

**Otázka:** Oběhová soustava, fylogeneze

**Předmět:** Biologie

**Přidal(a):** nj

## Cévní soustava

### Tělní tekutiny

#### Krev (sanguis)

- Nauka o krvi = hematologie
- Fce:
  - přenos kyslíku: hemoglobin +  $O_2$  -> dioxyhemoglobin
  - rozvod živin a odvod odpadních látek, rozvod fyziologicky účinných látek (vitamínů, hormonů, ...)
  - termoregulace, udržování homeostázy, obranyschopnost = imunita
  
- Globulární bílkovina + hem (barvivo, železo v ox. Č. 2) -> hemoglobin
- Reakce hemoglobinu s  $O_2$  je vratná
- Přes tkáňový mok se  $O_2$  dostává do buněk -> buněčné dýchání
  - Odvod metabolických zplodin
  
- Hemoglobin +  $CO_2$  -> karbaminohemoglobin (hemoglobin + CO ->

karboxyhemoglobin)

- Termoregulace

- Krev se ohřívá u některých orgánů (výrazně u jater)
- Ochladuje se v pokožce
- Hormony, vitamíny: hydrofilní se rozpouštějí ve vodě
- Pokud nejsou ve vodě rozpustné, přenáší se pomocí transportních bílkovin
- Množství krve: 5-5,5l krve u mužů, 4,5-5l krve u žen

• Složení krve:

- Krevní plazma 57% (2,8- 3,5l): voda 90%, bílkoviny 9%, glukóza 1%, minerální látky
- Bílkoviny:
  - Albuminy: transportní bílkoviny
  - Globuliny: imunoglobuliny, protilátky...zajišťují obranyschopnost
  - Fibrinogen: rozpustná bílkovina, vytváří koloid, fibrinogen -<sup>></sup> fibrin
  - Protrombin: při poškození cévy: protrombin -<sup>></sup> trombin

- Látky srážlivé a nesrážlivé musejí být v rovnováze
- Pokud převládají srážlivé faktory: vzniká tromb — infarkt myokardu, mrtvice, plicní embolie

• Glukóza C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>:

- Zdroj energie pro buňky
- 80mg/100ml krve

- Množství glukózy v krvi se nazývá glykemie
  - z TS a jater se uvolňuje polysacharid glykogen → štěpí se na glukózu
  - Glukagon: urychluje vstřebávání glukózy z krve do buňky
  - Inzulín: zpomaluje vstřebávání... vylučovány podvojnou žlázou slinivkou břišní
  - Hyperglykemie: vysoká hladina glukózy v krvi, nedostatek inzulínu
  - Hypoglykemie: nízká hladina glukózy v krvi, při nedostatku kyslíku: zápach po acetonu
- 
- Anorganické látky:
    - Udržují osmotický tlak krve
    - Roztok NaCl 0,9%: fyziologický roztok, vlastní pro jakýkoliv organismus
    - pH krve: 7,4 - mírně alkalické (udržováno pufrý: slabá kyselina a její sůl/ slabá zásada a její sůl)
    - pufr v krvi:  $H_2CO_3 + NaHCO_3$
    - množství plazmy a ostatních komponentů: hematokryt (= % vyjádření objemu erytrocytů v jedntce krve)

## Krevní tělíška

### Erytrocyty

- vznikají z jaderných kmenových buňek červené kostní dřeně
- jsou bezjaderné -> nemůže vzniknout jejich rakovina + váží více kyslíku (jádro zaujímá objem)
- průřez: bikonkávní (dvojprohnuté), zvětšují svůj obsah
- fce:
  - přenos kyslíku od plic k buňkám/ tkáním
  - přenos  $CO_2$
  - na povrchu: biomembrána, uvnitř: matrix a hemoglobin (60% voda, 40% hemoglobin)

- počet: 25-30 bilionu na 5,5l krve (5,5ml/ 1mm<sup>3</sup> u mužů, 4,8ml/ 1mm<sup>3</sup> u žen)
- životnost: 4 měsíce (120 dnů), odbourávány jsou ve slezině
- látky důležité k tvorbě erytrocytů:
  - zdroj železa (z potravy), feritin: transportem se dostává do kostní dřeně -<sup>></sup> opět zabudován do hemu
  - erythropoetin: syntetizuje se v ledvinách, potřebný k dozrání krvinky
  - vitamín B12
  - kyselina listová
- hemoglobin se může patologicky uvolňovat z erytrocytů -<sup>></sup> hemolýza
- hemolýza může nastat:
  - v hypotonickém prostředí
  - při extrémních teplotách
  - působením některých chemikálií
  - působením jedů (hadí, bakterie)
  
- chudokrevnost = anémie - malé množství erytrocytů
- vyšetření krve - sedimentace = rychlost klesání erytrocytů v plazmě → informuje o množství proteinů v krevní plazmě
- s infekčním onemocněním se sedimentace zvyšuje
- při sedimentaci erytrocyty “penízkují” = shukují se

## Trombocyty

= krevní destičky

- mají nepravidelný tvar
- bezjaderné
- množství: 200-300 tis./mm<sup>3</sup>
- : zastavení krvácení (hemostáze)
- vznikají v kostní dřeni odškrcováním cytoplazmy megakaryocytů (obrovské buňky) -

odštěpky kmen.buňek

- životnost: několik dní (9-12)
  - zanikají v RES systému
- 
- princip zástavy krvácení (řada dvanácti katalytických reakcí): kooperace trombocytů a krevní plazmy
    - poranění cévy
    - rozpadají se trombocyty, produkují enzym trombokinázu
    - v krev.plazmě je protrombin (proenzym=zimogen)-<sup>→</sup> trombin + Ca<sup>2+</sup> +vitamín K =>
    - fibrinogen -<sup>→</sup> fibrin
    - síťivo z fibrinu: uchycují se erytrocyty -> ucpou cévu
    - + vazodilace = zúžení
- 
- krevní plazma bez fibrinogenu= krevní sérum
- 
- patologie:
    - hemofilie: dána geneticky, nesrážlivost krve
    - trombóza: vytváření sraženiny (trombů) bez porušení cévy
    - embólie: ucpání cév (mozková, plicní, srdeční,...)

### Leukocyty

- počet: 4 - 10 000/ mm<sup>3</sup> krve (množství závisí na denní době, nemoci..)
- jsou jaderné, jádra jsou velká
- vznikají z kmenových buňek v červené kostní dřeni (jako erytrocyty)

- zanikají v RES systému
  - diapedéza = umí opustit krevní řečiště a přestoupit do tkáně
  - životnost pouze několik dnů
  - obsahují zrníčka, některá jsou barvitelná
- 
- granulocyty:
    - neutrofilní (70%): podle členěného jádra, améboidní pohyb, chemotaxe, fagocytóza (bakter)
      - jakmile splní svou imunitní funkci, odumřou (cca 6 hod), výraznou složkou hnisu
      - v granulích mají LYTICKÉ ENZYMY - rozklad bakterií
    - eosinofilní (3%): zaměřeny na parazity, z granulí uvolňují zneškodňující látky, většina neumí fagocytovat, vztah k alergickým reakcím
    - bazofilní (1%): barvitelná zásaditým barvivem, proti parazitům + doprovází alergickou reakci
      - při běžné alergické reakci se uvolní velké množství histaminu - rozšiřuje cévy (bílé krvinky snáze prostoupí) → zvýšení propustnosti cév → otok => antihistaminika
      - je zde uložen heparín - snižuje srážlivost krve → krev proudí rychleji → rychlejší imunitní reakce
- 
- agranulocyty:
    - obsahují výrazně méně zrníček, méně laločnaté jádro
    - monocyty (6%):
      - jádro má tvar vanilkového rohlíčku, ledvinovité jádro
      - dokáží ze sebe udělat makrofága - dojde ke zvětšení
      - makrofág má pseudopodie (výběžky, kterými přitáhne bakterie -> fagocytace)
      - velké množství lyzozomu - obsahují zneškodňující látky
      - cytokiny: „hormony“ IS, předávají informaci dalším buňkám IS

- lymfocyty (20%):
  - jádro má tvar koule, je velké
  - vlastní imunokompetentní buňky (jsou schopné rozlišit antigen)
  - vznikají z kmenových buněk
  - mají imunologickou paměť -> může se odehrávat sekundární imunitní reakce
  - poskytují specifickou imunitní odpověď, reagují na antigen (antigenní receptory rozpoznají antigen)
  - všechny lymfocyty spolupracují, finálně dozrávají v lymfatických tkáních

### Buněčná imunita

- T- lymfocyty:
  - Dozrávají v brzlíku (thymus), zajišťují buněčnou imunitu
  - Reagují na bakterie, viry..**uvnitř buněk**, parazité, houby, rakovinné buňky
  - Po aktivaci vznikají paměťové T- lymfocyty, cytotoxické T- lymfocyty
  - T-lymfocyty spolupracují s bílkovinami MHC (hlavní histokompatibilní komplex - uvnitř každé buňky) + látky -> vystavení = tzv. prezentace molekul na povrch napadené buňky (prezentace antigenních fragmentů) když jsou na povrchu buňky normální struktury, T-lymfocyt nereaguje
  - Pokud T-lym. Najde receptorem antigenní fragment: dojde k navázání T-lymfocytů receptorem (princip zámek- klíč) -> aktivace lymfocytu
  - -> dělení, diferenciaci na velké množství buněk: EFEKTOROVÉ B. -likvidují napadené buňky pomocí PERFORINŮ, CYTOKINŮ, paměťové b
  - Produkce perforinů -> perforiny vyleptají v napadané buňce dírky -> nasává se voda z okolního prostředí (vyrovnávání koncentrací) -> buňka postupně praskne
  - Produkují se cytokiny a interleukiny - stimulují aktivaci dalších im.reakcí
  - paměťové buňky - umožňují sekundární imunitní reakci

## Látková imunita

- B-lymfocyty:
- Dozrávají v kostní dřeni, zajišťují látkovou/ humorální imunitu
- Reagují na volné bakterie, viry a toxiny ... na patogeny vně buňek
- Po aktivaci vznikají plazmatické buňky, tvoří se protilátky
- Protilátky na povrchu v neaktivovaném stavu fungují jako receptory -> reagují podle toho, jakou mají protilátku
  
- Složení protilátky:
  - 2 těžké řetězce
  - 2 lehké řetězce -> spojeny disulfidovou vazbou
  
- Konstantní a variabilní část řetězců
- Variabilní část se váže na antigen na místo EPITOP → dělení B-lymfocytů
- → vznikají paměťové buňky
- → dále vznikají PLAZMATICKÉ BUŇKY - produkují velkým množstvím protilátek, které se uvolňují z povrchu
- Za 1s se vytvoří 2000 molekul protilátky
- Existuje 5 tříd protilátek zvaných imunoglobiny (mají různé tvary)
- Buňky jsou specializované -> tvoří jen 1 třídu
- Třídy: Ig M, Ig A, Ig G, Ig D, Ig E
- -> účinky: Aglutinace = shlukování bakterií -> lépe se zlikvidují/osponizace = zviditelnění pro im.systém -> reaguje efektivněji/neutralizace - minimalizuje možnost patogen navázat se na host.buňku
- Při opsonizaci dochází ke shlukování mikroorganismů -> zvýšení pravděpodobnosti fagocytózy
- Neutralizace: protilátka obsadí receptory antigenu -> nedojde k navázání s buňkou
- Aglutinace: shlukování, schopnost navázat několik antigenů



- Imunita:
  - Vrozená= nespecifická (kůže, HCl, lyzozomy)
  - Získaná= specifická (lymfocyty)

### Krevní skupiny

- Základní systém: ABO (A,B,0, AB)
- Objevení systému ABO: Jan Jánský

### Srdce

- Hmotnost cca 300g
- dutý svalový nepárový orgán uložen ve vazivovém pouzdře osrdečník (perikardium)
- 4dílný orgán:
  - 2 síně: tenkostěnné (atrium)- přitéká do nich krev oběhu -<sup>></sup> vedou do nich žíly
  - 2 komory: silnostěnné (ventriculus)- vytéká z nich krev -<sup>></sup> tepny
- Přepážka srdeční (septum cordis): rozděluje srdce na levou a pravou část
- Pravá část srdce: odkysličená krev
- Levá část srdce: okysličená krev
- na průřezu rozlišujeme ENDOKARD (vnitřní vazivová výstelka srdce), MYOKARD (srdeční svalovina), EPIKARD (vnější vazivový list na povrchu, který přechází i na začátek cév)

### Činnost srdce

- Je autonomní

- Automacie je zajištěná díky orgánu převodový systém srdeční
  - SA uzel: sinoatriální: Uzlík síňový: leží v horní části pravé předsíně, vznikají v něm vzruchy prouděním krve a el. vzruchy biomembrán
  - AV uzel: atrioventikulární: Uzlík síňokomorový: leží na dně pravé předsíně, z uzlíku vychází Hisův můstek a vede do přepážky komorové, větví se na Tavarova raménka
- Purkyňova vlákna: vedou do myokardu obou komor
- Činnost se skládá ze dvou částí: stah= systola a ochabnutí= diastola
- Pokud je systola v předsíni, je v komoře diastola
- Systola komor: uzavírají se cípate chlopně

Krevní oběh zajišťuje srdce a cévy (tepny = arterie — vedou od srdce, žíly = vény - vedou k srdci, vlasečnice = kapiláry)

### Velký tělní oběh

- Počátek: levá komora -> srdečnice (aorta)
  - 1. oddíl: oblouk aortový -> větve
    - věnčité tepny: vyživují vlastní srdce
    - tepna hlavopažní, dělí se na podklíčkovou pravou a pravou krkavici
    - levá krkavice
    - levá tepna podklíčková
  - 2. oddíl: aorta sestupná: rozdělena bránicí na část hrudní a břišní
    - párové větve: vedou k párovým orgánům (nadledviny, ledviny, pohlavní orgány)
    - nepárové: k žaludku, játrům, slezině
- 
- V oblasti břišní se aorta dělí na 2 tepny kyčelní
  - V oblasti končetin se tepny kyčelní dělí na 2 tepny stehenní -> holenní, lýtkové
  - Zpět se krev vrací horní a dolní dutou žílou do pravé předsíně
  - V žílách dolní části těla (pod srdcem): poloměsíčité chlopně, aby se krev nezadržovala

- V oblastech pod srdcem: tvorba městsků vlivem gravitace

### Malý plicní oběh

- odvádí odkysličenou krev do plic, kde dochází k jejímu okysličení:
- krev jde z pravé komory levou a pravou plicní tepnou do plic, zde se tepny větví na vlásečnice a opřádají plicní sklípky naplněné vzduchem, dojde k výměně CO<sub>2</sub> za O<sub>2</sub>
- -> okysličená krev se vrací plicními žilami do levé předsíně

### Krevní tlak

- měří se na plicní tepně
- představuje tlak krve na stěnu cévy
- minutový objem srdeční - cca 5 litrů (všechna krev)

### Oběhová soustava mízní = lymfatická

- otevřená soustava
- skládá se z mízních cév a mízních orgánů (mízní uzliny, slezina, brzlík, mandle)
- fce: — odvod přebytečných tekutin a metabolitů z tkání do žil

— obranyschopnost organismu - v lymf. uzlinách se hromadí lymfocyty vytvářející protilátky

- napojena na krevní oběh
- mízní kapiláry -> mízní cévy -> mízní kmeny -> hrudní mízovod -> vlévá se do krevního séra
- v průběhu mízních cév jsou mízní uzliny : čistí lymfu od antigenů, pomnožování

leukocytů

### Fylogeneze oběhových soustav

a) prvoci, houbovci, žahavci, ploštěnci, hlístice -> nemají CS

b) mají CS

fce: - transport živin a odpadních látek, plynů (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>), hormonů

- zajišťují oběh tělních tekutin

- vztah k termoregulaci
- udržuje osmotické hodnoty tlaku v těle

### 1) OTEVŘENÁ CS

- hemolymfa - tekutina

- členovci - zvětšená hřbetní céva („trubicovité srdce“) → schopnost kontrakce

- má otvůrky = ostie - těmi je nasávána hemolymfa do srdce

- měkkýši - srdce - plži 1 síň + 1 komora

- mlži 2 síně + 1 komora

- hlavonožci mohou mít 4 síně + 1 komora

- krevní barvivo hemocyanin - měďnaté kationty, modré

## 2.) UZAVŘENÁ CS

- kroužkovci - hřbetní céva + břišní céva - spojené tzv. příčnými spojkami, oběh zajišťuje hřbetní céva a částečně tepající spojky, krev

## 3.) UZAVŘENÁ - OBRATLOVCI

-cévy + srdce není na hřbetní straně těla, ale na břišní

- ryby - venózní srdce → protéká jen okys.krev

1 + 1 + 1 tepelný násadec

krev vede do žaber → 1 krevní oběh = tělní

- obojživelníci - arteriovenózní srdce → okys i odkys krev

2 síně + 1 komora → do plic → 2 oběhy: tělní = velký, plicní = malý

- plazi - arteriovenózní 2+2 krokodýli
- ptáci - arteriovenózní 2+2
  - 2 oběhy
  - CS vysoce výkonná - cca 60 tepů za minutu
  - červené krvinky jsou jaderné (MĚLI UŽ RYBY)

- savci - arteriovenózní 2+2

- bezjaderné červené krvinky (→ efektivnější přenos O<sub>2</sub>)