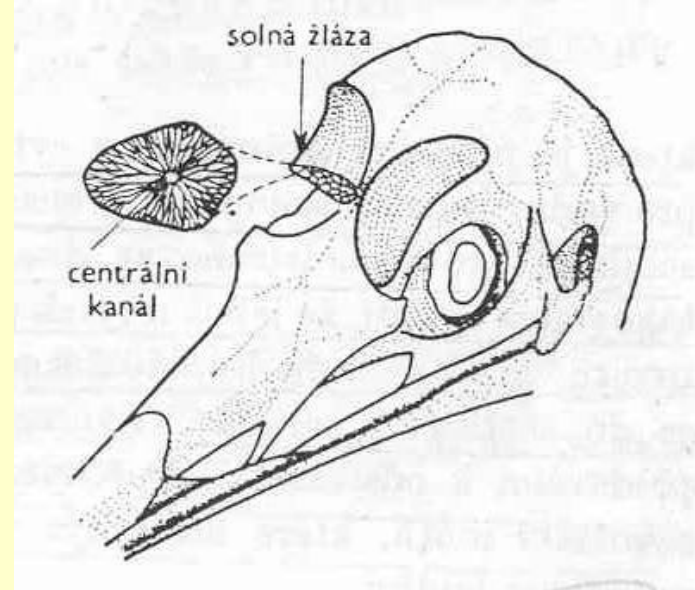
Metabolická voda (oxidační)

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.



Stažitelná vakuola prvoků

Řízení přesunu iontů a vody – látkové:

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

Obratlovci – z neurohypofýzy (ADH – antidiuretický hormon), z kůry nadledvin (aldosteron). Společné působení na úrovni povrchových membrán (žábry, kůže, močový měchýř žab) a ledvinných kanálků a na rektální a solné žlázy.

EXKRECE

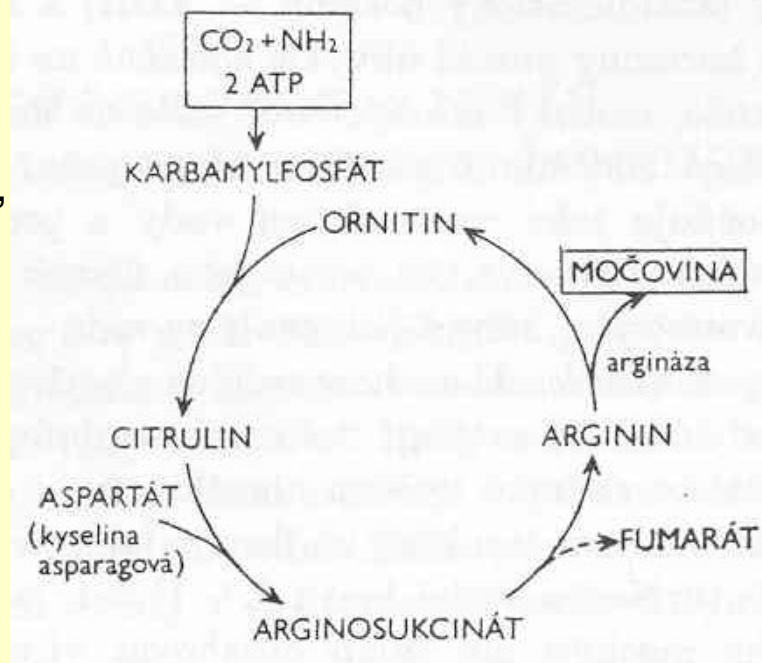
Spalování živin – produkty metabolismu z těla různými cestami:

- voda s močí, výkaly, výparem z kůže, plic
- CO_2 – v plicích, ale i moči, potu (jako kyselá uhličitany)
- N-sloučeniny – **exkreční orgány**

Tvorba exkrečních látek: deaminací aminokyselin → amoniak (jedovatý) – živočichové **amonotelní** (vodní, např. ryby).

Suchozemští – přeměna amoniaku na méně jedovaté zplodiny (močovina, kyselina močová).

Živočichové **ureotelní** (korýši, měkkýši, ostnokožci, z obratlovců obojživelníci a savci) **urikotelní** (suchozemští bezobratlí – hmyz, plži, většina plazů a ptáků).



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

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

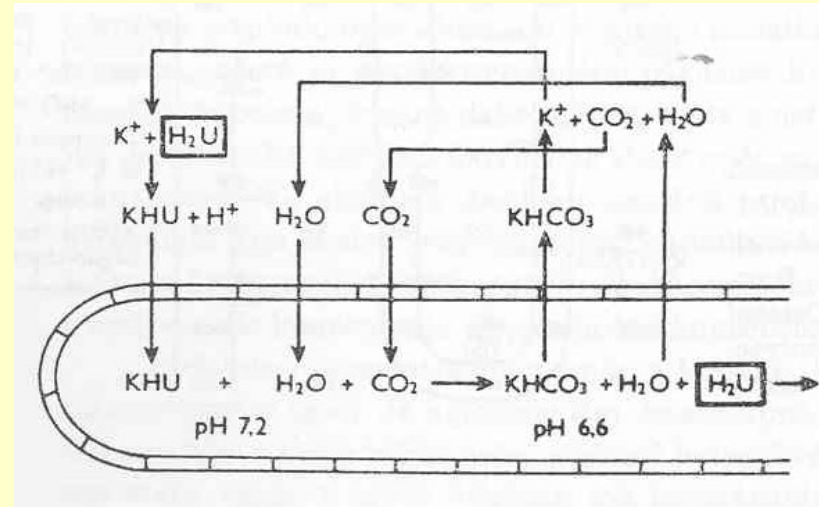
Vyšší živočichové – 4 typy vylučovacích orgánů:

1. nefridiální orgány hlístů, červů a měkkýšů

2. antenální žlázy korýšů

3. Malpighické žlázy hmyzu

4. ledviny obratlovců



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

Ledviny obratlovců

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

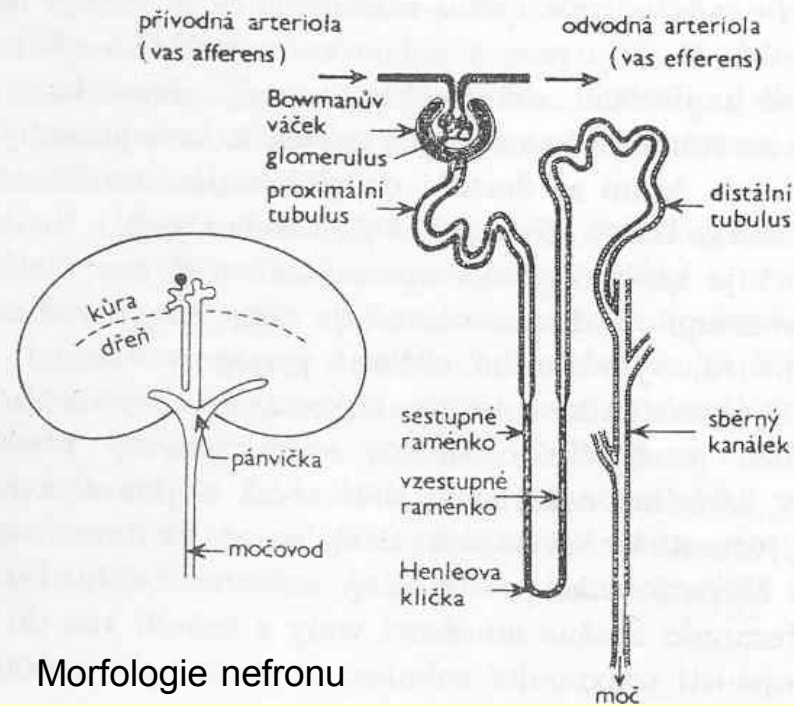
Nefron:

Bowmanův váček v kůře, v něm klubíčko krevních vlásečnic (*glomerulus*).

Z B. v. – vinutý kanálek 1. řádu (*proximální tubulus*) narovnění – 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.



Morfologie nefronu

Člověk

– 7 kortikálních nefronů,
1 juxtamedulární nefron,
celkem 7 miliónů v 1 ledvině. Skot
4 mil., kočka 230 000, 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.

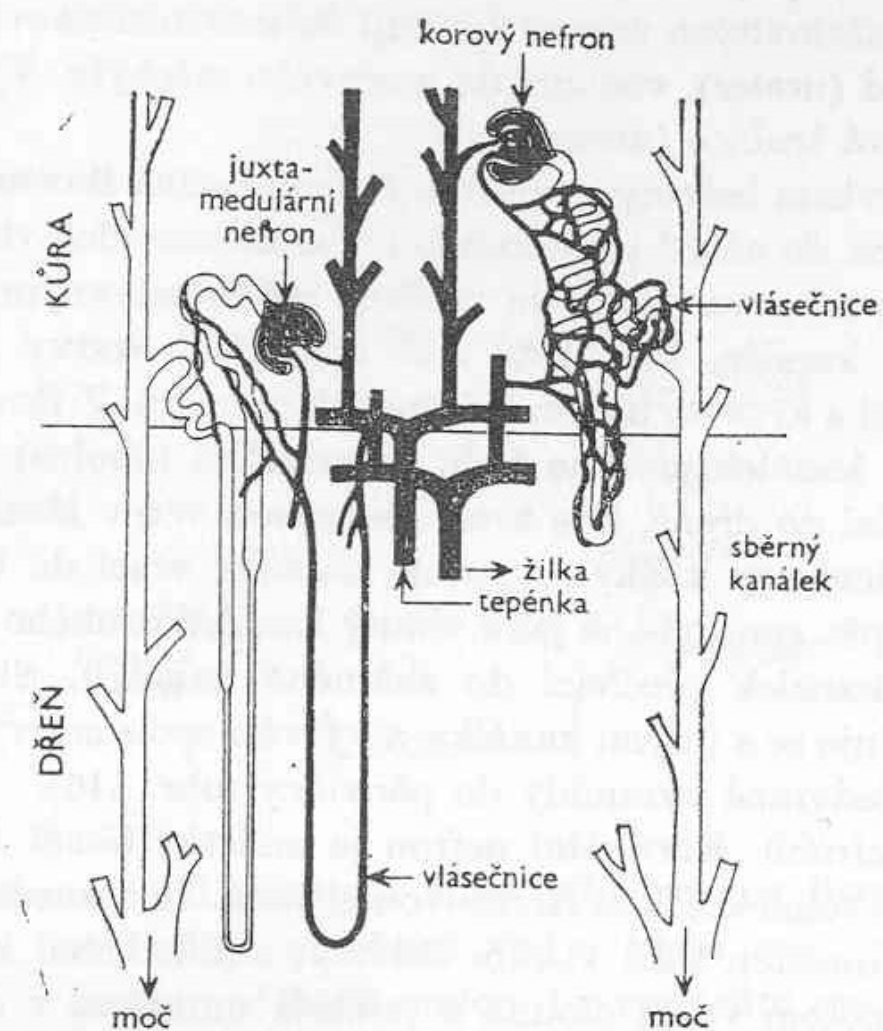
→ spojování v **odvodnou arteriolu**
(*vas efferens*),

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 tálého vnitřního prostředí

Glomerulus: – filtr oddělující tekutinu od krevních buněk a bílkovin – **izotonický** filtrát s krevní plazmou

Vyšší tlak krve – vyšší filtrace.

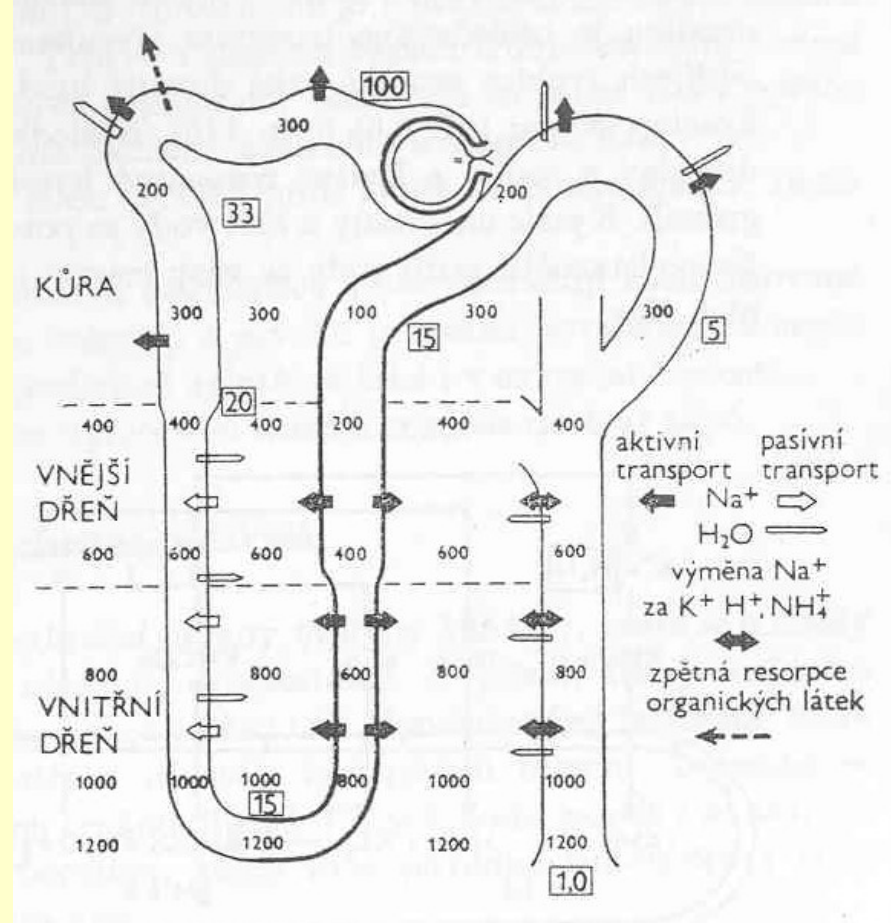
Změny tlaku v Bowmanových váčcích – závislé na relativním stupni konstriktce přívodné a odvodné arterioly.

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.



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.

Vstřebávané látky v
předním úseku proximálních tubulů:

glukóza
aminokyseliny
kyselina askorbová (C)
Na⁺
jiné elektrolyty
voda (80 %).

Sestupné rameno Henleovy kličky

propustné pro vodu,

vzestupné nepropustné –

značná resorpce Na⁺ a Cl⁻

→ do vinutého kanálku II. řádu

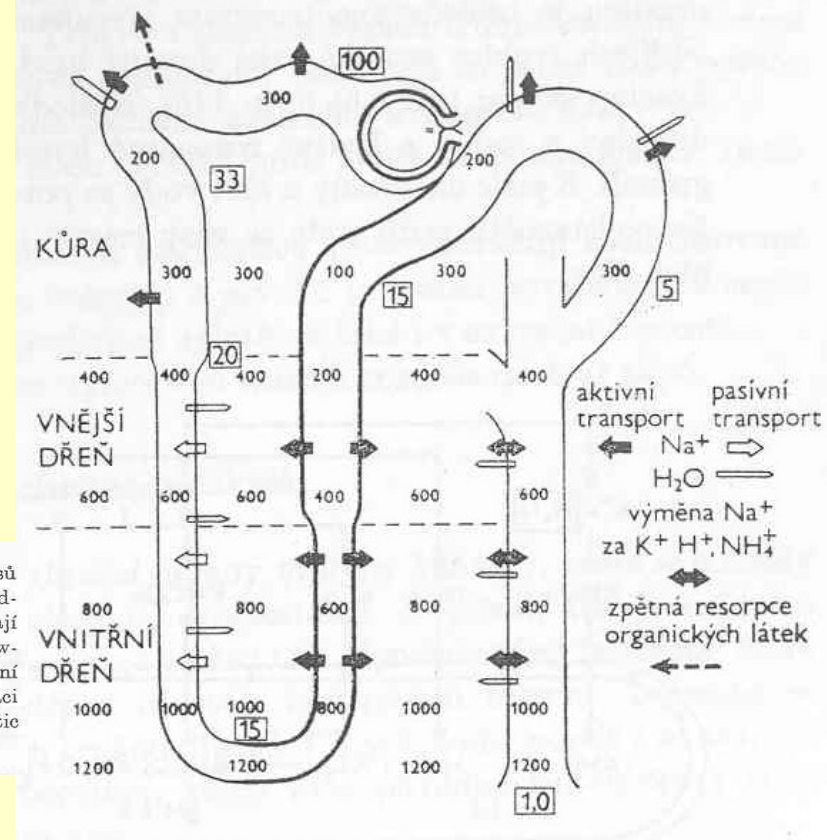
– hypotonická moč (100 mmol/l),

přesun dalších 10 % vody →

izotonická tekutina ve sběrném kanálku ledviny – další aktivní přesun Na⁺

ven – zahušťování, další difúze vody a koncentrace moči.

Výsledek – 1200 mmol/l.



Podstata koncentračních změn v ledvině – protiproudový mechanismus tvorby moči.

Tvorba moči – člověk 1,5 l za den (**50 g pevných látek – 30 g močoviny, 6 – 8 g NaCl**, další anorganické látky, stopy hormonů, produkty rozpadu – kreatinin, k. močová aj.

Řízení činnosti ledvin

a) řízení průtoku krve – nervově sympatikem

- 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 hormon – snižuje zpětnou resorpci fosfátů

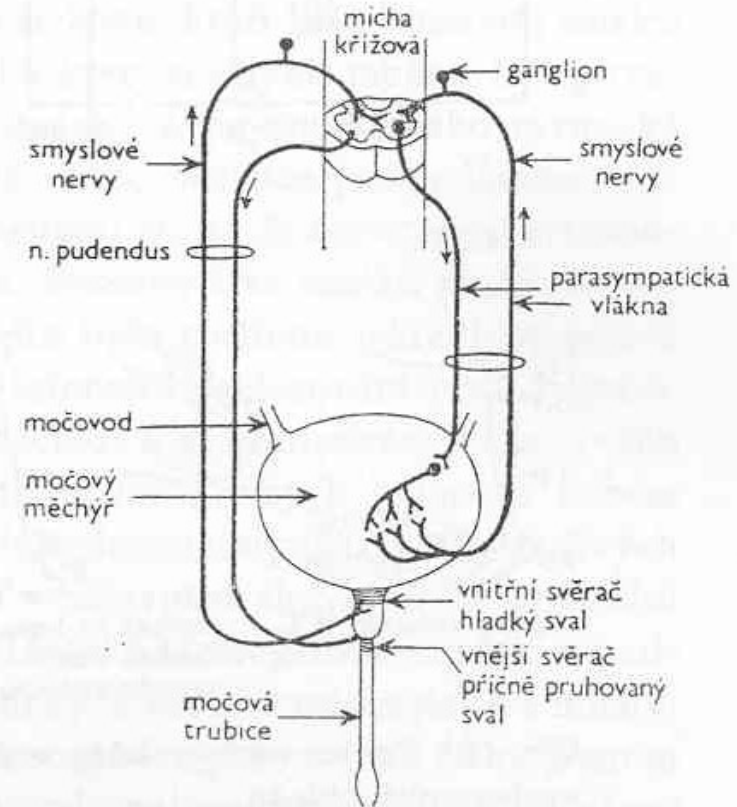
Močení

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 ovládním vyššími patry nervové soustavy (vůlí).

Obr. 119. Nervové děje řídící výdej moči.



Hospodaření teplem

Teplota – faktor ovlivňující intenzitu fyziologických pochodů.

Poikilotermní (ektotermní, [studenokrevní]) x

x **homoitermní** (endotermní, [teplokrevní]) živočichové.

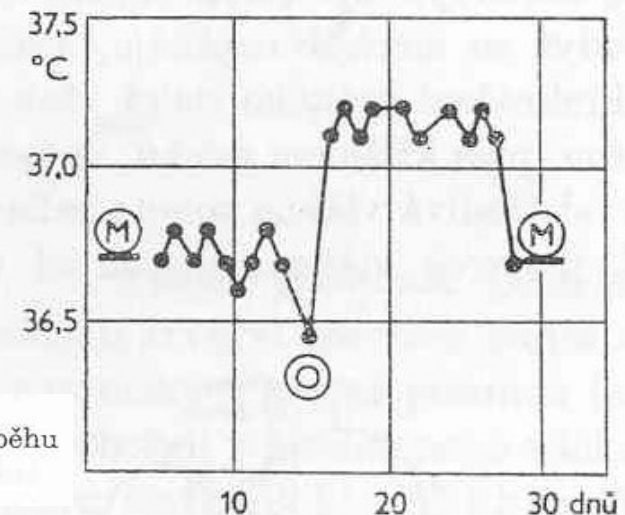
Silná závislost na teplotě prostředí

- 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.



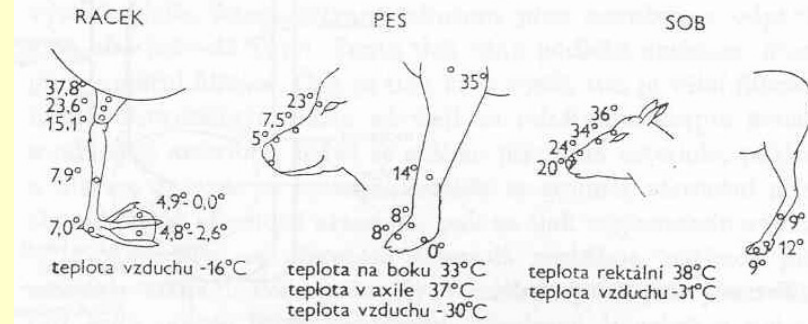
Obr. 120. Změny klidové teploty ženy v průběhu ovulačního cyklu.

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.

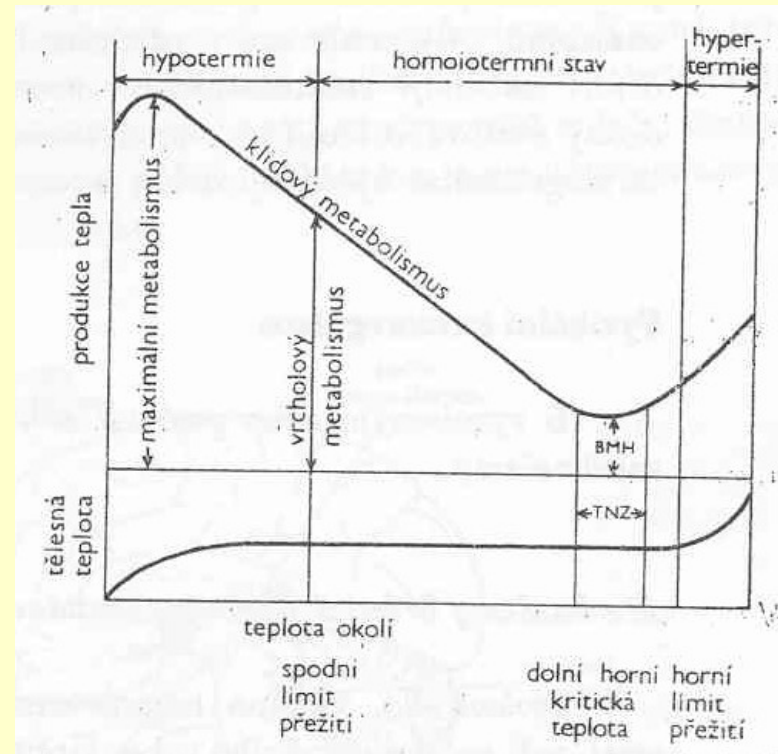
Různý rozsah.

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 – kompenzace produkcí tepla (zvýšení metabolismu až organismus nestačí pokrýt tepelné ztráty a prochládá).

Metabolický kvocient = 3 – 6.

Produkce tepla v chladu: svalový třes, netřesová termogeneze.

Chemická termoregulace

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

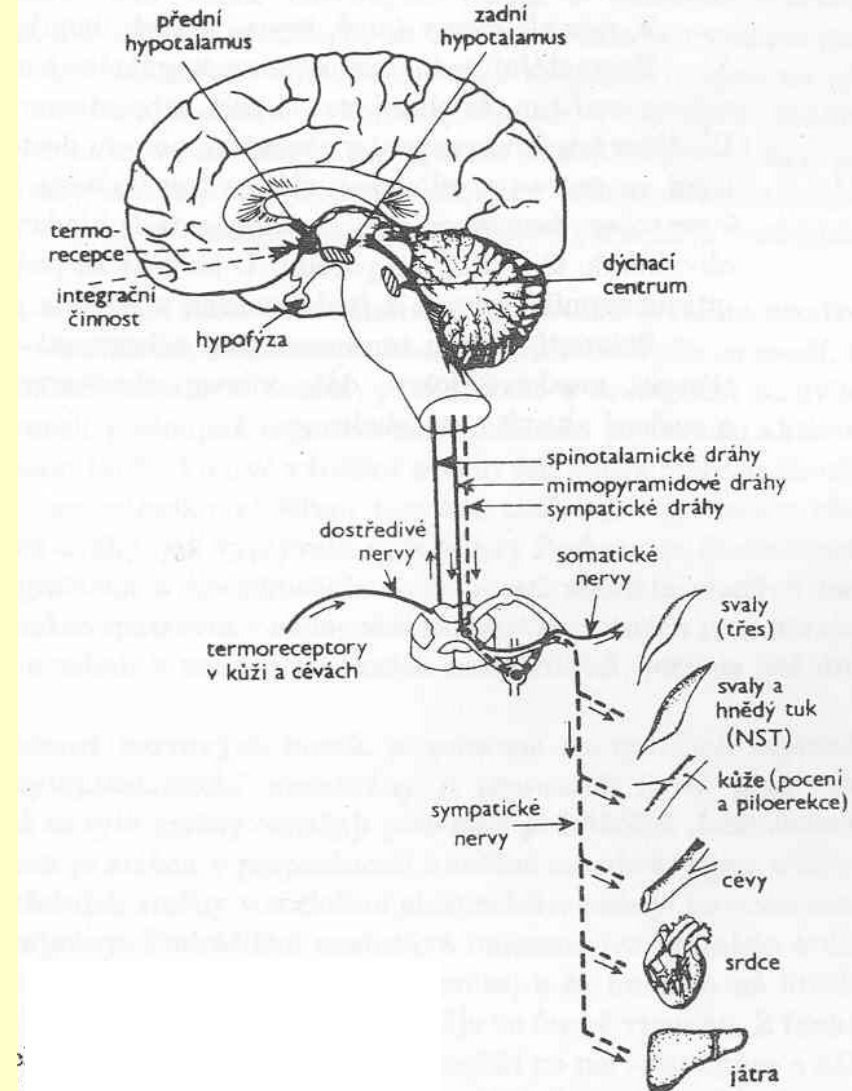
(vazodilatace, pocení – emoce

bez termoregulačního významu,

denní rytmy tělesné teploty).

Odstředivé dráhy

začínají v (zadním) hypotalamu



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.).