

# Fysiologie člověka

Fragmentární, chaotické a vysoce nepřesné zápisky jednoho líného studenta

(4)

## Fysiologie člověka

19/9/07

1. hodina

### 1) Literatura

- Wilmett — základy, málo obsahů
- Rokyta — hodně obrázků, dražší
- Schönerag / Respondek

### 2) Co?

Nauka o funkcích živých organismů / člověka

fungování → HOMEOSTÁZA (rovnováha) a její udržení = integrita + stabilita b.

#### 2.1 Řízení Hom.

- nervový (rychlý, ale ne všude)
- hormonální (pomalý, ale všude)
- imunitní

### 3) Bunka

OR  
GA  
NE  
LY

3.1 Jádru — strukt. ohran. membr. → DNA, nositel gen. info.

3.2 Mitochondrie — výroba E<sup>+</sup>, získ. ATP (matricegenní složení)

3.3 Endoplazmat. retikulum — váček + měchytky → úprava a syntéza proteinů

3.3.1 Srdceplazm. retikulum — ve sval. buňkách → zařazování Ca

3.4 Cytoskelet — mikrotubuly, mikrofilamenta — kontrola buňky, pohyb částic v b.

3.5 Vakuoly — lysosomy, peroxisomy: enzymy pro štěp. látek  
(dále z toho syntéza dalších...)

3.6 Membrána: polotekutá struktura — 2 fosfolipidové dvojvrstvy (tuk.)

(přech b. organel) ... hydrofobní (odpuje vodu) "hlavička"  
... hydrofilní (přitahuje vodu) "ocásek"

3.6.1 Látky v membráně — strukturální proteiny / bílkoviny  
(pevnost membr.)

— signální (info. z okolí; receptory)

— přenašeče (přenos info. z okolí; antigeny — ident. bun.)

— Kanály (→ usnadnění difúze)

— Pumpy (→ usnadnění difúze)

3.6.2 Transportní mech. látek

— vstup do s. "měchytky"

→ Difúze — pronik. částic rozpust. v látce z míst s vyšší konc. do míst s nižší konc. (vyrov. koncentrací v obou systémech)

→ Osmóza — pronik. H<sub>2</sub>O polopropust. membr. v prostředí o nižší koncentraci (H<sub>2</sub>O z prost. o nižší konc. látek půjde do prost. o vyšší konc. látek, je naředila)

Osmotický tlak — síla, s. tlak vody

✗

3.6.1.1 Kanál — "dířka" do membr., zavírání / otevírání ("vražkování")  
přechod z ☹ do ☺

— mechanicky (iont. kanály v recept.)

— napětově; — chemicky

3.6.1.2 Pumpa — za pomoci E<sup>+</sup> přem. látek z ☹ do ☺  
"ATP - aťá". Konformač. změna 2<sup>o</sup> dovnitř 3<sup>o</sup> ven k ☺

→ Usnadnění difúze (via kanál)

→ Sekundární aktivní transport (symport / antiport)

→ Aktivní transport (via pumpu)

### 4) Objem tělních tekutin

60% H<sub>2</sub>O — 40% uvnitř buněk (5% v cévách)  
20% mimo buňky (15% mimo b.)

4.1 Intracelulární tekutina (ICT) – u buňky

4.2 Extracelulární tekutina (ECT) – mezi buňkami (intersticiální) – tk. mok  
– nitrocelní tek. – plazma

4.3 Transcelulární tekutina → sliznice, plíce, cív, slizky, epitel atd.

4.4 Bariéra mezi ICT a ECT – b. membrána  
– mezi intersticiální a nitrocelní – stěna cévy  
⇒ 3 oddělené prostory – Compartments

4.5 Ionič. tekutina

IONTY: Na, K, Cl, ...

4.5.1 Na<sup>+</sup> – ECT, 140 mmol/l  
ICT, 14 mmol/l  
→ konc. gradient DOPNITR buňky

4.5.2 K<sup>+</sup> – ICT, 160 mmol/l  
ECT, 4,5 mmol/l  
→ konc. gradient VEN z buňky

4.5.3 Cl<sup>-</sup> – ECT  
etc.

4.5.4 Rozdíl mezi intersticiální a nitrocel. – (iontové jsou stejné)  
přítomnost bílkovin jen v plazmě

4.6 Křivkové membránové napětí – potenciál rozdíl na b. membráně v klid. stavu  
(síla koncentrac. gradientu = (-) elektr. potenciál) 9 ~ 100 mV  
(ani -95 mV)

4.6.1  $\ominus \oplus$  Příčiny: nerovnoměr. rozdel. iontů  
– Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPasa (vyhazuje Na<sup>+</sup>, is bere K<sup>+</sup>) ...  
– vlastnosti membrány – nepropust. pro proteiny, org. složky  
– v klidu propustná pro K<sup>+</sup>, méně prop. pro Na<sup>+</sup>  
Přechodem K<sup>+</sup> vzniká elektr. pole  
TROCHU propustná je i pro jiné látky → mají vliv na přes

4.6.2 Věcnam – u vzrušivých buněk (sval, nerv) – Reser info. v elektr. varuchu  
– transportní symport (sekundár. akt. transp.)

## Fyziologie krve

26.9.2007

### Co v té krvi vlastně je

Červené krvinky – erytrocyty

Krevní destičky – trombocyty

Bílé krvinky – leukocyty:

- granulocyty
- agranulocyty

### Funkce krve

Homeostatické (pH, objem tekutin, osmotický tlak, zástava krvácení)

Transportní (živiny, krevní plyny, vitaminy, hormony, teplo – rozvod do periferních částí)

Ostatní (imunitní – složky specifické a nespecifické imun.)

### Základní pojmy

Plazma: tekutina (H<sub>2</sub>O, organické a anorg.látky – vč. Bílkovin ... „bujon“)

Sérum: krevní plazma bez bílkovin nutných pro srážení (zbylá tekutina po sražení krve)

Hematokrit: poměr objemu červených krvinek ku objemu krve (%) Poměr u ženy / muže: 0,42 / 0,47

**Proč mají ženy méně červených krvinek?** Hormony

Testosteron &gt; Erytropoetyn. Zátěž v organismu &gt; uvolňování do krve. V kostní dřeni stimuluje zrání a dělení krvinek.

Estrogeny – nestimulují

Krevní elementy: červené krvinky (RBC), bílé krvinky (WBC)

### Červené krvinky: erytrocyty (Ery)

5×10<sup>12</sup> / litr, život 120 dní

#### hemoglobin (Hmg)

oxyhemoglobin (navázaný O<sub>2</sub>), deoxyhemoglobin (zbavený O<sub>2</sub>)karbaminohemoglobin (CO<sub>2</sub> se naváže radši než O<sub>2</sub>)

karboxyhemoglobin (CO)

methemoglobin (dusičnany ve vodě! Dvojmocné(2) Fe v Hmg > trojmocné(3), brání přenosu O<sub>2</sub>)

Novorozenci nemají enzym, co vrací Fe(3) zpět na Fe(2) &gt; potřeba kojenecké vody

### Nadmořská výška – méně O<sub>2</sub>

Erytropoetin > Ery-signal > červená kostní dřev > hemocytoblast > prekurzory Ery > zvýšená erytropoéza (bude víc Ery), lepší přenos O<sub>2</sub>

Děje se změnou gen.informace – trvá to nějakou dobu

### Základní pojmy II

**Hemolýza:** rozbití krve (Ery).

- Mechanicky (názem)
- osmoticky: Ery nemá jádro  
Nižší koncentrace okolí – voda půjde dovnitř buňky  
Osmotická rezistenční síře

### Fyziologický roztok:

Izotonický roztok: stejná osmotická koncentrace látek jako v plazmě. Nemusí probíhat osmóza, tělo jej přijme OK

Použití: při nutnosti ředění krve (kapačky)

× Hypotonický roztok (méně látek) – hrozí osmotická hemolýza!

× Hypertonický roztok (více látek)

**Leukocyty (bílé krvinky):** 6—9×10<sup>9</sup> / l**Trombocyty (destičky):** 200—400×10<sup>9</sup> / l

### Srážení krve - koagulace

Složitý děj, řada za sebou jdoucích enzymatických dějů, zjednodušení:

**Kaskáda dějů** (zapotřebí Ca, vit. K): faktor 1 aktivuje faktor 2, ten aktivuje faktor 3 ...

protrombin – trombin (z kuliček vlákn) &gt; fibrinogen – fibrin (vznikne „zátku“) &gt; sraženina (koagulum)

**Zabránění srážení krve**

Vyvázaní Ca (jinými látkami) – proces nemůže začít

**Krevní skupiny**

Aglutinin

- „dobrý“ antigen: identifikace buňky dle struktury (antigeny)  
antigen na povrchu Ery = aglutinogen
- „zlý“ antigen: antigen zjistí cizorodou látku (bílkoviny patřící cizím buňkám), spustí obranný mechanismus

aglutinin: protilátky vůči antigenům

Krevní skupina:

Př.: sk. **A**: aglutinogen (antigen) A, aglutinin B (bude likvidovat antigeny B)

sk. **0**: „universální dárce“ (žádné antigeny na povrchu), jen nouzově (má protilátky anti-A i anti-B)

sk. **AB**: „universální příjemce“ (antigen A i B, tedy nemůžou být aglutininy A ani B)

aglutinace: shlukování. Spojení na základě aglutininu (× koagulace)

Při transfuzi: nutnost **křížové zkoušky!**

kodominance: dědičnost určující krevní skupiny

alely A, B, 0

Př.: rodič: sk. A, ale alela je A0

2. rodič: sk. B, ale alela B0

	<b>A</b>	<b>0</b>
<b>B</b>	AB	B0
<b>0</b>	A0	00

Rh faktor: antigen „D“

d: Rh–

D: Rh+

Komplikace když jsou rodiče matka Rh– a otec Rh+

Imunitní reakce z 1. těhotenství se „pamatují“ do dalších těhotenství ...

Pokud je dítě Rh+, dává se matce uměle „protilátka“ - ta si pak při dalším těhotenství nepamatuje, že existuje nějaké „D“

sedimentace: rychlost usazování / segmentace Ery

Nespecifická zkouška. Rychlejší (vysoká) sedimentace = značí problém

**Poznámka**

Možnost komplikace „novorozenecká žloutenka“: Po narození dítěte: rozklad fetálního hemoglobinu – zátěž na játra, > „žloutenka“

Řešení: expozice kůže UV světlem, přeměna („“) na látky rozložitelné ledvinami

**Akční potenciál (napětí)**

Vlastnost vzrušivých buněk, šíří se bez dekrementu (bez úbytku), odpověď „**vše nebo nic**“

Význam: kódování a přenos info (nerv), spuštění svalové kontrakce (sval)

**depolarizace** – minus potenciál se snižuje

**hyperpolarizace** – membrána uvnitř b. Je více negativní (> -100 mV)

**transpolarizace** – změna polarity membrány (+mV v buňce)

**repolarizace** – návrat ke klidovému membránovému napětí

**Průběh**

1. Dosažení **prahové hodnoty** membránového napětí

2. Otevření napětově řízených Na kanálů, vstup Na do buňky > depolarizace (až transpolarizace)

3. Řetězová reakce – šíření na další ... (100m/s)

4. Snižování proudění, uzavření Na kanálů, otevření K kanálů > návrat k původním hodnotám  
draselné kanály jsou otevřeny delší dobu

Změna polarity: 1–2 ms, u myokardu až 250 ms

## Imunita

3.10.2007

- obrana před napadením
- vrozená × získaná
- buněčná × humorální

### Pojmy

**Imunogen** – sloučenina rozpoznatelná imunitním systémem (může vyvolat imunitní odpověď)

**Antigen** – schopnost molekuly reagovat s protilátkami

- sloučeniny mohou reagovat s protilátkami, nemusí vyvolat imunitní odpověď
- všechny imunogeny jsou antigeny, ne všechny antigeny jsou imunogeny
  - xenogenní antigen – druhová rozdílnost
  - alogenní antigen – rozdílnost mezi jedinci druhu
  - isogenní antigen –

**Imunogenita** – vlastnost látky vpravené do organismu vyvolat imunitní odpověď

**Hapten** – nízkomolekulární látka sama o sobě naváže imunitní odpověď až po vazbě na jinou l.

**Epitop** – část molekuly, kt. se váže na protilátku

**Adjuvans** – látka zesil. imunit. odpověď

### Bílé krvinky – leukocyty

- Granulocyty
  - neutrofil
  - bazofil
  - eozinofil
- Agranulocyty
  - lymfocyt
    - T (T4 helper, T8 cytotoxický, T8 supresorový)
    - B
    - NK – natural killer, přirozený zabíječ
  - monocyt – schopnost putovat po těle a měnit se na makrofágy (irreversibilní proces) – schopnost fagocytózy.

### Hlavní histokompatibilní komplex (HLA / MHC)

antigeny na povrchu buněk - „hodné antigeny“ - pro informační komunikaci.

K rozlišení cizího od vlastního

- 1. třída (...) – na všech jaderných buňkách
- 2. třída – buňky prezentující antigen. Aktivace antigenem (buňka začne reagovat „signalizační vlajčka:-“)

### Lymfoidní orgány

**Brzlík (thymus)** – prostředí pro zrání T buněk. Učení lymf.buněk - „škola“, nabalování antigenů na povrch buňky. Mortalita části „špatně vyškolených“ buněk (zdravé ji většinou včas zlikvidují, někdy uteče => autoimunitní reakce (chyba! Reakce na vlastní antigeny...))

**Fabriciova burza** (ptáci) / ekviv. u savců – vznik a zrání B buněk (člověk: v kostní dřevě)

**Lymfatické uzliny** – sbírání moku pomocí lymf. cév (absorbce přebytečné vody co není v krvi). Uzliny – filtr pro cizor. částice a tkáň. zbytky

### Slezina

**Lymfoidní tkáň asoc. se sliznicemi**

**Mandle (tonsily)** – místo s největším kontaktem antigenů, „krypty“ pro zachycení cizích částic, transport do lymfoidních folikulů

### Vrozená (nespecifická) imunita

Není vázána na předchozí individuální zkušenost s patogeny

#### - Buněčná

Monocyty / makrofágy

granulocyty – fagocyt.

NK buňky – přirozená toxicita



**- Humorální**

komplement – alternativní cesta

lektiny – C reaktivní protein ...

**Kožní a slizniční bariéry**

**Kůže** – baktericidní látky (pot+maz). Přítomnost vlastních symbiotických bakterií (mikroflóra)

**Trávicí trakt** – dutina ústní (baktericidní enzymy), žaludek (Hcl – rozpuštění kyselým prostředím), střevo (žluč. kyseliny, hlen na sliznici, mikroflóra, podslizniční fagocyty). **Reflexy** – zvracení, průjem

**Dýchací systém** – řasinkový epitel. **Reflexy** – kýčání, kašel, bronchokonstrikce

**Močové cesty**

Pochva ženy - „Döderleinův“ laktobacil! (Riziko: vstupní brána)

**Oko** – mrkání, slzy (baktericidní)

**Anatomické struktury****Monocyty, makrofágy**

Po celém organismu, schopnost fagocytózy

Schopnost specificky i nespecificky rozpoznat a *pohltit* patogen, rozložit jej a antigeny prezentovat na svém povrchu (pro HLA II.tř.)

**Fagocytosa**

Pohlčení patogenu makrofágem

Fagocytóza může být usnadněna *opsoniny* („ochucovadly“)

**Lymfocyty NK**

Nemají imunologickou paměť. Aktivace *interleukiny*.

Obrana proti virům a nádorovým buňkám

**Neutrofily****Bazofily**

v granulech je obsažen histamin

**Eozinofily**

taky, úloha při vzniku alergie

**Komplement**

Skupina faktorů přítomných v sér. Aktivace kaskád. způsobem

Doplňují funkci protilátek (komplementují)

Aktivace: klasická (aktivace komplexem antigen-protilátka) / alternativní (aktivace povrchovými bakteriálními polysacharidy)

**Zánět****Získaná (specifická) imunita****- Humorální: Lymfocyty B**

zprostředkována B lymfocyty (klidový B.lym > aktivovaný B.lym > plazmatická b. > 5 specifick.látek - imunoglobulinů:

- **IgG** (75 %),
- **IgM** (10 %) - první protilátka časné imunitní odpovědi,
- **IgA** (15 %) - slizniční imunitní systém,
- **IgD** (???),
- **IgE** - (...) alergie

**- Buněčná: Lymfocyty T**

Pomocné T buňky (CD 4 – vazba na HLA II.tř.). Produkce *interleukinů* – HIV likviduje tyto CD4 buňky

Cytotoxické T buňky, Supresorové T buňky (CD 8 – vazba na HLA I.tř.)

**Očkování – imunizace**

- aktivní
  - a) oslabené agens (spící)
  - b) mrtvé agens
  - c) část agens (rozmixovaná) – podstatná je jen antigenová struktura
 Získá se tím imunitní paměť
- pasivní
  - antidote – protilátka, co škodlivou látku vyváže přímo. **Nevýhoda:** nezíská se imunitní paměť

## Fyziologie srdce

10.10.2007

### Co už víme

Běžná akce 70/min

přečerpá 5 l/min (**minutový výdej srdeční**)

2 síně, 2 komory

kombinuje vlastnosti příčně pruhované a hladké svaloviny

buňky převodního systému, buňky pracovního myokardu

osrdečník – výplňová tekutina (vazivový obal) mezi srdcem a dalšími orgány, aby nedocházelo při pohybu k tření

síňokomorová překážka, AV (cípaté) chlopně

využívá vše, i kyselinu mléčnou, neunavuje se

### Síňe a komory

P síň: krev přiváděna horní / dolní dutou žílou

L síň: krev přiváděna plicními žilami (vedou *okysličenou* krev)

P komora: odvod plicní tepnou (vedou *odkysličenou* krev)

L komora: odvod srdečnicí – aortou

Koronární arterie – větvení: koronární kapiláry

Ucpání kapiláry v srdci => odumření části tkáně (v ostatních částech těla se najde jiná cesta)

Lékařské zákroky: **stent** – rozšíření ucpané kapiláry

**bypass** – přemostění jinou cestou

Cípaté chlopně – brání zpětnému toku krve (pomocí papilár. sval, šlašinek)

Poloměsíčitá chlopně – brání zpětnému toku z cév zpátky do komory

### Funkce buněk myokardu

#### buňky převodního systému

dávají elektrické povely

- **sinoatriální uzel (SA)** – primární centrum srdeční automacie i bez vnějších nerv. podnětů (70—100/min)
- **atrioventrikulární uzel (AV)** – sekundární centrum s.a. („záložní systém“, 30—40/min, SA uzel má prioritu), *zpomalování převodu vzruchů ze síní na komory*  
akční potenciál – nemá klidové napětí  
otevření Ca a Na kanálů – princip automacie
- preferenční dráhy
- Hissův svazek
- Tawarova raménka
- Purkyňova vlákna

#### Šíření vzruchu

- preferenčními kanály
- po svalovině síní

Mezi kontrakcí a relaxací je až 250 ms

Nelze vyvolávat dřívější další kontrakci – *refrakterní fáze*

#### Zesilování / utlumování svalové činnosti

- **Sympatikus** – i více než 3× zesílí frekvenci
- **Parasympatikus** – udržuje klidový tonus (vagotonie) 70/min, tlumí spontánní aktivitu SA uzlu (prodlouží se refrakterní fáze stažením napětí níž)

#### EKG

elektrický srdeční vektor

Einthovenův trojúhelník

diagnostika srdečních onemocnění: arytmie, poruchy prokrvení srdečního svalu, metabolické poruchy myokardu

#### buňky pracovního myokardu

pracují :-)

## Srdeční cyklus (revoluce)

Opakující se děje v srdci během jednoho cyklu

Diastola (relaxace, plnění krví), systola (stažení, vypuzení krve do oběhu)

**Fáze:**

- plnění komor
- izovolumická kontrakce
- ejekční izotonická
- izovolumická relaxace

Srdeční vady: nedomykavost,

**Pojmy:**

- end-systolický objem (objem krve v komorách na konci systoly – 60 ml)
- end-diastolický objem (objem krve na konci diastoly – 120–140 ml)
- tepový objem (rozdíl mezi end-systolickým a end-diastolickým objemem – cca 70 ml)
- ejekční frakce (podíl, co se vypudí – %)
- dilatace, hypertrofie srdce (adaptace srdce na zátěž) – sportovci: větší srdce => větší tepový objem, v klidu je možná nižší frekvence

## Metody měření

EKG, objemy plnění, ozvy chlopní, komorové akce, tlaky v komoře... => polygrafický záznam

**Poznámky :-)**

„Ženy mají méně vody. Proč mají méně vody? Protože mají více tuku! Proč musí mít více tuku? Protože jsou mnohem důležitější pro rozmnožování. Nemáte tuk => nemáte hormony => nemáte menstruační cyklus => nemáte vajíčka => jste sterilní a nepřitažlivá. Ha!“

## Fyziologie periferního krevního oběhu

17.10.2007

84 % celkového krevního objemu

(...) *radši nastudovat ve „Wilhelmovi“!*

### Tepny a tepénky (arterie a arterioly)

Věnitě (koronární) cévy: při námaze může vzrůst průtok až 3×

Cévy kosterního svalstva: až 15×

Mozkové cévy: průtok nevzrůstá

#### Pružníkové cévy

Pružná céva: krevní objem (70ml) se přeneso do aorty, ta se roztáhne

Stěny pružníkové cévy se začnou vracet do původní pozice – udržuje *kontinuální proudění krve*

Čím dále od srdce, tím je kontinuita tlaku vyšší (menší rozdíl mezi systolou a diastolou, normál 120/80)

#### Hypertenze

- Starší lidé: „pružníková hypertenze“ - ztvrdnutí aorty, arterioskleróza velkých tepen: pružníkové cévy ztratí pružnost, velký rozdíl mezi systolou a diastolou (150/50)
- I jiné příčiny hypertenze (160/120, ...)

#### Rezistentní cévy

arterioly - kapilárky

Odpor se mění s  $r^4$

### Žíly (vény)

tenká lehce roztažitelná stěna: *kapacitní cévy*

krevní rezervoár (mají >60 % obj. krve)

Větší končetiny – chlopně – brání zpětnému toku

#### Pojmy

**vysokotlaký systém** (arteriální systém)

**nízkotlaký systém** (žilní systém)

**tlakový gradient:** od aorty k arteriolám, vlásečnicím, žilám

**2 oběhy:** systémový, malý plicní

**Malý plicní oběh:** nízkotlaký, obrácená terminologie: plicní tepny vedou odkysličenou krev (karboxyhemoglobin), plicní žíly vedou okysličenou krev (oxyhemoglobin)

**Střevní systém:** 1) do střeva, 2) z jater - jaterní žíly (dolní dutá žíla – z noh, sběr krve z dolní části těla)



## Dýchací systém

24.10.2007

### Vnější a vnitřní ventilace

(atmosférický vzduch)
ventilace (plíce)
difúze
cirkulace (krev)
difúze
vnitřní dýchání (buňky)

#### Pojmy

**Hypoxie** – snížené množství kyslíku v organismu

- výšková hypoxie
- anemická hypoxie
- srdeční (stagnační) hypoxie
- hypoxie z prodloužené difúzní dráhy
- toxická hypoxie (kyanidy)

**Ischemie** – kromě nedostatku kyslíku chybí i přívod zákl. látek, a odvod odpadních látek

- Ischemická choroba srdeční: malý průsvit srdečních arteriol, nesprávný přívod a odvod živin
- Bolest na hrudi

#### Dýchací svaly

Hlavní dýchací svaly:

- vnitřní, vnější (interny: pro výdech, externy: pro nádech)
- Bránice! Její kontrakce: snížení, relaxace: narovnání, zvýšení

Pomocné dýchací svaly: zvedání hrudníku => jeho roztažení (dáno anatomii žeber)

#### Břišní/hrudní dýchání

evolučně: ženy preferují hrudní, muži břišní dýchání

děti: břišní dýchání

Břišní dýchání: bránicí

Hrudní dýchání: zvednutí hrudníku svaly int/ext

#### Mechanika dýchání

Pro nádech je uvnitř nutný podtlak (=> gradient)

Pro výdech je nutný přetlak ...

- nitroplicní (nitrohrudní) tlak: tlak v dýchacích cestách

#### Dechové objemy

Měříme *spirometrem*

(...)

(klidový) dechový objem – cca 0,5 l

inspirační rezervní objem IRV – množství vzduchu nadechnutelného po klidovém výdechu – cca 2,5 l

expirační rezervní objem ERV – množství vzduchu vydechnutelného po klidovém výdechu – cca 1,5 l

vitální kapacita plic – klidový + IRV + ERV

#### Pojmy

ventilace, perfuse, **poměr ventilace-perfuse**

**Hyperventilace** – snížení parciálního tlaku  $\text{CO}_2$ , změna pH krve, snížení  $\text{Ca}^{2+}$ , tetanické reakce

**Volní & mimovolní dýchání** (porucha: neschopnost mimovolního dých.)

**Surfaktant** – látka snižující tenzi (povrchové napětí) vnitřní stěny se smršťovat. Plicní sklípky nejsou balónek, ale mají i tak tendenci bez surfaktantu kolabovat

**reziduální plicní objem** – zbytek v plicích (nevydechnutelný)

„Plovací zkouška plic“ - soudní zjišťování narodilo-li se dítě živé či mrtvé

#### Parciální tlaky:

- smíšená venózní krev (před vstupem do alveoly):  $P_{\text{O}_2} = 40$  torr,  $P_{\text{CO}_2} = 46$  torr
- v alveolu a na konci plicní kapiláry:  $P_{\text{O}_2} = 100$  torr,  $P_{\text{CO}_2} = 40$  torr

Vždy se vzduch částečně mísí (nikdy nelze vydechnout celý reziduální objem)

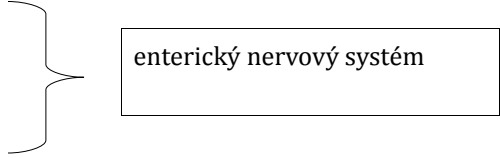
## Trávicí systém (gastrointestinální trakt, GIT)

31.10.2007

Trávicí systém = Trubice, začíná dutinou ústní, končí konečníkem  
Bezprostřední kontakt na velké ploše ...

### Trávicí trubice – vrstvy

- mukóza – sliznice (epitel), produkce látek pro trávení (HCl, etc.)
- submukóza – podslizniční vazivo
- Meisnerova nervová pleteň
- Svalovina kruhová – segment. pohyb
- Auerbachova nervová pleteň
- Svalovina podélná – kývavý pohyb



enterický nervový systém

### Mechanická činnost

#### Pohyby:

- kývavé
- segmentální
- peristaltické
  - aborální směr pohybu – směrem ke konečníku
  - orální směr pohybu – zvracení (antiperistaltika žaludku)

### Krevní zásobení

Splanchnický oběh – 25 % klidového minutového objemu

#### Jaterní oběhy:

- funkční (vrátnicová žíla, *v. portae*, 75—80 % odkysličené krve – detox)
- nutriční (jaterní tepna, *arteria hepatica*, 20—25% okysličené krve do jater – výživa)

### Sekreční činnost

Dutina ústní: slinné žlázy (alfa-amyláza, hodně  $K^+$ )

#### Žaludek

- hlavní bb – pepsinogen – neaktivní enzym, štěpí bílkoviny. Aktivace na zákl. HCl
- krycí bb – HCl
- mucinózní bb – hlen (ochrana před HCl)

#### Fáze žaludeční sekrece:

- cefalická fáze – na základě smyslových vjemů vylučování žaludečních sekretů.  
Pokud si na jídlo neuděláme čas a nemyslíme na něj, vynechá se korektní cefalická fáze, je málo kyseliny, trakt není aktivován, hrozí vředy aj. problémy
- gastrická fáze – iniciována mechanickým roztážením žaludku. Uvolňování gastrinu, aktivace žaludeční peristaltiky
- intestinální – zpětné působení chymu (reflex zvracení)

#### Žlučník – žluč

Produkce 0,7 l / denně

- nezahuštěná žluč – z jaterního parenchymu
- zahuštěná žluč – ze žlučníku, snížení objemu na  $\frac{1}{5}$  –  $\frac{1}{10}$  pův. objemu

Detoxikační funkce – slepení toxinu s jinou látkou, omezení jejich nežádoucích účinků a vyplavení

Funkce trávení tuků – žlučové kyseliny

#### Slinivka břišní (pankreas) – pankreatická šťáva

Produkce 1,5 l / denně

Pankreatický vývod ústí spolu s vývodem žluči do dvanáctníku

Štěpení cukrů, štěpení tuků,  $HCO_3^-$  – neutralizace kyselý (HCl) tráveniny

Proteolytické enzymy – produkují se v *neaktivní formě* (pokud se aktivují – pankreatida, začne se natravovat samotná slinivka břišní => břišní krvácení etc.!) )

**Regulace:** cholecystokinin, sekretin (CCK. regulace na zákl. složení tráveniny ve střevě), n. vagus (podpora enzymů, produkce pank. šťávy)

**Fáze:** cefalická, gastrická, intestinální (nejdůležitější)

### Štěpení substrátů

**Sacharidy:** v dutině ústní (ústní alfa-amyláza), ve střevě (pankreat. alfa-amyláza), dále maltáza, isomaltáza (*neštěpí se v žaludku*)

**Lipidy (tuky):** v dutině ústní (slinná lipáza), ve dvanáctníku (pankreatická a střevní lipáza) (*neštěpí se v žaludku*)

**Bílkoviny:** v žaludku (pepsin – z neaktivní formy, pepsinogenu), na střevní sliznici (enterokináza), dále peptidázy (*neštěpí se v dutině ústní*)

### Resorpce

sacharidy (monosacharidy: glukóza, fruktóza; disacharidy)

lipidy (mastné kyseliny s krátkým, středním, dlouhým uhlíkovým řetězcem)

proteiny (aminokyseliny)

vitaminy (rozpustné ve vodě: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, H, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>; rozpustné v tucích: A, D<sub>2</sub>, E, K)

voda

ionty

## Metabolismus

7.11.2007

- anabolismus
- katabolismus

### Energetický metabolismus

**Makroergní sloučeniny** (vysokoenergetické fosfátové sloučeniny)

- ATP adenosin-tri-fosfát  $PO_3 \sim PO_3 \sim PO_3^-$ . 1 vazba – 30,6 kJ
- kreatinfosfát kreatin  $\sim PO_3$ . vazba – 45 kJ

### Živiny

- cukry
- tuky
- bílkoviny

Depota živin – glykogen: játra, svaly; lipidy: tuková tkáň; bílkoviny: játra, svalovina, slezina

Glukoneogeneze (*syntéza glukózy*): laktát, pyruvát, aminokyseliny, meziprodukty citrátového cyklu

Vše směřuje do Krebsova = **citrátového cyklu** – v mitochondriích, kde vzniká ATP

Pro vstup do citrátového cyklu: nutný **acetylkoenzym A** (acetyl CoA)

### Bazální metabolismus

= energie potřebná k **udržení základních životních funkcí** (teplo, srdce, mozek, plíce, buněčné pochody)

**Bazální podmínky:** nebyl pohyb, 12 hodin po jídle, tělesný a duševní klid, teplota okolí 20°C

5 MJ/den u žen, 6 MJ/den u mužů (1 kcal = 4,16 kJ)

#### Poznámka:

cukrovkáři vylučují v moči glukózu (ledviny nestíhají zvýšené množství cukru vstřebat), ta váže vodu, mají tak větší úbytky vody (glukóza = diuretikum)

Cukrovka se dá vypěstovat dlouhodobou konzumací velkého množství cukru (trvale je hyperglykemie, vysoká produkce inzulínu, příliš silné kolísání, down-regulace receptorů pro inzulín... buňky postupně začnou brát místo glukózy lipidy, z nich produkce ketolátů ... => rezistence na inzulín, glukóza zůstává v krvi, ...)

=> nutnost optimálního rozložení stravy

### Metabolismus tkání – fáze

- anabolická fáze
- postresorpční fáze
- katabolická fáze

### Metabolismus jater

**Glykolytická fosforylace (anaerobní):** glukóza --> laktát + 2 ATP

**Oxidační fosforylace (aerobní):** glukóza + 6 O<sub>2</sub> --> 6 CO<sub>2</sub> + 6 H<sub>2</sub>O + 36 ATP

### Respirační kvocient

RQ – poměr respirační výměny: CO<sub>2</sub> / O<sub>2</sub>

- pro sacharidy: 1
- pro tuky 0,7
- pro smíšenou stravu: 0,8

**Specificko-dynamický účinek potravy** – zpracování a vstřebání potravy (stojí samo nějakou energii)

- Cukry: + 4 % pro bazální metabolismus
- Tuky: až 30 %
- Smíšená strava: + cca 10 % pro bazální metabolismus

### Výživa

Člověk – všežravec

Potřeba optimálního rozložení stravy

Pravidelné stravování v menších dávkách

Poslední jídlo ideálně 3 hodiny před spánkem

Živočišná strava – esenciální mastné kyseliny, vitaminy B<sub>12</sub>, A.

Potřeba vlákniny pro čištění střev, nedostatek => zanášení střev, riziko rakoviny etc etc.

#### Poznámky :-)

„Extremisti jako vegetariáni futrují jenom jetel a tak“

## Vylučovací systém

21.11.2007

*Radši nastudovat ve „Wilhelmovi“!*

### Ledviny

Tvar fazole, rozměry 12×6×3 cm, Umístěny na 10. obratli

#### Funkce:

- **homeostatické:** stálý objem a osmolalita těl. tekutin, iontové složení, pH<sup>1</sup>
- **vylučovací:** vyl. odpadních látek: filtrace<sup>2</sup> krve
- **tvorba hormonů**

Základní jednotka: *nefron* (1,2 mil. v každé ledvině)

**Funkce:** filtrace krve, resorpce primární moči, exkrece látek z krevní plazmy

**Dvě kapilární řečiště:** 1) glomerulus, 2) vas afferens, vas efferens, vasa recta

Kapiláry v glomerulu: fenestrované (= děravé)

#### Glomerulární filtrace

Tlak v Bowmanově pouzří – tonus vas afferens a efferens (regulace tlaku!)

Onkotický tlak

Změny permeability filtrační bariéry – mesangium (chemická struktura: peptidy<sup>3</sup>)

#### Clearance

= objem plazmy, která se za časovou jednotku očistí od určité látky

inulin/kreatinin: **glomerulární filtrace:** 120 ml/min

PAH: **průtok plazmy ledvinou:** 600 ml/min

#### Průtok krve ledvinami

ledvinou proteče 1700 l krve/denně (1,3 l/min)

autoregulace (průsvit vas afferens a efferens)

filtrační frakce (max. 20 %) - podíl plazmy, který se filtruje (v krvi musí zůstat tekutina)

#### Henleova klička – protiproudový mechanismus

Vzestupné raménko – aktivní opouštění iontů NaCl => intersticiu má vyšší koncentraci => osmóza u sestupné části (únik H<sub>2</sub>O). Výstupní tekutina má menší objem a stejnou osmolaritu jako vstupní

Odebírání tekutiny z intersticia ve protiproudovém vasa recta

Potom se odebírá samotná voda antidiuretickým hormonem ve sběracím kanálku

1 pH – koncentrace kyselého H<sup>+</sup>. Proti kolísání pH existují „buffery“, vážou po zátěži H<sup>+</sup>, aby nedošlo k acidóze. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> - hlavní bufferovací systém (plíce - hlavní systém acidobazické rovnováhy). Záložní buffer systémy: ...

Nativní tělní pH: 7,36 (± 0,04)

2 Def. filtrace: Prostup malých částic přes polopropustnou membránu na základě tlakového gradientu

## Endokrinní systém

28.11.2007

Žlázy s vnitřní sekrecí (endokrinní žlázy), vnější sekrecí, vnitřní i vnější sekrecí

Hormony – šíření informací v těle

**Dělení podle chemické struktury:**

- hormony bílkovinné povahy (nemůže prostoupit do buňky, receptor vně!)  
Rychlejší změny
- hormony steroidní (průchod membránou, receptory uvnitř buňky v cytoplazmě/jádře)  
Navázání na receptor se schopností přepisu DNA => kaskáda dějů (dlouhodobější) => fosforylace, změna...
- hormony štítné žlázy aj. (Deriváty aminokyselin)

Působení hormonu – **hormon-receptorový komplex** – schopnost dál předávat informaci

Receptory u buněk = „adresa“, tam směřují dané hormony (zprávy něco požadující)

**Zpětná vazba:**

- negativní zpětná vazba (regulace látek v krvi – inzulin atd. - samoregulační funkce zpětnovazebnou smyčkou)
- pozitivní zpětná vazba (vývoj nějakého děje, vzácně: porod – kontrakce dělohy uvolní oxytocin, ten dále stimuluje děložní stahy a další produkci...)

**Periferní žlázy:** zpětnovazebná smyčka v rámci žlázy, čím více hormonu se uvolní, tím víc se sama tlumí (T3, T4)

**Nadledvinky:** Kortizol – tlumí imunitní odpověď. Chronický stres – zvýšení cyklu CRH-ACTH-kortizolu, vyšší nemocnost...

### Hypothalamus

nervová struktura, informace z jiných struktur CNS (neurony)

Na základě informací uvolňují hormony – liberiny a statiny (působení na přední lalok hypofýzy):

- TRH, CRH, GHRH, GHIH, GaRH, PIF

### Hypofýza

adenohypofýza: 2 kapilární řečiště za sebou. Produkce na základě příkazů hypothalamu

- růstový hormon (somatotropní h)
- prolaktin
- adenokortikotropní h
- tyreotropní h.,
- folikuly stimulující h., luteinizační h. (řízení ovariál. cyklu, spermatogenezi, ...)

Zadní lalok:

- oxytocin
- antidiuretický hormon

### Hormony podle skupin účinků<sup>3</sup>

[viz tabulky v sešitě]

**Kalcémie:**

- parathormon (+), kalcitriol (+)
- kalcitonin (-)

**Cukry:**

- inzulin (-)
- glukagon, kortisol, adrenalin, STH (růstový), hormony štítl.žlázy (T3-T4) (+)

**Tuky:**

- noradrenalin, kortisol, T3-T4 (+)

**Bílkoviny: proteosyntéza**

- androgeny (+)
- růstový hormon (+)
- inzulin (+)
- kortisol (-)
- T3-T4 (fyziologické množství: (-), zvýšené množství (+)?)

<sup>3</sup> V testu může být: aldosteron, ADH, vit. D, kalcitonin, pohl.hormony, inzulin, glukagon...

(„Inzulin: snižuje, zvyšuje, neovlivňuje glykémii?“). **Složení testu:** 40 otázek (30 fyziologie, 10 genetika).



**Reprodukční funkce:**

- estrogeny
- progesteron
- testosteron
- oxytocin
- prolaktin

**Stresová reakce (zátěž):**

- adrenalin
- kortizol
- STH
- prolaktin

**Voda:**

- ADH, aldosteron (+, sekund. +)
- ANF (sekund. -)

Sodík: aldosteron, kortizol, ANF

Draslík: aldosteron (-), inzulin

Fosfáty: parathormon (-)

**Růst:**

- STH (růst kostí)
- T3-T4 (!!! +)
- pohlavní hormony (estrogeny, testosteron)
- inzulin (sekund. +)
- glukokortikoidy

## Fyziologie reprodukce

(...)

*Ministerstvo čar a kouzel varuje: „Low quality“*

### Mužský pohlavní systém

zevní, vnitřní genitál

(...)

**Varlata-**

rete testis

kanálky rozděleny vazivovými septy (intersticiální Leydigovy buňky - produkce testosteronu (androgen) - Leydigovy buňky. Pod vlivem luteinizačního hormonu (LH)).

Testosteron (anabolický hormon):

- při vývoji ovlivňuje vzorce chování
- jiný růst kostí, větší muskulatura
- sekundární pohlavní znaky

Spermatogeneze: semenotvorný kanálek - stěna, zárodečné buňky - schopnost se dělit

Spermatogonie > Spermatocyty I > II > spermatidy > spermie (23 chr. - haploidní počet)

**Spermie:**

- rychlost pohybu 1cm/min
- ejakulát (spermie+sperm.tekutina) 2-6ml, 40-250mil spermií/ml, pH 7,3-7,8

řízení: FSH hormon (ne pouze u žen!)

Potřeba o 2°C nižší teplota než teplota těla

puberta – mezi 11.-13.rokem, zvyšování FSH a LH, testosteron, sekundární pohlavní znaky

erekce – parasympatikus (změna tonu cév: dilatace přírodních arteriol, konstrikce odvodných žil),

ejakulace: sympatikus

### Ženský pohlavní systém

vznik a zrání vajíček, tvorba hormonů

zevní, vnitřní genitál

oogeneze — vznik a zrání zárodečných buněk

Ovulace <-> řídký hlen na krčku, možnost prostupu spermií

**Hormony:** estrogen, progesteron. Změna konc. v průběhu cyklu

FSH – (zrání, po menstruaci (?))

LH – ovulace uprostřed cyklu

ovariální cyklus, děložní cyklus, poševní cyklus (=> menstruační cyklus)

**Ovariální cyklus:**

- během života kolem 500 cyklů (vajíček), existuje ale cca 10k (nábor)
- zrání folikulu (Graafův): rychleji zraje vajíčko (estrogeny!) inhibuje ostatní. Zralý folikul praskne, uvolní vajíčko, folikul se změnil na žluté tělísko (produkce progesteronu). Nedojde-li k oplodnění, žluté tělísko mizí, končí produkce hormonu, zůstává jizvička

**Děložní cyklus:**

- 1.-4.den menstruační fáze
- 5.-12.den proliferační fáze (regenerace dělož. sliznice - estrogen)
- ovulace: zvýšení estrogenu, LH: prasknutí folikulu, žluté tělísko
- 12.-27.den sekreční fáze (nárůst progesteronu, další nárůst sliznice)
- v případě oplodnění pozdrží vajíčko zánik žl. tělíska (=> těhotenské žluté tělísko + vlastní produkce hormonů vajíčkem), v případě ne-oplodnění konec žlutého tělíska
- 27.-28.den ischemická fáze (klesají hormony, přiškrcení cévek, odumření tkáně)

Estrogeny — rovněž ovlivňují distribuci tuku. Plodná žena musí mít tuk

**Vývojová období:**

- puberta - začíná mezi 9.-11.rokem, zvyšování FSH a LH, estrogeny
- fertilní období
- klimakterium (45.-55.rok) "přechod". Změna hladin hormonů, ovlivňuje i chování...

Ženy — menší riziko ischemických chorob (estrogeny omezují ukládání cholesterolu); po klimakteriu ale zase vyšší riziko osteoporózy

**Životnost**

- spermie 1-2 dny
- vajíčko 0,5-1 den

Stres, směnný provoz — narušuje pravidelný menstruační cyklus, pomáhá neplodnosti

**TĚHOTENSTVÍ**

- 40 týdnů
- oplození, kortikální reakce, nidace
- zygota, rýhování vajíčka
- embryo × plod
- lidský choriongonadotropin (HCG)
- placenta!
- porod: uvolňování oxytocinu (pozitivní zpětná vazba), jiné hormony: roztažení pánve (rozvolňování krčků, )

## Nukleové kyseliny

12.12.1007

dusíkaté báze: dvojšroubovice (alespoň většinou :e))

- **DNA:** fosfát + deoxyribóza + (adenin, guanin, thymin, cytosin)
  - **RNA:** fosfát + deoxyribóza + (a, g, c, uracil)
- tRNA, mRNA, rRNA

**Párování bazí:** a—t (a—u), c—g

Konce – 3', 5' (?)

Kondenzace chromozomu

Replikace DNA – rozštěpnutí vodíkových vazeb (helikáza – rozvolňování)

DNA polymeráza – vytvář. komplemetárního řetězce („slepování“)

Transkripce – přepis DNA do mRNA [Promotor: „tady začíná přepis genů“, terminátor: „tady končí přepis genů“]

### Gen

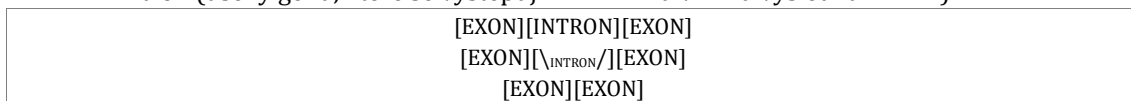
- funkční jednotka dědičnosti
- jednotka gen. informace
- dán pořadím nukleotidů v řetězcích DNA nebo RNA

Strukturní geny (Co gen, to bílkovina. - polypeptidové řetězce); geny pro tRNA; geny pro rRNA (informace o primární struktuře)

regulační oblasti

#### Rozdělení:

- gen jednoduchý (souvislé úseky na DNA) [u bakterií]
- gen složený (geny sestavené z exonů a intronů)
  - exon (úseky genů které zůstanou v mRNA)
  - intron (úseky genů, které se vyštěpují z hn RNA a vzniká výsledná mRNA)



sekvence N-bází (trojice) na mRNA (vzniklá z DNA) – **kodon**

k tomu aminokyselina na tRNA – **antikodon** (translace)

UAA,UAG,UGA – „stop-kodony“

#### Souhrn procesů vedoucích od genu k proteinu

Prokaryota: DNA > transkripce: mRNA > translace: protein

Eukaryota: DNA > transkripce: tRNA > přidání 5' čepičky a poly(A)-konce (AAAA) > sestřih RNA: mRNA+AAAA > export: mRNA+AAAA > translace: protein

## Genetika

**Dědičnost:** Schopnost organismů *uchovávat a předávat soubor informací* o fyziologických a morfologických (+psychických) vlastnostech daného jedince

#### Mendelovy zákony dědičnosti!!!

##### Variabilita:

- tvarová a funkční rozmanitost v evolučním vývoji
- různorodost stavby těla při individuálním vývoji jedince
- morfol. a fyziol. rozdíly mezi blízkými příbuznými org. téhož druhu (i mezi jednovaječ. dvojčaty)

##### Pojmy

dominance a recesivita

alela – konkrétní forma genu

2 dominantní alely – AA = dominantní homozygot, aa = recesivní homozygot. Aa = heterozygot

genotyp – soubor všech genů organismu

fenotyp – soubor všech pozorovatelných vlastností a znaků

úplná dominance (fenotyp AA a Aa je stejný, fenotyp a se projeví jen u aa)

neúplná dominance (heterozygot Aa je intermediárním fenotypem)

kodominance (ve fenotypu se projevuje funkce obou alel nezávisle na sobě – krevní skupiny A,B,0)

genotypový štěpný poměr, fenotypový štěpný poměr...

Vazba genů: geny na stejném chromozomu: crossing-over (možnost vzniku nových gamet)

karyotyp: soubor genů daného organismu

**BONUS pro pochopení genetiky: genetické příklady [prepared by brozkeff]****Příklad 1. (Úplná dominance)**

**Otázka:** Barva očí je kódována jednou dominantní alelou, funguje úplná dominance. Dominantní alela kóduje hnědé oči, recesivní modré. Otec je dominantní homozygot, matka heterozygot.

a) Jaká je pravděpodobnost, že potomek bude mít modré oči?

b) Jaký je genotypový a fenotypový štěpný poměr?

**Odpověď:**

AA (muž) × Aa (žena)

	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>A</b>	AA	AA
<b>a</b>	Aa	Aa

Genotypový štěpný poměr: AA : Aa : aa = 1 : 1 : 0

Fenotypový štěpný poměr: 4:0 (= 100% potomků bude modrookých) => Je nulová pravděpodobnost že bude mít potomek modré oči

**Příklad 2. (Neúplná dominance)**

**Otázka 1:** Dominantní alela u semen hopsinkových bobulí vytváří červená semena, recesivní alela vytváří bílá semena, a funguje neúplná dominance. Jakou barvu semen budou mít potomci rostlin, které vyrostly z červeného a bílého semene?

**Odpověď:**

Rodičovská (parentální) generace:

červené semeno = dominantní homozygot (AA) (heterozygot Aa nebude kvůli neúplné dominanci červený, ale nejspíš růžový)

bílé semeno = recesivní homozygot (aa)

	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>a</b>	Aa	Aa
<b>a</b>	Aa	Aa

Sledujeme vnější projevy generace potomků (1. generace potomků se označuje F<sub>1</sub>), tedy FENOTYP.

Genotypový poměr v F<sub>1</sub> je AA : Aa : aa = 0 : 1 : 0 (tedy 100% potomků bude heterozygot Aa)

Ve fenotypu se projeví neúplná dominance, a semena tedy budou u potomků heterozygotů ze 100% asi růžová (něco uprostřed)

**Otázka 2:** Jak bude vypadat druhá generace potomků? (Genotyp a fenotyp)

**Odpověď:** Druhá generace potomků, označovaná F<sub>2</sub> bude vycházet z F<sub>1</sub>, tedy heterozygotů Aa.

	<b>A</b>	<b>a</b>
<b>A</b>	AA	Aa
<b>a</b>	Aa	aa

Genotypový poměr: AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1

Fenotypový poměr: červená : růžová : bílá = 1 : 2 : 1 (25% bude červených, 50% růžových a 25% bílých)

**Příklad 3. (Kodominance)**

**Otázka:** Otec má krevní skupinu A, matka má krevní skupinu B. Jaké krevní skupiny mohou mít děti?

**Odpověď:** Složitější otázka, neboť nevíme jestli rodiče jsou oba homozygoté (tedy AA×BB), nebo jeden homozygot a jeden heterozygot (tedy AA×B0, nebo A0×BB), nebo oba heterozygoté (A0×B0). Je nutné vytvořit tabulky pro všechny možnosti.

var. 1	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>B</b>	AB	AB
<b>B</b>	AB	AB

var. 2	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>B</b>	AB	AB
<b>0</b>	A0	A0

var. 3	<b>A</b>	<b>0</b>
<b>B</b>	AB	B0
<b>B</b>	AB	B0

var. 4	<b>A</b>	<b>0</b>
<b>B</b>	AB	B0
<b>0</b>	A0	00

**V 1. variantě** budou všichni potomci mít skupinu AB;

**ve 2. variantě** bude poloviční šance, že potomek bude skupiny AB a poloviční šance že skupiny A;

**ve 3. variantě** bude poloviční šance, že potomek bude skupiny AB a poloviční šance že skupiny B; a

**ve 4. variantě** bude čtvrtinová šance na všechny 4 skupiny (AB, heterozygotní A, heterozygotní B, 0).