

Projekt Smart Akcelerator 3, registrační číslo: CZ.02.01.02/00/22_009/0004182

Klíčová aktivita Pilotní ověření, pilotní nástroj **Medikem na Cymplu**

6.

Metodický list – workshop č. 6 na téma

Oběhová a dýchací soustava

Datum konání: 24. 2. 2024

Lektor: Mgr. Pavlína Drnovcová



Spolufinancováno
Evropskou unií



Ministerstvo
školství, mládeže
a tělovýchovy



Krajské inovační centrum
Karlovarského kraje

OBĚHOVÁ A DÝCHACÍ SOUSTAVA

jak nám srdce a plíce dodávají životní energii...

6. workshop biologie 24. 2. 2024

Bud'

MEDIKEM NA GYMPLU

*„Pomlouvání mladých lidí je nezbytná součást
duševní hygieny starých,
která znamenitě povzbuzuje
jejich krevní oběh.“*

Logan Pearsall Smith
americký spisovatel 1865–1946

Oběhová a dýchací soustava

Otevřená x uzavřená cévní soustava: Člověk má uzavřenou cévní soustavu, ve které krev koluje v cévách.

Funkce cévní soustavy: Mezi hlavní funkce cévní soustavy patří transportní funkce, tedy rozvod dýchacích plynů, živin a dalších látek. Dále zahrnuje termoregulaci, imunitní a obranné funkce jako srážení krve, a také zajišťuje stálost vnitřního prostředí, což nazýváme homeostázou.

Tkáně: Cévní soustavu tvoří různé tkáně, mezi něž patří epitely, pojiva, hladká a srdeční svalovina, a tělní tekutiny.

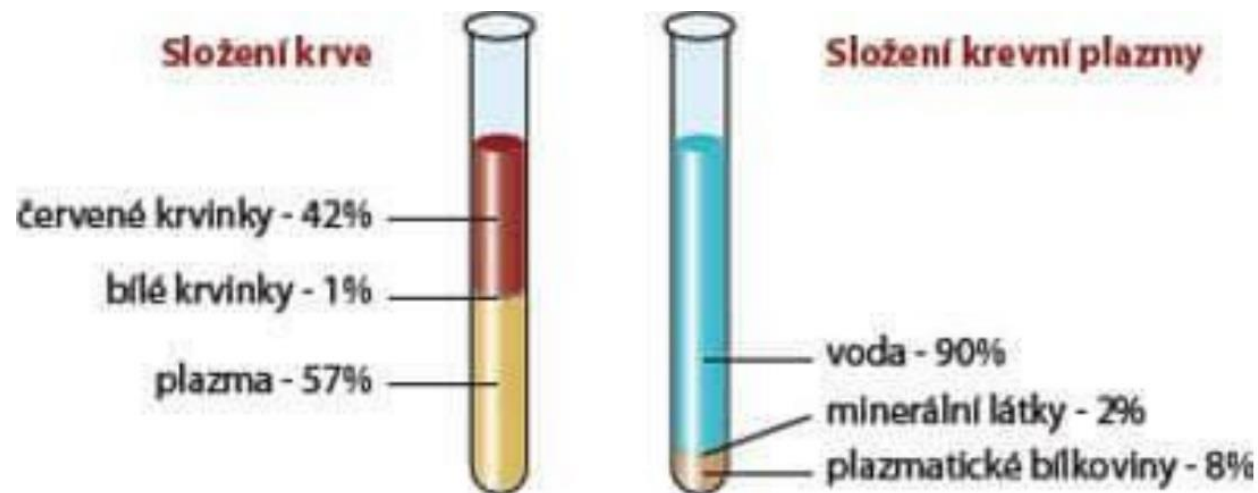
Tělní tekutiny: Tělní tekutiny tvoří 60 % vody. Tyto tekutiny se dělí na intracelulární (nitrobuněčné), které tvoří dvě třetiny tělních tekutin a jsou uzavřené v buňkách, a extracelulární (mimobuněčné), které tvoří jednu třetinu tělních tekutin a zahrnují krev, mizu a tkáňový mok.

Krev (sanguis, haema)

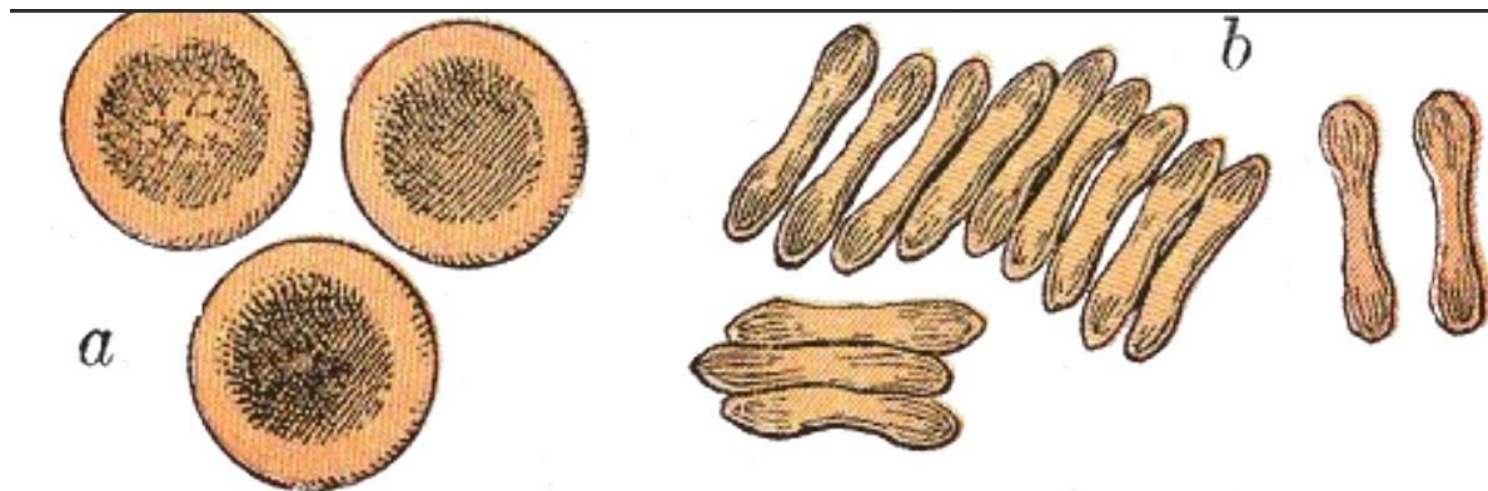
- Funkce odpovídají funkcím cévní soustavy.
- Červená neprůhledná kapalina.
- Skládá se z krevních tělísek a krevní plazmy.
- Objem krve u dospělého muže je 5-6 litrů, u ženy 4,5 litru.

a) Krevní plazma - nažloutlá kapalina. Obsahuje 90% vody, 8% organických látek (bílkoviny jako albuminy, globuliny a fibrinogen, glukóza aj.) a 2% anorganických látek (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+}). Fyziologický roztok (0,9% roztok NaCl) odpovídá svým osmotickým tlakem složení krevní plazmy, pH krevní plazmy je 7,4. Objem plazmy je 2,8 - 3,5 litru.

b) Krevní tělíska

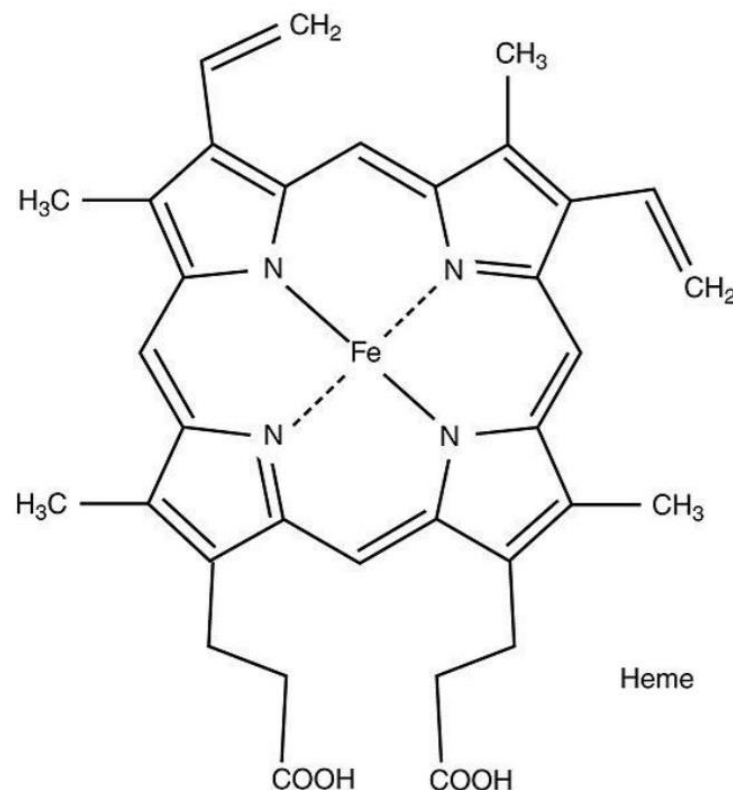
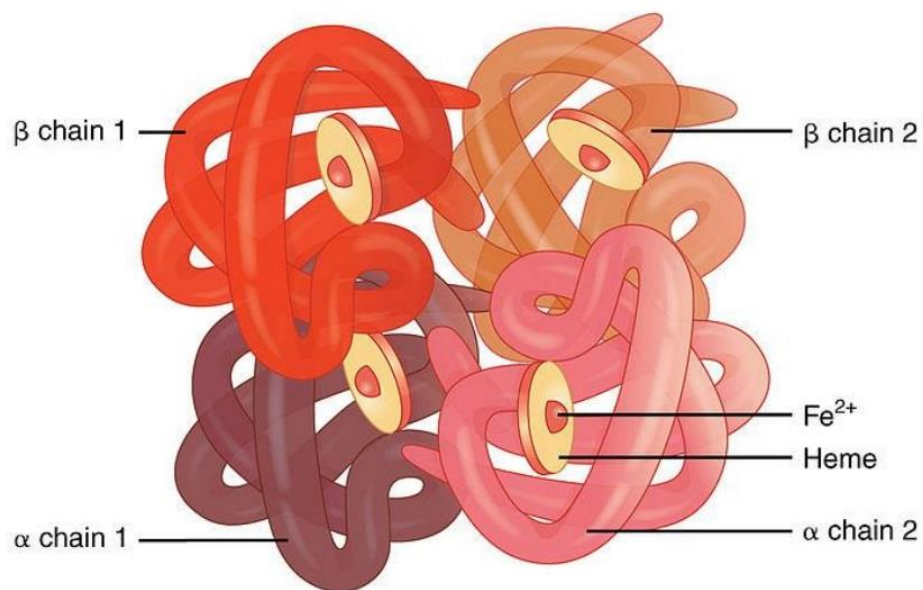


1. Červené krvinky (erythrocyty) - jsou bezjaderné buňky, což znamená, že neobsahují jádro ani další buněčné organely. Mají smáčkнутý (bikonkávní) tvar, který poskytuje větší povrch pro navázání kyslíku. Vznikají v kostní dřeni a zanikají ve slezině a játrech. Jejich životnost je přibližně 120 dní. V 1 mm^3 krve se nachází přibližně 5 milionů červených krvinek, přičemž jejich počet může kolísat například s vyšší nadmořskou výškou. Novorozenci mají až 7 milionů červených krvinek v 1 mm^3 krve. Červené krvinky obsahují červené krevní barvivo hemoglobin. Odbouráváním hemoglobinu vzniká žlučové barvivo bilirubin. V jedné červené krvince je přibližně 265 milionů molekul hemoglobinu, přičemž každá molekula hemoglobinu může navázat 4 molekuly kyslíku. Hematokrit je objem červených krvinek v krvi vyjádřený jako procento celkového objemu krve.



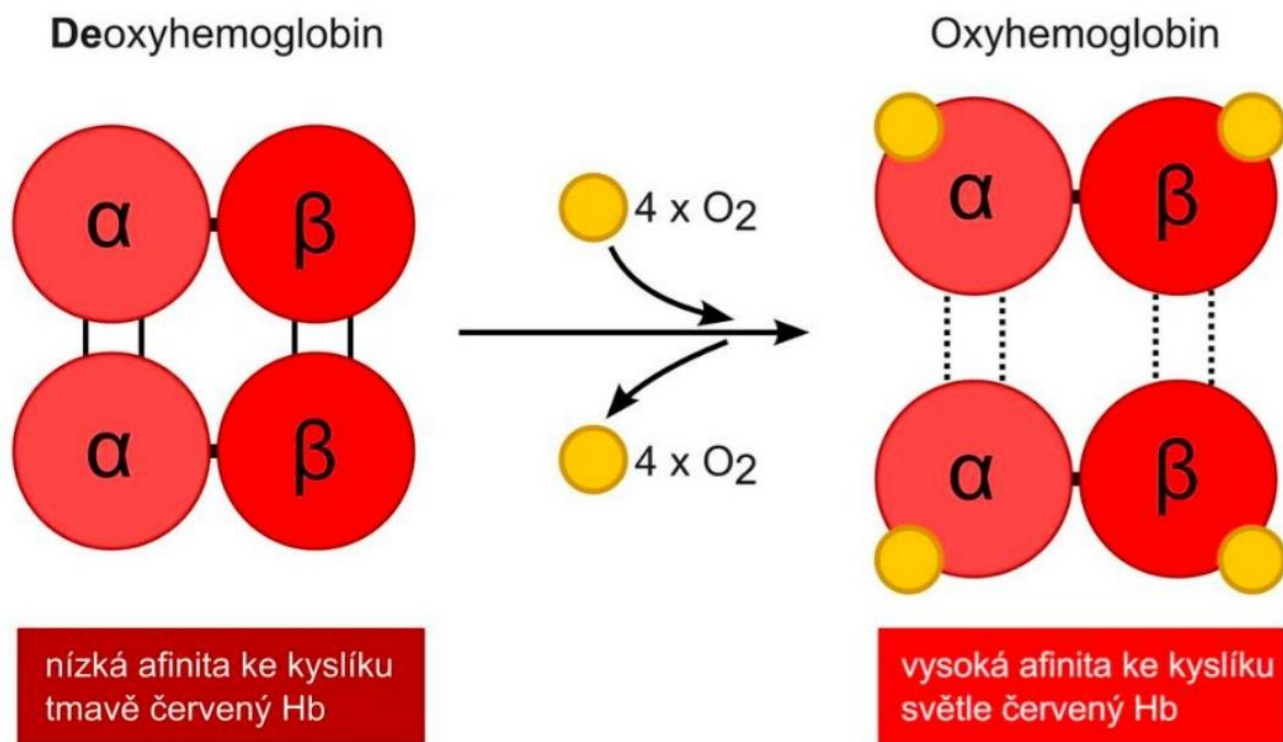
Hemoglobin je tetramerní protein tvořený čtyřmi podjednotkami, přičemž vždy dvě a dvě podjednotky jsou identické. Ve fyziologicky se vyskytujících hemoglobinech jsou zastoupeny čtyři typy polypeptidových řetězců - α , β , γ a δ , které se liší počtem a sledem aminokyselin.

Součástí každé podjednotky je polypeptidový řetězec, na který je navázán kovalentně jeden hem. Základem molekuly hemu je protoporphyrin, tvořený 4 pyrrolovými jádry spojenými methenylovými můstky s centrálně vázaným železem. Hemové železo je celkově šestivazné – čtyřmi koordinačními vazbami je spojeno s atomy dusíku pyrrolových jader. Další koordinační valenci se železo váže s imidazolovou skupinou aminokyseliny histidinu v globinovém řetězci. Šestá valence Fe je určena pro molekulu kyslíku (O_2).



Hemoglobin nesoucí kyslík se označuje jako oxyhemoglobin (oxyHb). Každá molekula Hb může vázat 4 molekuly kyslíku. Po uvolnění kyslíku hovoříme o deoxyhemoglobinu (deoxyHb). V obou formách je železo dvojmocné, neboť pouze hemoglobin obsahující Fe^{2+} může reverzibilně vázat a přenášet molekulu kyslíku. Oxygenace molekuly hemoglobinu mění elektronový stav komplexu Fe^{2+} -hem, což se projeví změnou barvy tmavě červeného odstínu typického pro žilní krev na jasně červenou barvu tepenné krve. V lidském organismu je asi 98,5 % kyslíku vázáno právě na hemoglobin.

Karbonylhemoglobin (COHb, karboxyhemoglobin) vzniká vazbou oxidu uhelnatého na hemoglobin. Vytvořená vazba je 250 až 300 krát silnější než vazba kyslíku. Karbonylhemoglobin nemůže transportovat kyslík a v důsledku snížené schopnosti krve přenášet kyslík se vyvíjí buněčná hypoxie. V nadbytku kyslíku je vazba oxidu uhelnatého na hemoglobin reverzibilní. Proto je při otravě oxidem uhelnatým nejdůležitější inhalace O_2 .



Překreslil Petr Menzel, 2011.

Vznik a vývoj erytrocytů se nazývá **erytropoéza**. Je to velmi náročný a zdlouhavý děj odehrávající se v červené kostní dřeni. Mateřskou buňkou je kmenová pluripotentní buňka, která se dělí. Vytvoří základ pro další předchůdce červených krvinek a z těch pak vznikají nezralé erytrocyty – retikulocyty. Retikulocyt je stadium vývoje těsně před dozráním na definitivní bezjadernou buňku. Tato forma erytrocytu je vyplavena do krve, kde asi během dvou dnů dozraje. Vývoj červených krvinek je řízen hormonem **erythropoetinem** (EPO). Pro zdravý vznik a vývoj krvinek je důležitá přítomnost železa, vitamínu B12, kyseliny listové a vitamínu C.

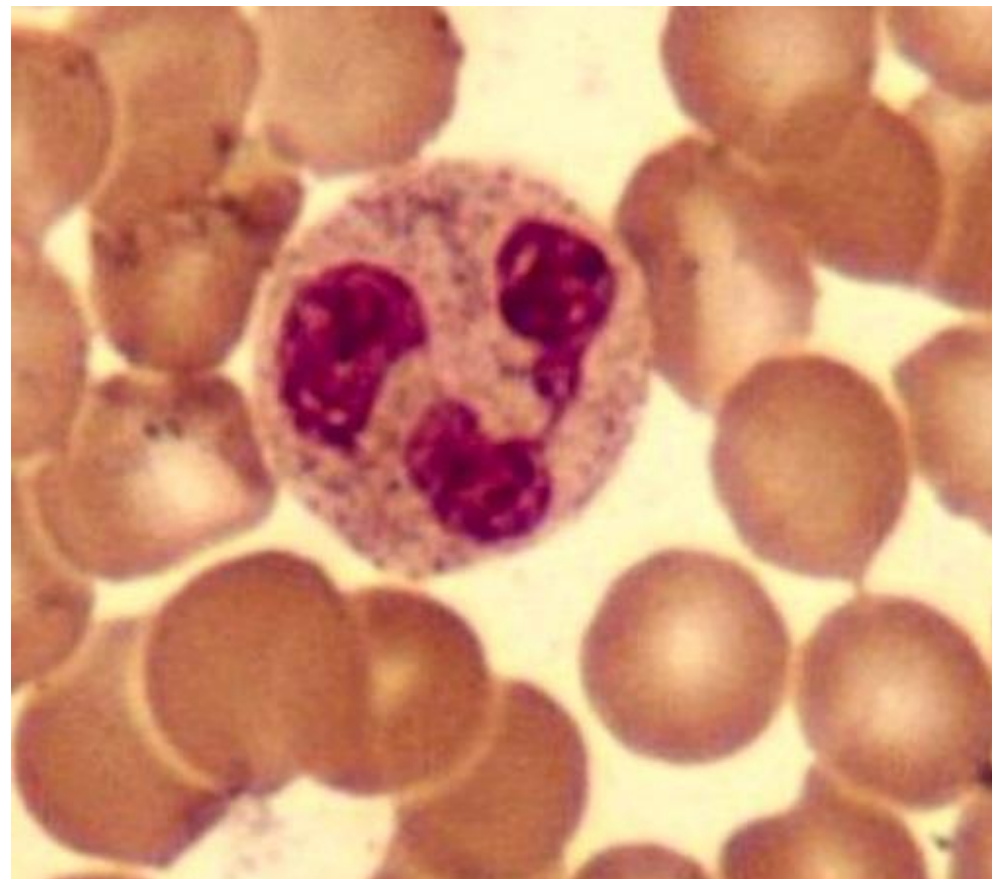
2. Bílé krvinky (leukocyty) - Bílé krvinky jsou buňky, které obsahují jádro, jehož tvar může být různý.

V 1 mm³ krve se nachází 6 až 10 tisíc bílých krvinek, přičemž jejich počet se zvyšuje při nemoci. Hlavní funkcí bílých krvinek je imunitní ochrana těla. Vznikají v kostní dřeni, slezině, brzlíku a mízních uzlinách.

Dělíme je podle přítomnosti barvitelných zrníček (Grana) v cytoplasmě:

A) Granulocyty: Tyto bílé krvinky obsahují zrníčka, která se barví různými barvami podle pH.

a) Neutrofilní granulocyty: Barví se neutrálními barvami fialově a tvoří 64 % všech bílých krvinek. Mají schopnost fagocytózy (pohlcování bakterií) a diapedézy (průchod stěnou cévy do tkáně). V oběhu se vyskytují 6 až 7 hodin, poté se přesunují do tkáně, kde žijí 1 až 4 dny. Jejich úkolem je likvidace bakterií.

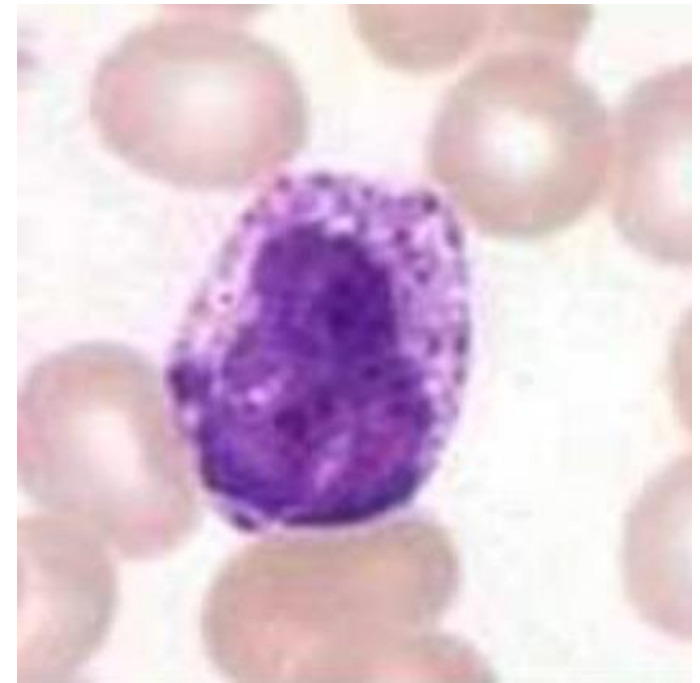


b) Eosinofilní granulocyty: Barví se kyselými barvivy červeně a tvoří 2 až 4 % všech bílých krvinek. Velmi aktivně fagocytují imunokomplexy, což jsou komplexy protilátek a antigenů.

c) Bazofilní granulocyty: Barví se zásaditými barvivy modře a tvoří 1 % všech bílých krvinek. Produkují heparin a vazodilatační látky, jako je histamin, které rozšiřují cévy a uplatňují se při alergiích.



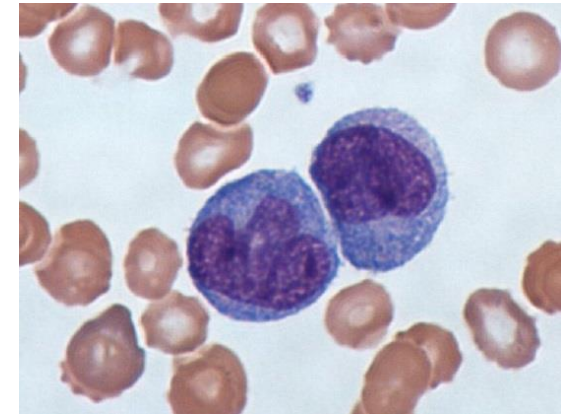
eosofilní



bazofilní

B) Agranulocyty: Tyto bílé krvinky neobsahují barvitelná zrníčka.

a) Monocyty: Tvoří 3 až 8 % všech bílýchrvinek a jsou největší z nich. V krvi cirkulují 12 hodin až několik dní. Poté se přesouvají do tkání, kde se diferencují na makrofágy. Monocyty hlídají výskyt cizorodého materiálu a umí vystavit bakteriální antigen, čímž "oznamují" ostatním leukocytům přítomnost nepřítele. Mají také schopnost fagocytózy, tedy pohlcování cizorodých částic.



monocyt

b) Lymfocyty: Tvoří 24 až 40 % všech bílýchrvinek.

- Lymfocyty T: Zajišťují buněčnou imunitu, což znamená, že mají na starost celkovou regulaci imunitní odpovědi, aby reakce nebyla přehnaná a nedošlo k poškození vlastního organismu. Dozrávají v brzlíku a existuje několik druhů lymfocytů T.

- Lymfocyty B: Zajišťují látkovou imunitu, vznikají v kostní dřeni. Po setkání s antigenem se dělí na plazmatickou buňku, která produkuje protilátky (imunoglobuliny), a paměťovou buňku, která si "pamatuje" antigen pro rychlejší odpověď při další infekci.



lymfocyt

„Krev je život.“

Bram Stoker 1847-1912

T-lymfocyty se vyvíjejí z prekurzorů v thymu (brzlíku), kam se dostávají z krve tvorných tkání, především z kostní dřeně, během prenatálního vývoje.

Podle funkce jednotlivých T-lymfocytů a podle tzv. CD znaků, které se vyskytují na jejich povrchu, rozlišujeme následující základní skupiny T-lymfocytů:

Helperské (pomocné) TH-lymfocyty - tyto buňky produkují mnohé cytokiny a jsou cílem viru HIV. Zahajují specifickou imunitní odpověď. Podle typu cytokinů, které produkují, je rozdělujeme na:

T1: Podporují cytotoxickou a buněčnou část imunity, jako jsou makrofágy a cytotoxické T-lymfocyty (TCyt-Ly).

T2: Podporují protilátkovou odpověď, což zahrnuje aktivaci B-lymfocytů a tvorbu protilátek.

Cytotoxické TCyt-lymfocyty

tyto buňky jsou schopné donutit infikovanou buňku k apoptóze (programované buněčné smrti) nebo ji přímo zničit za pomoci cytotoxických mechanismů. Kontrolují stav buněk v organismu a hrají významnou roli v protinádorové imunitě.

Supresorové TSup-lymfocyty

tato nejednotná skupina T-lymfocytů se pravděpodobně vyvíjí z helperských T-lymfocytů během zánětu, proto jsou někdy označovány jako TH3(r) subset. Nemají typický CD znak. Jejich hlavním úkolem je moderovat a tlumit imunitní reakci, urychlovat reparaci tkáně a stimulaci fibroblastů.

Natural killers (NK)

tyto buňky tvoří hlavní část cytotoxické buněčné imunity. Jsou schopné ničit cílové buňky bez předchozího setkání s antigenem, což je důležité například u novorozenců. Ačkoliv se jedná o lymfocyty, jsou řazeny do přirozené imunity. Morfologicky jsou to velké lymfocyty o velikosti 12–14 μm .

IgG je nejvýznamnější třída protilátek, tvoří tři čtvrtiny všech protilátek v séru a jsou jediné, které mohou procházet placentou.

IgG se podílí na **opsonizaci**, což je označení buněk pro fagocytózu neutrofilů a makrofágů. Dále **aktivují komplement** tím, že se váží na antigeny. Při **sekundární imunitní reakci**, což je opakované setkání s antigenem, dochází k **neutralizaci toxinů**, kde IgG po navázání zablokuje a neutralizuje toxin.

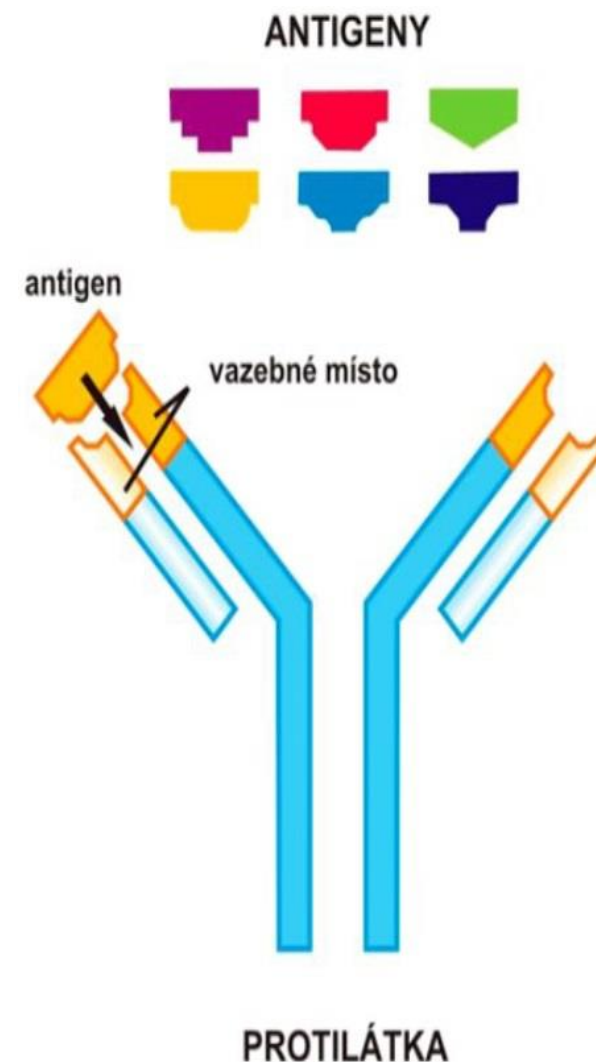
IgA, nazývané také slizniční protilátky, jsou produkovány B-lymfocyty ve slizničních vrstvách a jsou nejvíce zastoupenými protilátkami v těle. Mají poločas přibližně jeden týden.

Jejich funkce zahrnuje **blokádu adhezních molekul**, což zabraňuje bakteriím, aby se uchytily na buňce, a také se podílí na **opsonizaci**.

IgM tvoří 10 % všech protilátek v séru a jsou integrální součástí membrány B-lymfocytů. Mají krátký poločas a aktivují komplement. IgM také způsobují **aglutinaci**, což je shlukování antigenů, například u krevních skupin AB0.

IgD je zastoupen relativně málo a má malou afinitu k antigenům. Nachází se hlavně na povrchu B-lymfocytů, kde slouží jako **receptor pro antigen**. IgD vyvolává **uvolňování histaminu** z mastocytů a bazofilních leukocytů a spolupodílí se na rozvoji senné rýmy či alergického astmatu.

IgE má nejkratší poločas rozpadu a je přítomno v ještě nižších množstvích než IgD. Je homocytotropní - váže se na buňky vlastního těla, jako jsou žírné buňky a bazofily, **a uvolňuje mediátory zánětu**, jako jsou histamin, serotonin, prostaglandiny a leukotrieny. Zvýšená koncentrace IgE bývá při alergických reakcích a antiparazitární obraně. Mediátory způsobují vazodilataci, vykašlání, vykýchání, zvýšení peristaltiky střev a průjem. IgE se vyskytují zejména ve slezině, mandlích, plicích membránách a membránách trávicího ústrojí.



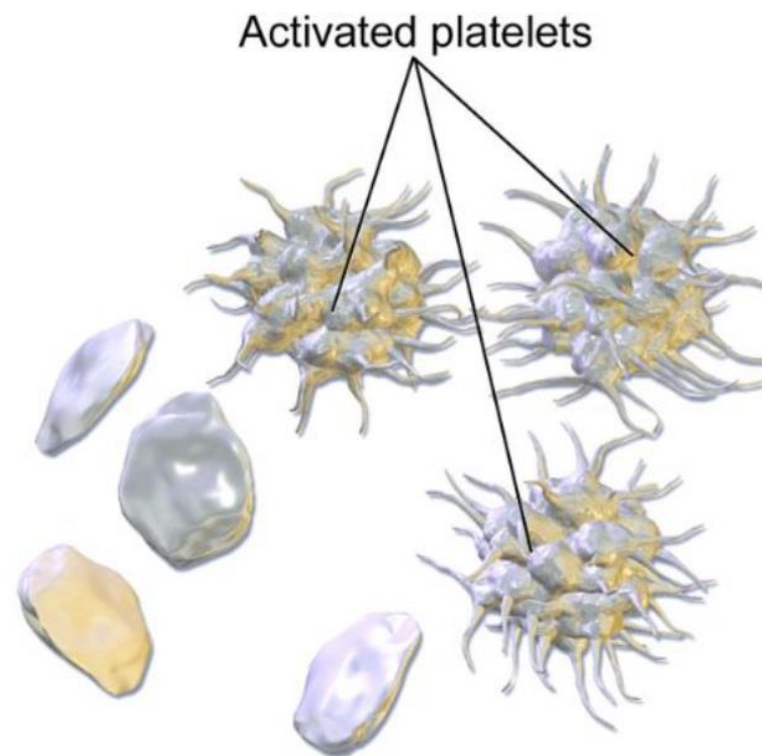
3. krevní destičky (trombocyty) - krevní destičky, známé také jako trombocyty, nejsou celé buňky. Vznikají odštěpením cytoplazmy z velkých buněk nazývaných megakaryocyty, které se nacházejí v kostní dřeni. V 1 mm³ krve se nachází přibližně 150 000 až 400 000 krevních destiček. Tyto destičky se musí neustále obměňovat, protože jejich životnost je relativně krátká, jen asi 9 až 12 dní. Hlavní funkcí krevních destiček je zajišťování srážení krve (**hemokoagulace**), což vede k zástavě krvácení (**hemostáze**).

Proces srážení krve začíná tím, že z trombocytů a poraněných tkání se uvolňují látky, jako je trombokináza a ionty vápníku (Ca²⁺). Tyto látky působí na protrombin, který se mění na trombin. Trombin pak působí na fibrinogen, což je rozpustná bílkovina, a mění ho na fibrin, nerozpustnou bílkovinu. Fibrin vytváří síť, v níž se zachycují krevní buňky, což vede k vytvoření krevního koláče.

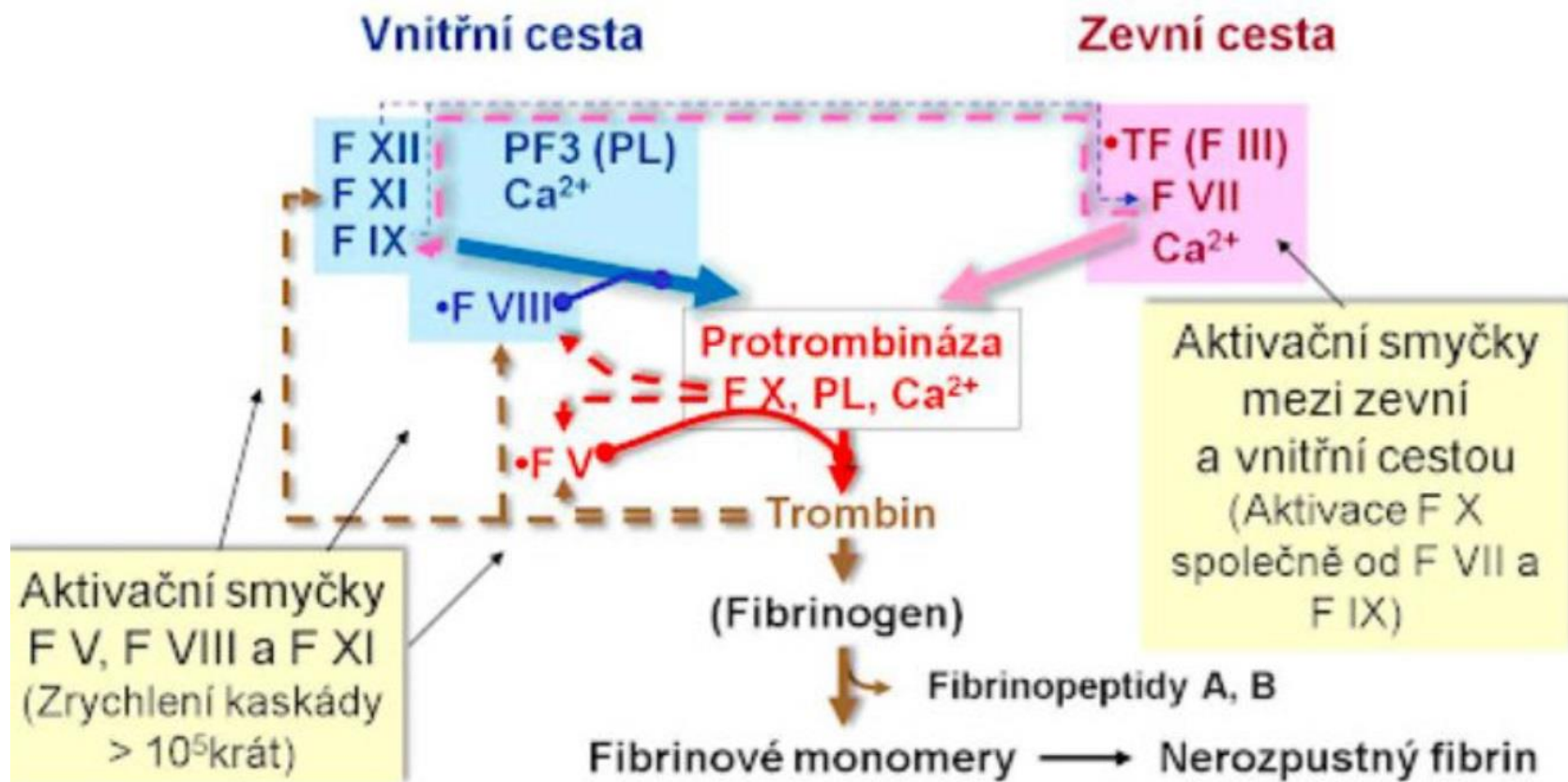
Vytvoření krevního koláče následně aktivuje protisrážlivé látky, které zastavují další srážení krve. Mezi tyto látky patří antitrombin, heparin, plazminogen a protein C. Tyto látky zajišťují, že srážení krve je regulované a nedochází k nadměrnému srážení, které by mohlo vést k trombóze.

„Mysli srdcem, ne hlavou. V hlavě jsou šedé buňky, v srdci je krev. Krev koluje, vyzná se. Buňky jen dřepěj.“

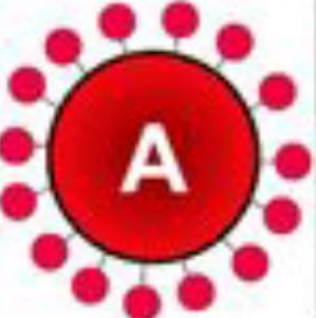
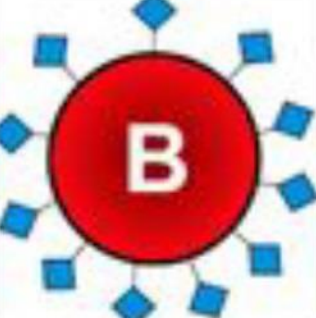
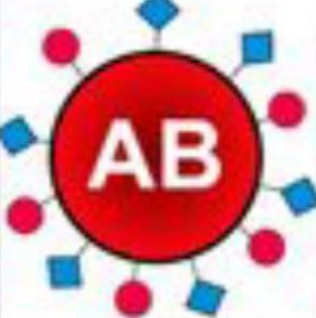
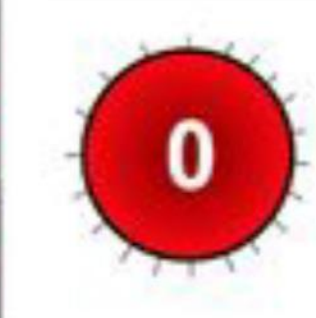
Woody Allen, americký scénárista a režisér



Hemostáza zajišťuje tekutost krve a v případě poruchy cévní stěny vede k zástavě krvácení. Ihned po porušení cévní stěny nastává vazokonstrikce, která je výsledkem působení serotoninu. Znamená to, že se céva stáhne. V místě poranění se během několika vteřin aktivují trombocyty. Následně tyto aktivované krevní destičky přilnou (adheze) na poraněnou cévu, vzájemně se splétají a shlukují se do agregátů (agregace). Takto vzniklý útvar trombocytů se nazývá destičkový trombus, který uzavře otevřenou cévu. Poté začíná proces hemokoagulace, což je soubor enzymatických, na sebe navazujících dějů. Tyto děje probíhají za přítomnosti tzv. plazmatických koagulačních faktorů. Hemokoagulace se aktivuje dvěma cestami – vnitřní a vnější. Vnitřní systém je započat aktivací faktoru XII. Zevní systém se aktivuje účinkem tkáňového tromboplastinu. Společným cílem těchto dvou cest je aktivace faktoru X, odkud pak následující děje probíhají společně. Konečným výsledkem je aktivace protrombinu na trombin, který následně aktivuje přeměnu rozpustného fibrinogenu na nerozpustný fibrin. Působením všech faktorů vzniká definitivní hemostatická zátka, do které se ještě zachytávají erytrocyty. Trombus je v průběhu času odstraněn rozpadem trombocytů a fibrinu a rána je pomocí regeneračních a reparačních procesů zhojena.



Systém antigenů (aglutinogenů) na povrchu červených krvinek a protilátek (aglutininů) v krevní plazmě funguje jako zámky a klíče. Antigeny, které se nacházejí na povrchu červených krvinek, jsou specifické receptory, zatímco protilátky v krevní plazmě působí jako klíče, které mohou tyto antigeny rozpoznat a reagovat na ně.

	SKUPINA A	SKUPINA B	SKUPINA AB	SKUPINA 0
erytrocyty				
protilátky	 Anti-B	 Anti-A	žádné	 Anti-A Anti-B
antigeny	 A antigen	 B antigen	 A a B antigeny	žádné

Rh faktor

- Rh faktor je antigen nacházející se na povrchu červených krvinek.
- tento antigen byl objeven u opic druhu makak rhesus, podle kterých získal svůj název Rh.
- pokud je tento antigen přítomný, jedinec je označován jako Rh pozitivní (Rh+).
- pokud antigen chybí, jedinec je Rh negativní (Rh-).
- pokud jedinec s Rh- krevní skupinou dostane transfuzi Rh+ krve, může dojít k hemolýze, což je rozklad červených krvinek. Stejná situace může nastat u matky s Rh- krevní skupinou, pokud její plod má Rh+ krevní skupinu.

V české populaci je nejčastější krevní skupina A, kterou má 45 % populace.

Následuje krevní skupina 0 s 30–35 %, skupina B s 15–20 % a skupina AB s 5–7 %.

Zhruba 90 % české populace je Rh pozitivní (Rh+).

V Evropě je nejčastější krevní skupina A a 0, obě s podílem 40 %.

Skupina B tvoří 10 % a skupina AB také 10 %.

Rh pozitivních jedinců je v Evropě 84 %, zatímco Rh negativních je 16 %.

Nespecifická imunita

Nespecifická imunita představuje soubor mechanismů, které napomáhají ochraně těla před infekcemi, a je vrozená. Řadíme sem i fagocytující granulocyty. Tento typ imunity reaguje na každý antigen stejnými mechanismy a nemá paměť. Je evolučně starší než specifická imunita.

- a) Kůže a pot: Kůže funguje jako mechanická bariéra, která brání vniknutí patogenů do těla. Pot udržuje kyselé pH, což vede k denaturaci bílkovin patogenů a jejich zničení.
- b) HCl v žaludku: Kyselé pH žaludeční kyseliny chlorovodíkové ničí patogeny, které se dostanou do trávicího traktu.
- c) Enzym Lysozym: Tento enzym má baktericidní účinky a nachází se ve slinách, slzách, nosním hlenu a na sliznicích.
- d) Pyrogeny: Jsou to látky, které při infekci zvyšují tělesnou teplotu.
- e) Interferony: Tyto látky produkují buňky napadené virem a upozorňují okolní buňky na nákazu. Okolní buňky se pak obalí ochrannou vrstvou.
- f) Složky komplementu a fagocyty: Tyto složky hrají klíčovou roli v nespecifické imunitě. Komplementový systém pomáhá ničit patogeny, zatímco fagocyty, jako jsou neutrofily a makrofágy, pohlcují a ničí cizorodé částice.

Specifická imunita

Specifická imunita je fylogeneticky novější část imunitního systému, která se vyskytuje pouze u obratlovců. Na rozdíl od nespecifické imunity se specifická imunita fyziologicky rozvíjí až po narození, kdy se upravuje genetická výbava buněk. Tato imunita spolupracuje s přirozenou imunitou a je zajišťována B-lymfocyty a T-lymfocyty. Specifická imunita se skládá ze dvou složek: buněčné a humorální. Vyznačuje se antigenní specifitou, což znamená, že se aktivuje až po setkání se svým specifickým antigenem. Nástup reakce je pomalejší než u nespecifických mechanismů, ale při opakovaném setkání s antigenem je odpověď rychlejší a silnější díky schopnosti imunitního systému pamatovat si.

Jak to funguje?

1. Primární imunitní reakce: Při prvním setkání s antigenem, například bakterií, dochází k pomalu se rozvíjející imunitní odpovědi. Aktivují se specifické T-lymfocyty a B-lymfocyty, které začnou vytvářet nejprve protilátky typu IgM, a později IgG. Po odeznění prvního setkání zůstávají protilátky v plazmě a paměťové buňky v sekundárních lymfatických orgánech.
2. Sekundární imunitní reakce: Při druhém a každém dalším setkání s antigenem probíhá imunitní odpověď mnohem rychleji, protože organismus si pamatuje předchozí setkání. Paměťové buňky specifické pro daný antigen jsou rozptýleny po celém těle a jejich počet je mnohem vyšší. Díky tomu je odpověď na antigenní stimulaci rychlejší a silnější, což zabraňuje pomnožení patogenů a rozvoji infekce. Sekundární odpověď může probíhat bez klinických projevů nemoci, protože imunitní systém patogen zlikviduje dříve, než se nemoc stihne rozvinout.

Umělá imunizace (očkování):

Pasivní imunizace: Do organismu jsou vpraveny již hotové protilátky, což poskytuje krátkodobou ochranu.

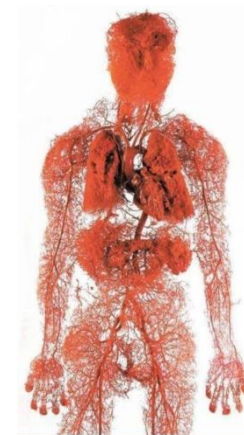
Aktivní imunizace: Do organismu jsou vpraveny oslabené nebo usmrcené patogeny, které stimulují tělo k vlastní výrobě protilátek, což poskytuje dlouhodobější ochranu.

Krevní cévy

1. Tepny (artérie) - Tyto cévy vedou krev od srdce do různých částí těla. Mají nejsilnější stěny, což umožňuje vydržet vysoký tlak krve, která jimi protéká. Při tepenném krvácení krev vystřikuje z rány pod velkým tlakem.

2. Žíly (véna) - Žíly vedou krev zpět do srdce. Mají slabší stěny než tepny, ale jsou stavěny podobně. Při žilním krvácení krev z rány vytéká pod menším tlakem. Žíly na končetinách obsahují chlopně (duplikatury intimy) vyztužené vazivem, které brání zpětnému proudění krve. Tyto chlopně jsou většinou uspořádány jako dvě protilehlé poloměsíčité struktury.

3. Vlasečnice (kapiláry) - Jsou to tenké cévy s jednovrstevnou stěnou, která umožňuje průchod dýchacích plynů a leukocytů. Vlasečnice se bohatě větví a prokrvují tkáň, což umožňuje výměnu látek mezi krví a buňkami těla.

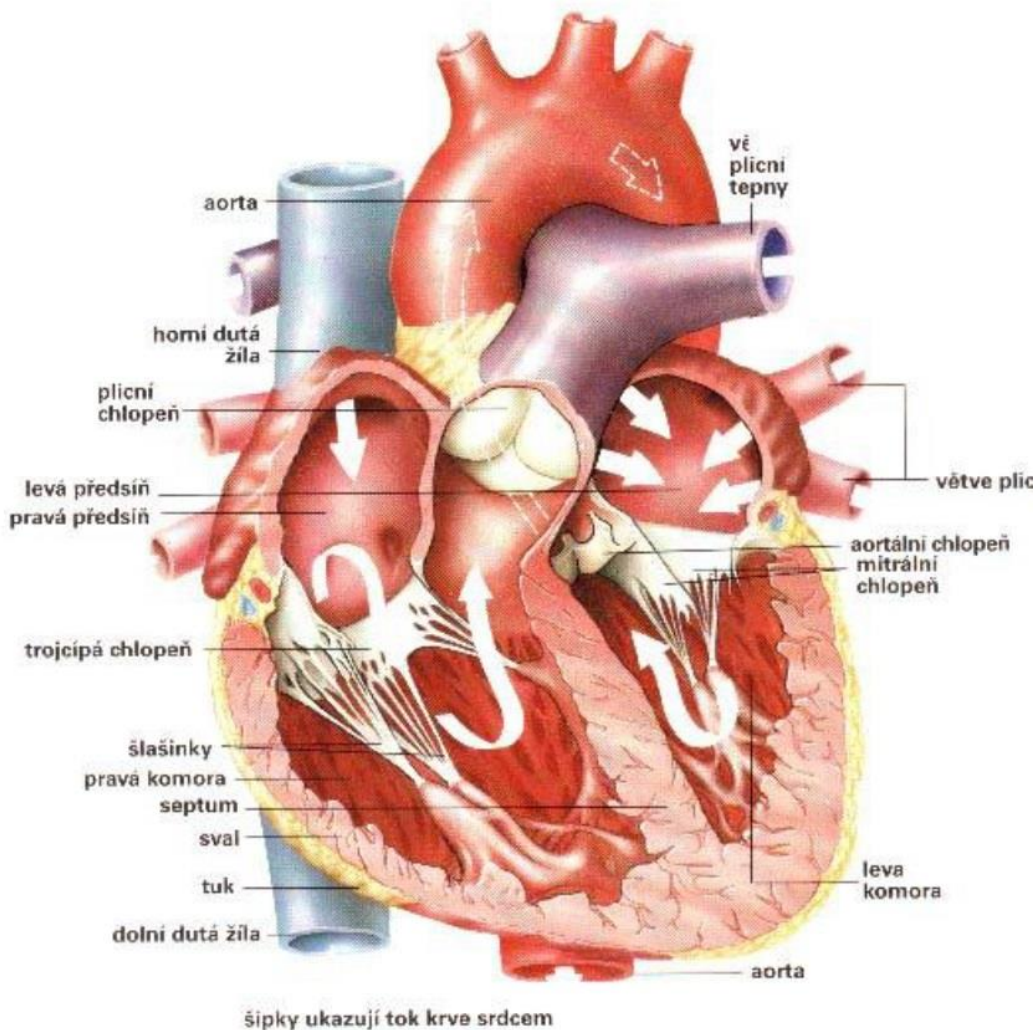


Srdce

<https://www.petrsofta.cz/wp-content/uploads/2021/02/Prednaska-srdce-a-cevy.pdf>

*„Srdce hlupáka je v jeho ústech,
srdce moudrého muže je v jeho srdci.“*
Benjamin Franklin, americký státník, autor, vědec
1706–1790





Srdce (cor)

- srdce je uložené v dutině hrudní za hrudní kostí a váží přibližně 250-300 gramů.
- má tvar trojboké pyramidy, která směřuje vrcholem dolů, dopředu a doleva.

Anatomická stavba srdce:

- Endokard - jedná se o vazivovou blánu, která vystýlá srdeční dutinu a vytváří srdeční chlopně.
- Myokard - srdeční svalovina tvořená vlákny z jedné buňky, které jsou propojeny četnými můstky do prostorové sítě. Některé buňky se specializují a vytvářejí převodní systém srdeční. Myokard je nejmohtnější vrstvou srdce a nejsilnější je v levé komoře.
- Epikard - je to vazivová blána na povrchu srdce, která se stáčí kolem srdce a vytváří druhou vrstvu, známou jako perikard (osrdečník). Prostor mezi epikardem a perikardem je perikardová dutina, která je vyplněná tekutinou.

Struktura srdce

Atrium dextrum et atrium sinistrum - Pravá a levá předsíň.

Ventriculus dexter et sinister - Pravá a levá komora.

Vena cava superior, inferior - Horní a dolní dutá žíla.

Venae pulmonales - Plicní žíly.

Valva atrioventricularis dextra (valva tricuspidalis) - Trojcípá chlopeň.

Valva atrioventricularis sinistra (valva mitralis, valva bicuspidalis) - Dvojcípá chlopeň.

Valvulae semilunares - Poloměsíčité chlopně.

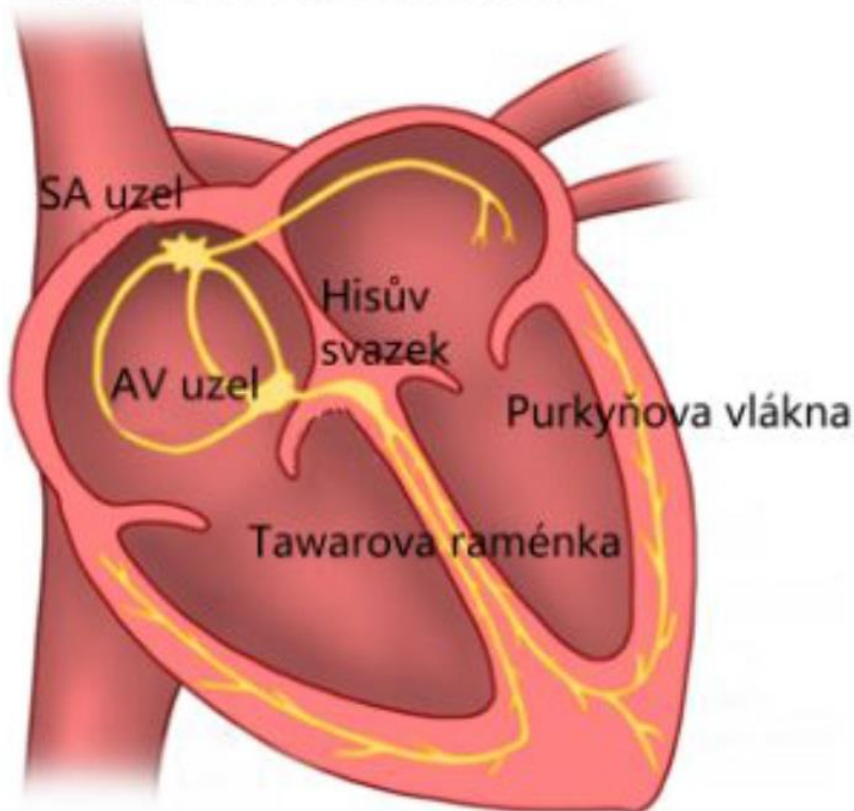
Valva trunci pulmonalis - Chlopeň plicního kmene. Zabírá místo mezi pravou komorou a plicní tepnou (truncus pulmonalis).

Valva aortae - Aortální chlopeň. Nachází se mezi levou komorou a aortou.

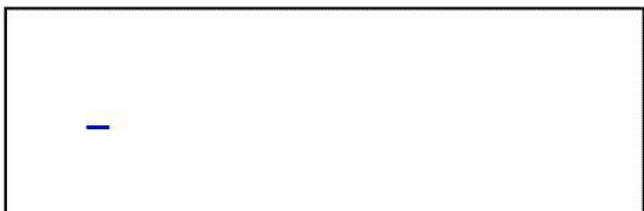
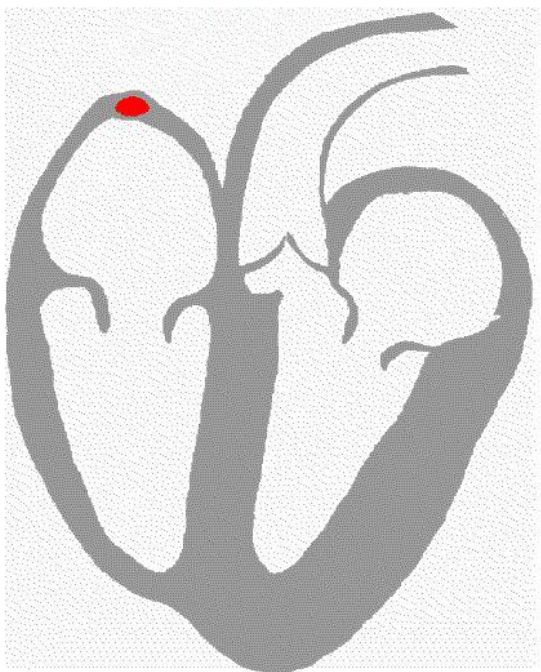
Truncus pulmonalis – Plicnice (plicní tepna).

Aorta - Srdečnice.

PŘEVODNÍ SYSTÉM SRDCE



- Převodní systém srdeční, známý také jako excitomotorický aparát, je zodpovědný za automaci srdeční činnosti.
- Tato automatická práce srdce je ovládána vegetativním nervovým systémem, kde sympatikus zvyšuje srdeční činnost a parasympatikus ji snižuje.
- Srdeční svalovina se skládá ze dvou typů:
 - Pracovní svalovina: Tato svalovina vykonává stah srdce.
 - Vodivá svalovina: Přenáší elektrické vzruchy po srdci.
- Vodivá svalovina je tvořena následujícími strukturami:
 - Nodus sinuatrialis (síňový uzel): Tento uzel, umístěný ve stěně pravé předsíně, udává rytmus srdce.
 - Nodus atrioventricularis (síňokomorový uzel): Přenáší vzruchy ze síní do komor.
- Fasciculus atrioventricularis (Hisův svazek): Tento pruh převodního systému jde do komorové přepážky a ovlivňuje otvírání a zavírání srdečních chlopní.
- Crus dextrum et crus sinistrum (Tawarova raménka): Tato raménka vedou vzruchy přepážkou mezi komorami až k bazím srdečních svalů a dále se dělí na:
- Rami subendocardiales (Purkyňova vlákna): Konečná síť vláken, která se větví pod endokardem komor.



Srdeční činnost

Srdeční činnost se skládá ze dvou hlavních fází: systoly a diastoly. Tyto fáze se pravidelně střídají, což umožňuje efektivní pumpování krve do těla.

1. **Systola komor:** Během této fáze se komory stahují, zatímco síně jsou uvolněné a plní se krví z žil. V této fázi jsou cípaté chlopně uzavřené, zatímco poloměsíčité chlopně jsou otevřené. Díky tomu je krev z komor pumpována do tepen a rozváděna po celém těle.

2. **Diastola komor:** V této fázi jsou komory uvolněné a plní se krví, zatímco síně jsou stažené a pumpují krev do komor. Cípaté chlopně jsou otevřené, což umožňuje průchod krve ze síní do komor, zatímco poloměsíčité chlopně jsou zavřené, což zabraňuje zpětnému toku krve z tepen do komor.



<https://www.youtube.com/watch?v=Lo66TkkciWE>

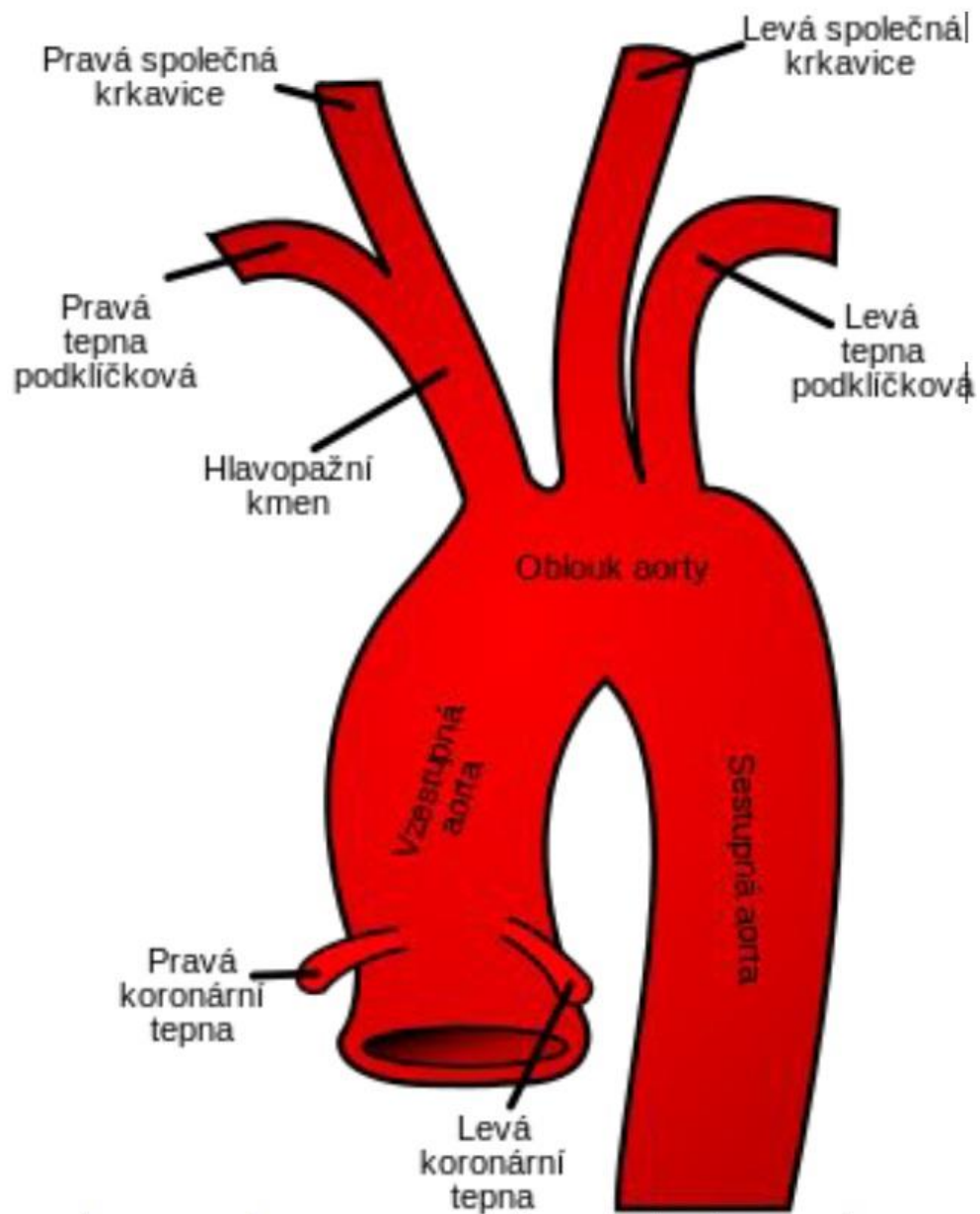
Tlak krve a srdeční tep

- Tlak krve je síla, kterou krev působí na stěny cév, a úzce souvisí s průměrem cévy. Rozlišujeme dva hlavní typy tlaku:
 - systolický tlak: Tento tlak je měřen při stahu komor srdce.
 - diastolický tlak: Tento tlak je měřen při ochabnutí komor srdce.
- Optimální hodnota krevního tlaku je 120/80 mm Hg (milimetrů rtuti), kde 120 představuje systolický tlak a 80 diastolický tlak.
- Srdeční tep:
 - průměrný tep dospělého člověka je přibližně 70-80 tepů za minutu.
 - v klidu může tep klesnout až na 60 tepů za minutu.
 - při zátěži může srdeční tep dosáhnout až 120 tepů za minutu nebo i více.
- Systolický objem srdeční je množství krve, které je vypuzeno při jednom stahu komor:
 - v klidu je to 60-80 ml.
 - při zátěži může dosáhnout až 200 ml.
- Minutový objem srdeční je množství krve vypuzené za jednu minutu:
 - v klidu je to přibližně 5 litrů.
 - při zátěži může minutový objem srdeční dosáhnout až 20 litrů.

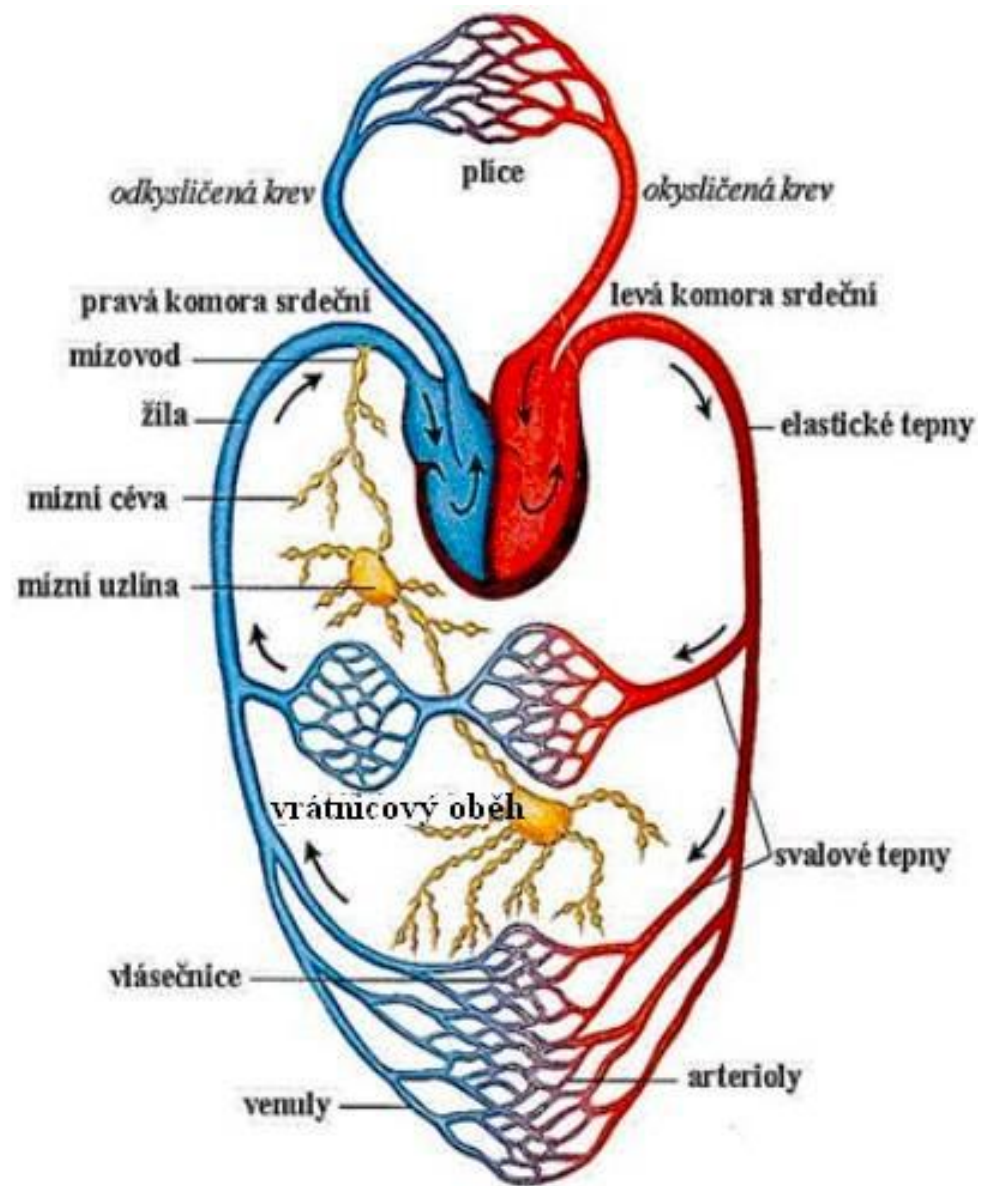
Krevní oběh

1. Velký (tělní) krevní oběh začíná v levé komoře (LK) srdce, odkud je krev pumpována aortou do celého těla.

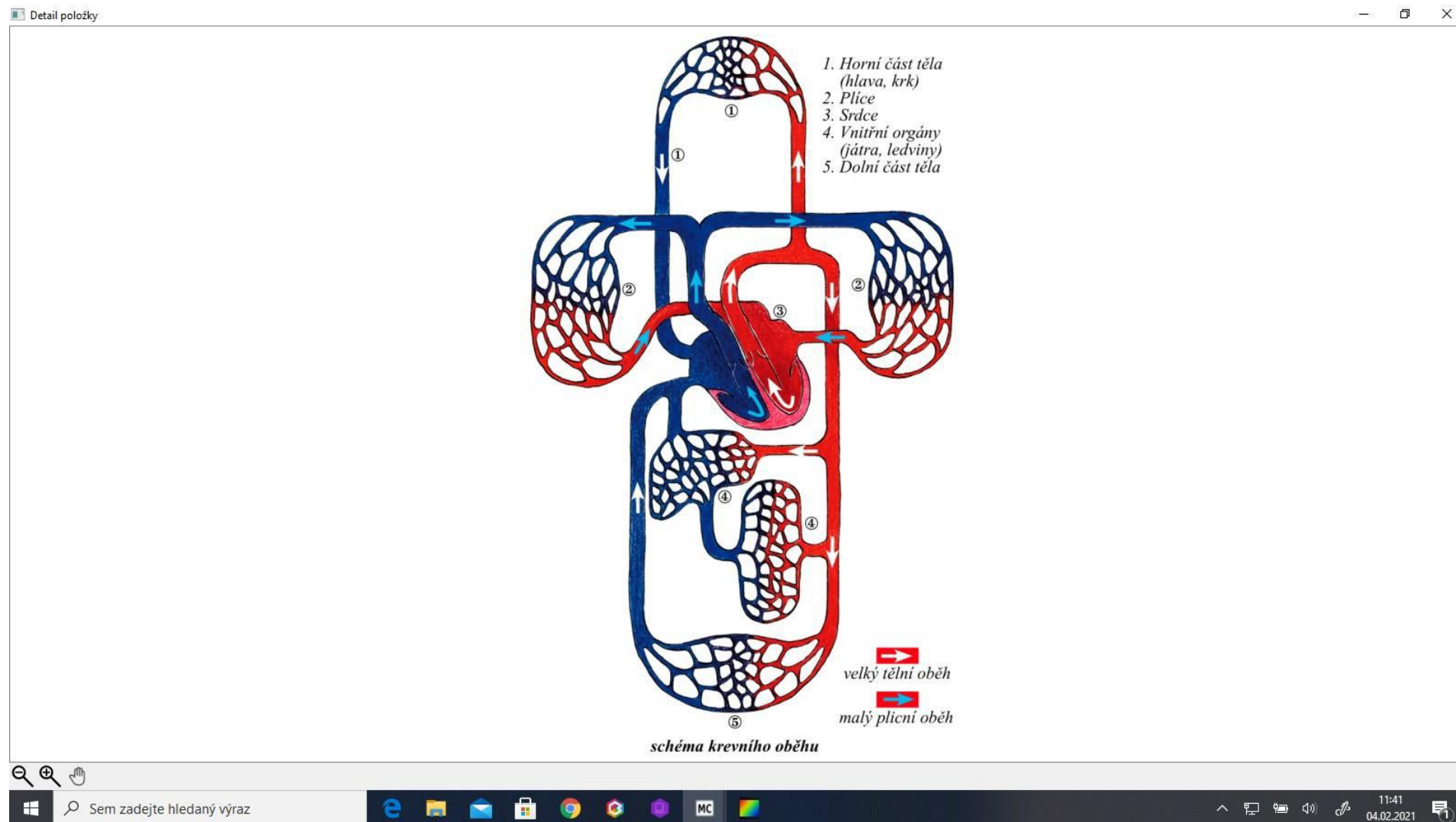
- aorta se skládá ze tří částí:
 - a) Vzestupná aorta
 - b) Oblouk aorty
 - c) Sestupná aorta
- z oblouku aorty se odštěpují tři hlavní větve:
 - a) Hlavopažní kmen, který se větví na pravostrannou podklíčkovou tepnu (zásobuje pravou horní končetinu) a pravou společnou krkavici (zásobuje pravou polovinu hlavy).
 - b) Levá společná krkavice (zásobuje levou polovinu hlavy).
 - c) Levostranná podklíčková tepna (zásobuje levou horní končetinu).
- sestupná aorta sestupuje podél levé strany páteře a z ní se odštěpují větve pro zásobení vnitřních orgánů, jako jsou hrudní větve a břišní větve (zásobující ledviny, žaludek, játra atd.). V oblasti pánevní se aorta dělí na dvě větve – kyčelní tepny, které zásobují každou dolní končetinu.
- ve tkáních dochází k výměně dýchacích plynů a odkysličená krev se sbírá pomocí žil. Krev z horní poloviny těla se sbírá do horní duté žíly (HDŽ) a z dolní poloviny těla do dolní duté žíly (DDŽ). Tento oběh končí v pravé síni (PS) srdce.
- součástí velkého oběhu je i tzv. vrátnicový oběh, který sbírá živiny z trávicí soustavy (střeva a žaludek) a odvádí je vrátnicovou žilou do jater. V játrech se živiny přetvářejí na zásobní látky nebo se metabolicky zpracovávají. Krev je pak vedena jaterní žilou do dolní duté žíly (DDŽ).



aorta ascendens, arcus aortae, aorta descendens



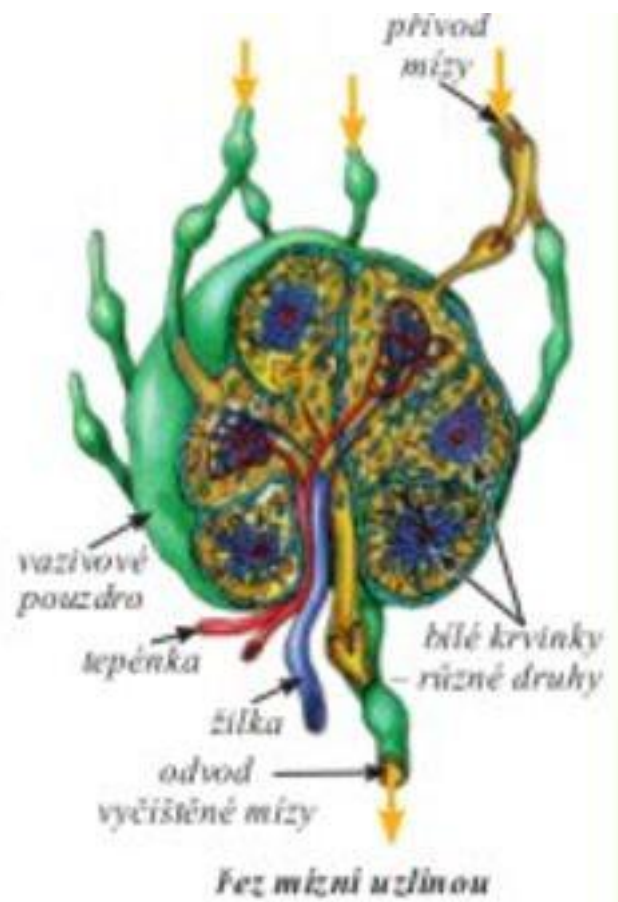
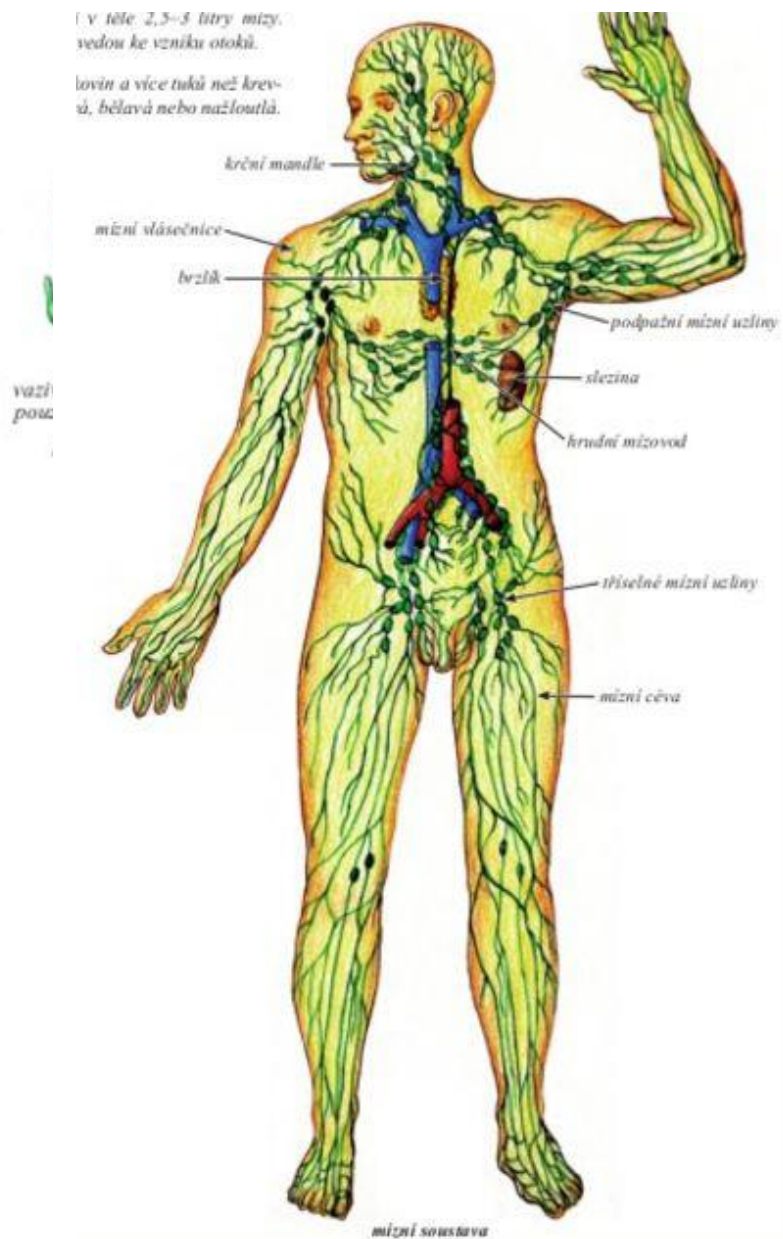
2. Malý (plicní) krevní oběh začíná v pravé komoře (PK), odkud je odkysličená krev odváděna plicnicí do plic. Plicnice se větví do každé plíce, kde dochází k výměně dýchacích plynů, což vede k okysličení krve. Okysličená krev je pak z plic odváděna plicními žilami (dvě žíly z každé plíce), do levé síně (LS). Zde se krev napojuje na velký krevní oběh.



Mízní soustava (lymfatická)

- mízní soustava tvoří uzavřenou soustavu, v níž proudí míza. Skládá se z mízních uzlin, mízních cév, sleziny a brzlíku.
- **míza (lympa)** je bezbarvá nebo mléčně zkalená tekutina, která vzniká z tkáňového moku. Svým složením je podobná krevní plazmě, ale obsahuje mnohem méně bílkovin. Míza sbírá a odvádí metabolity z tělních tkání. Denně se vytvoří asi 2-3 litry mízy. Pokud se míza hromadí ve tkáni, vzniká otok.
- **mízní cévy** se skládají z mízních vlásečnic, míznic a mízních kmenů.
- **mízní vlásečnice** začínají slepě ve tkáních a tvoří síť téměř ve všech orgánech, kromě centrálního nervového systému (CNS), chrupavky a oční koule. V mízních vlásečnicích se z tkáňového moku vytváří míza.
- **míznice** jsou stavbou podobné malým žilkám a obsahují chlopně, které usnadňují návrat mízy z mízních vlásečnic do žil.
- **mízní kmeny** jsou stavbou podobné větším žilám a rovněž obsahují chlopně. Hrudní mízovod sbírá mízu z dolní části těla a z levé části hrudníku, zatímco pravostranný mízní kmen sbírá mízu z hlavy a z pravé horní části těla.
- **mízní uzliny** slouží k filtraci mízy, zachytávají choroboplodné zárodky a nádorové buňky, které zde mohou dále růst. Nejvíce mízních uzlin je soustředěno v okolí ušního boltce, podél krkavice, pod dolní čelistí, v podpaží, v tříslech a podél břišní stěny.

- **uzlíčky lymfoidní tkáně** jsou roztroušeny na různých místech těla, zejména ve sliznici trávicí trubice (mandle), v dýchacím ústrojí a pohlavní soustavě.
- **brzlík** je uložen v dutině hrudní, před srdcem za hrudní kostí. Stavba brzlíku zahrnuje dva laloky, jejichž základ tvoří retikulární vazivo. Na povrchu brzlíku je kůra a uvnitř se nachází dřeň. Tento orgán je přechodný a nejvíce vyvinutý v raném dětství. V pubertě začíná atrofovat a v dospělosti se mění ve vazivovou tukovou tkáň. Hlavní funkcí brzlíku je dozrávání lymfocytů.
- **slezina** je nepárový, křehký orgán uložený pod levou brániční klenbou (pod bránicí, za žaludkem). Její velikost je přibližně 12 x 6 x 3 cm a nezvětšená je nehmatná. Stavba sleziny zahrnuje vazivo na povrchu, které při roztržení způsobí silné krvácení do dutiny břišní, a červenou a bílou pulpu. Ve slezině dochází k vychytávání a destrukci opotřebovaných erytrocytů. Hemoglobin z těchto zničených krvinek se mění na bilirubin a ferritin. Získaný bilirubin je v játrech využit jako žlučové barvivo, zatímco železo z ferritinu se v kostní dřeni použije pro tvorbu nových erytrocytů. Ve slezině se také tvoří lymfocyty v mízních uzlíčcích. Slezina je největším lymfatickým orgánem a hlavním místem obrany proti škodlivinám a infekci, které pronikají do cirkulace. Dalšími funkcemi sleziny jsou produkce protilátek a imunokompetentních buněk.



DÝCHACÍ SOUSTAVA

„Čistým dechem probudíš i ozvěnu skal.“
Marie Lulovičová,
česká básnířka 1913 - 2003

○ **Funkce:** Dýchání je proces výměny dýchacích plynů.

Dýchání:

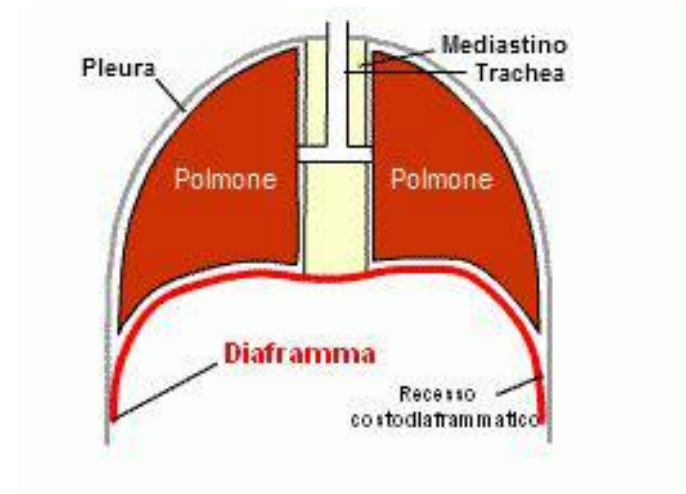
a) **Vnější dýchání** - výměna plynů mezi okolním prostředím a plícemi.

b) **Vnitřní dýchání** - výměna plynů mezi krví a tkáněmi.

○ **Mechanika dýchání:**

○ **Nádech:** Při nádechu se bránice pohybuje dolů, čímž se zvětšuje objem plic. Mezižeburní svaly se roztahují, což umožňuje nasávání vzduchu do plic.

○ **Výdech:** Při výdechu se bránice pohybuje nahoru, čímž se zmenšuje objem plic. Mezižeburní svaly se smršťují, což umožňuje vypuzení vzduchu z plic.

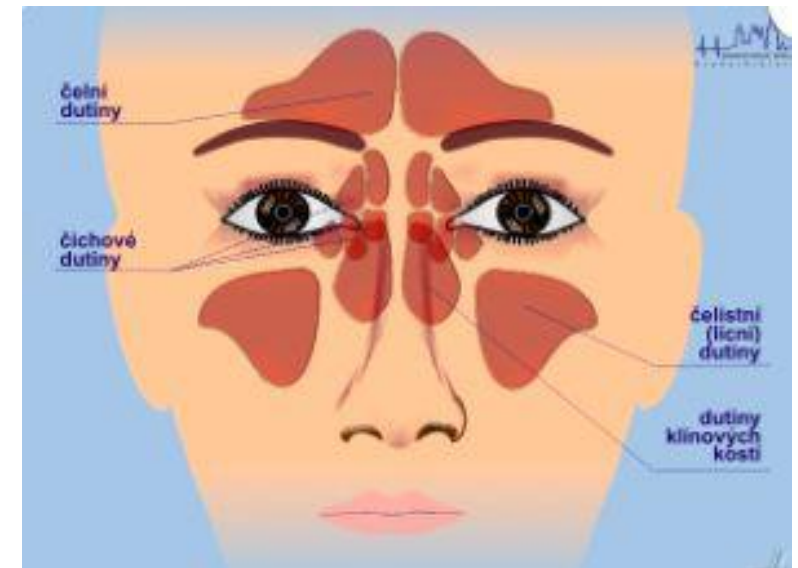


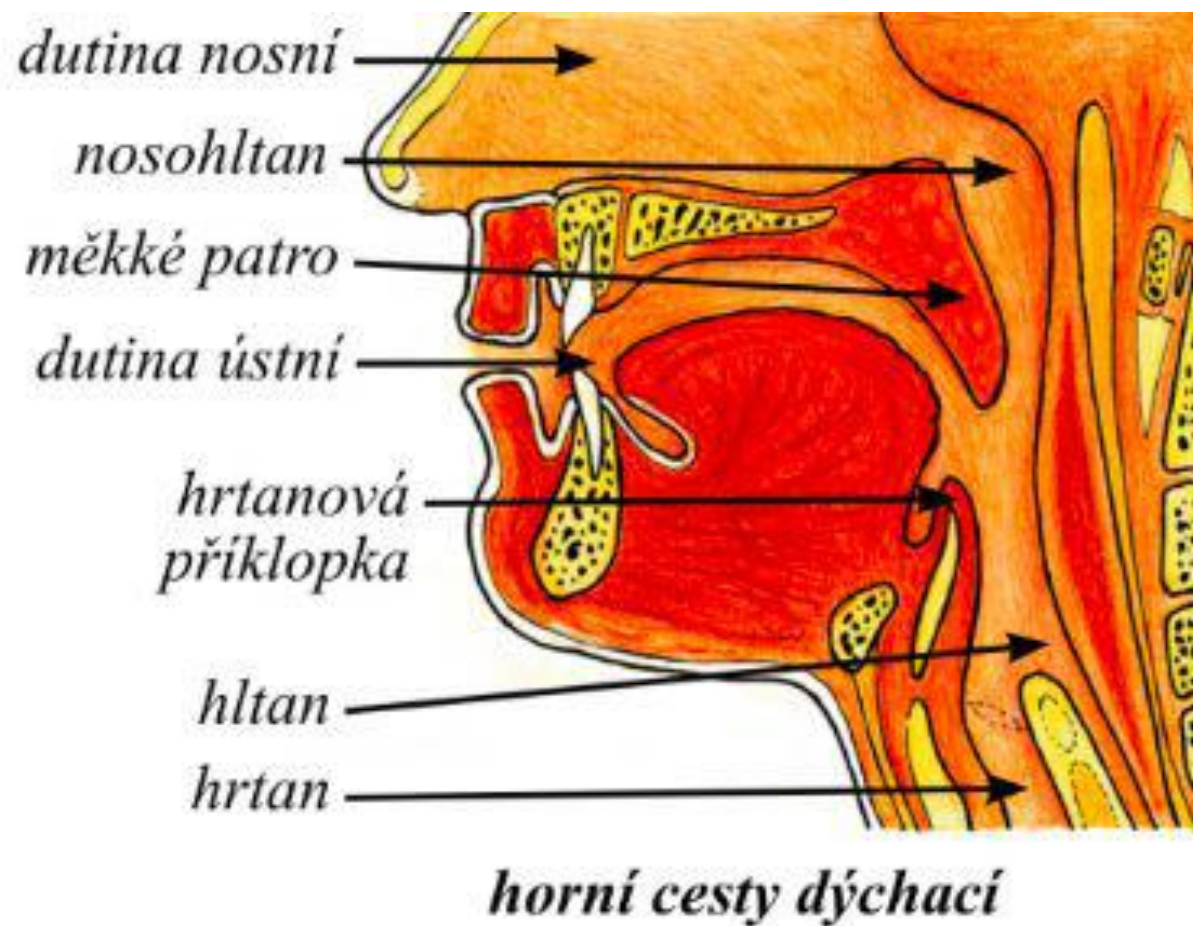
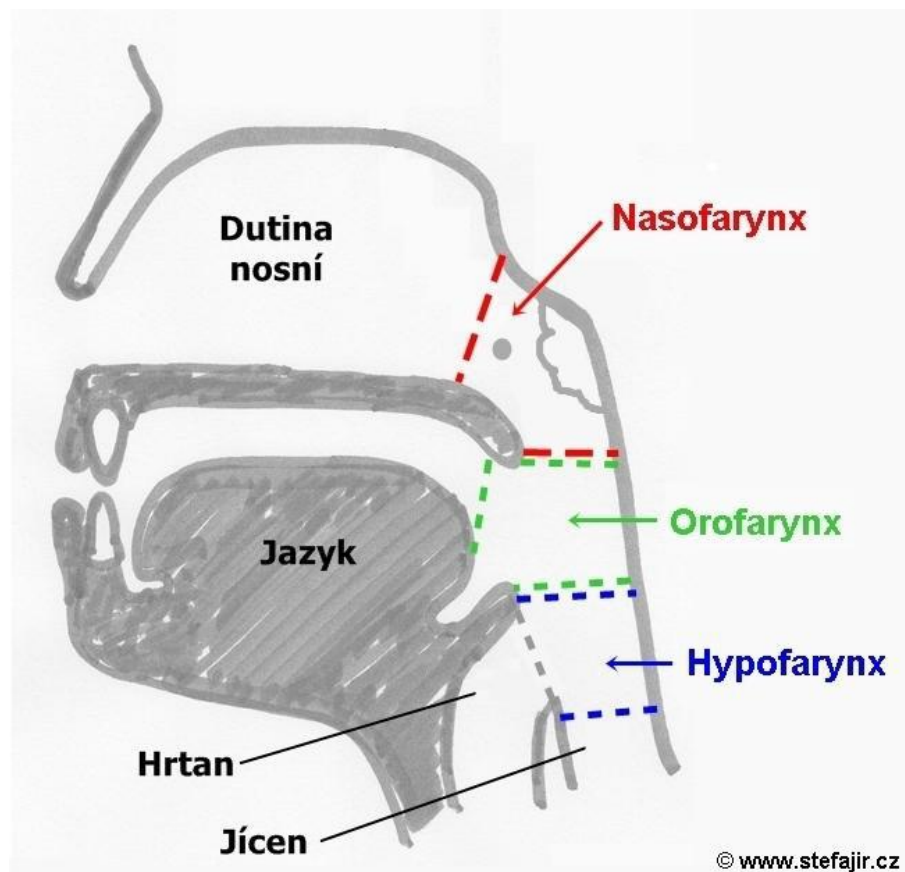
Dýchací cesty:

A) Horní cesty dýchací:

1. Dutina nosní (cavum nasi): Zde se vdechovaný vzduch otepluje (nebo ochlazuje), čistí a zvlhčuje. Dutina nosní také plní smyslovou funkci (čich). Je propojena s vedlejšími dutinami nosními, které zvětšují objem vdechovaného vzduchu. Tyto dutiny zasahují do čelní kosti, kosti lícni, klínové kosti a horní čelisti. Dutina nosní je od ústní dutiny oddělena tvrdým a měkkým patrem a celá je pokryta sliznicí.

2. Nosohltan (nasopharynx): Horní část hltanu, kde se nachází patrohltanový uzávěr, oddělující dýchací a trávicí soustavu. Do nosohltanu ústí Eustachova trubice, která propojuje nosohltan se středoušní dutinou a vyrovnává tlak před a za bubínkem.





B) Dolní cesty dýchací:

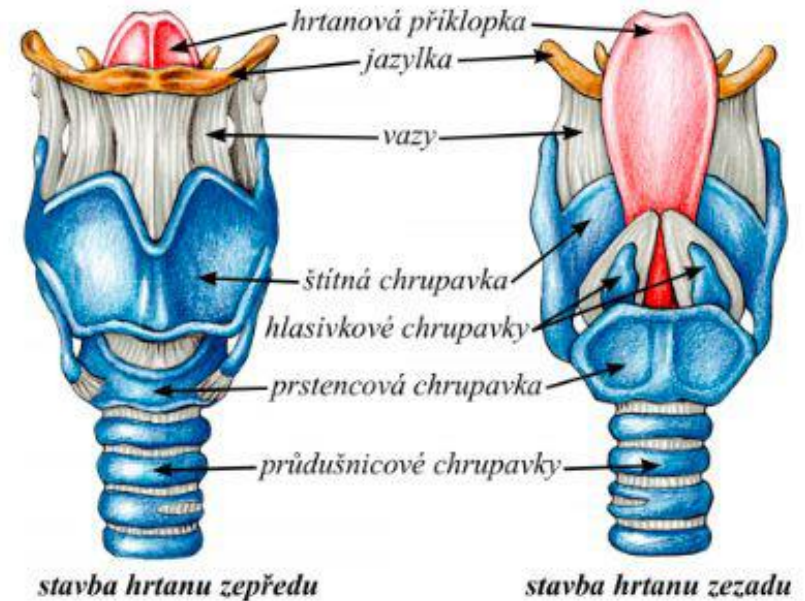
3. Hrtan (larynx): Systém chrupavek pohyblivě spojených vazivem, zavěšený na jazylce.

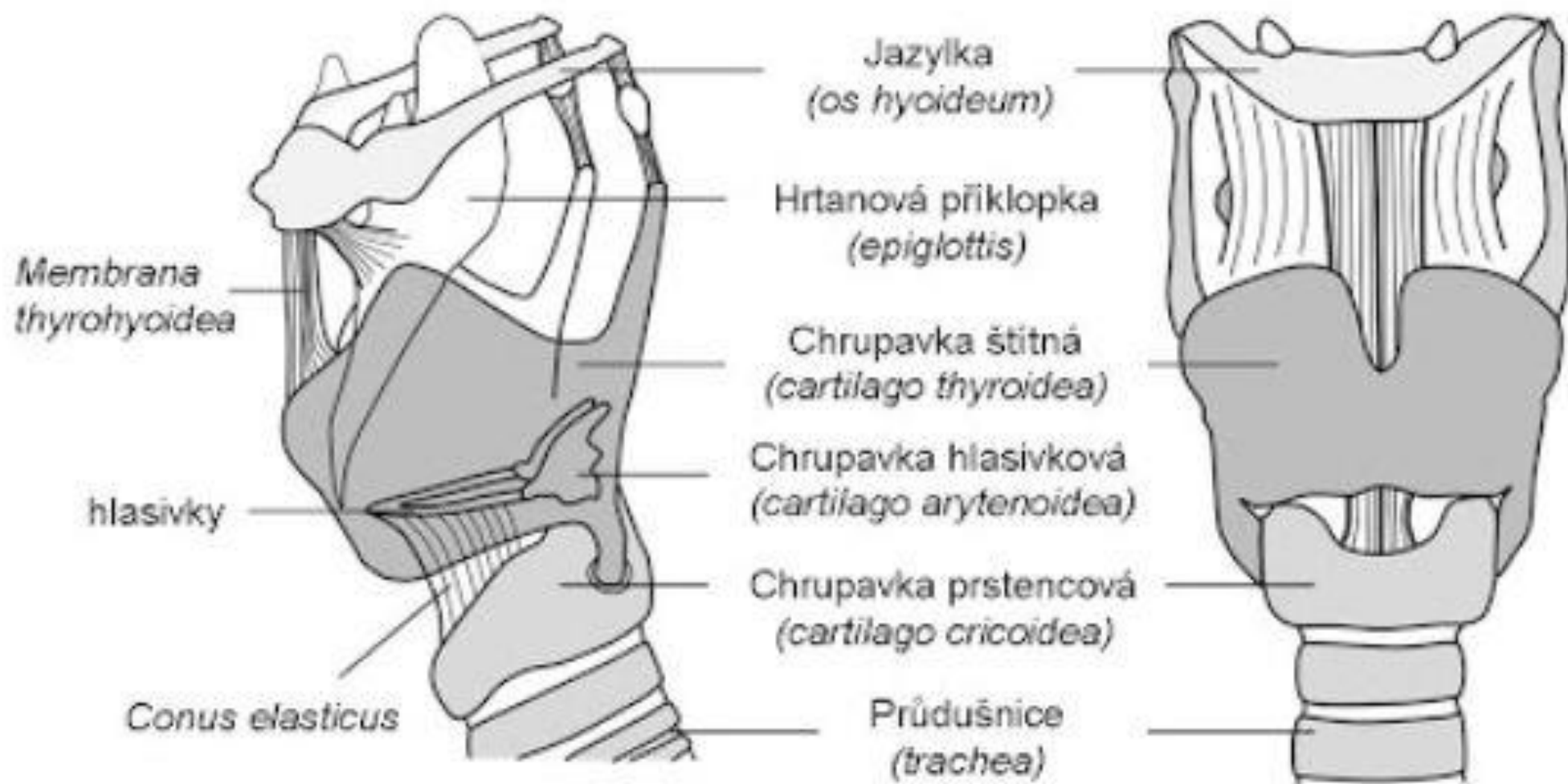
a) Chrupavka štítná: Největší chrupavka, po stranách se nachází štítná žláza. U mužů je výraznější a vytváří tzv. ohryzek.

b) Chrupavky hlasivkové: Tvar pyramidy na zadní straně hrtanu, na které se upínají hlasivkové vazy. Ty se průchodem vzduchu rozvibrují a tím vydávají zvuk. Napínání a smršťování vazů ovládá velikost hlasivkové štěrbiny a tím pádem výšku a tón hlasu. Hlas vzniká při výdechu.

c) Chrupavka prstencová: Má tvar písmene U a přechází v průdušnici.

d) Hrtanová příklopka (epiglottis): "Jazýček" na horní straně hrtanu, který odděluje dýchací a trávicí soustavu.

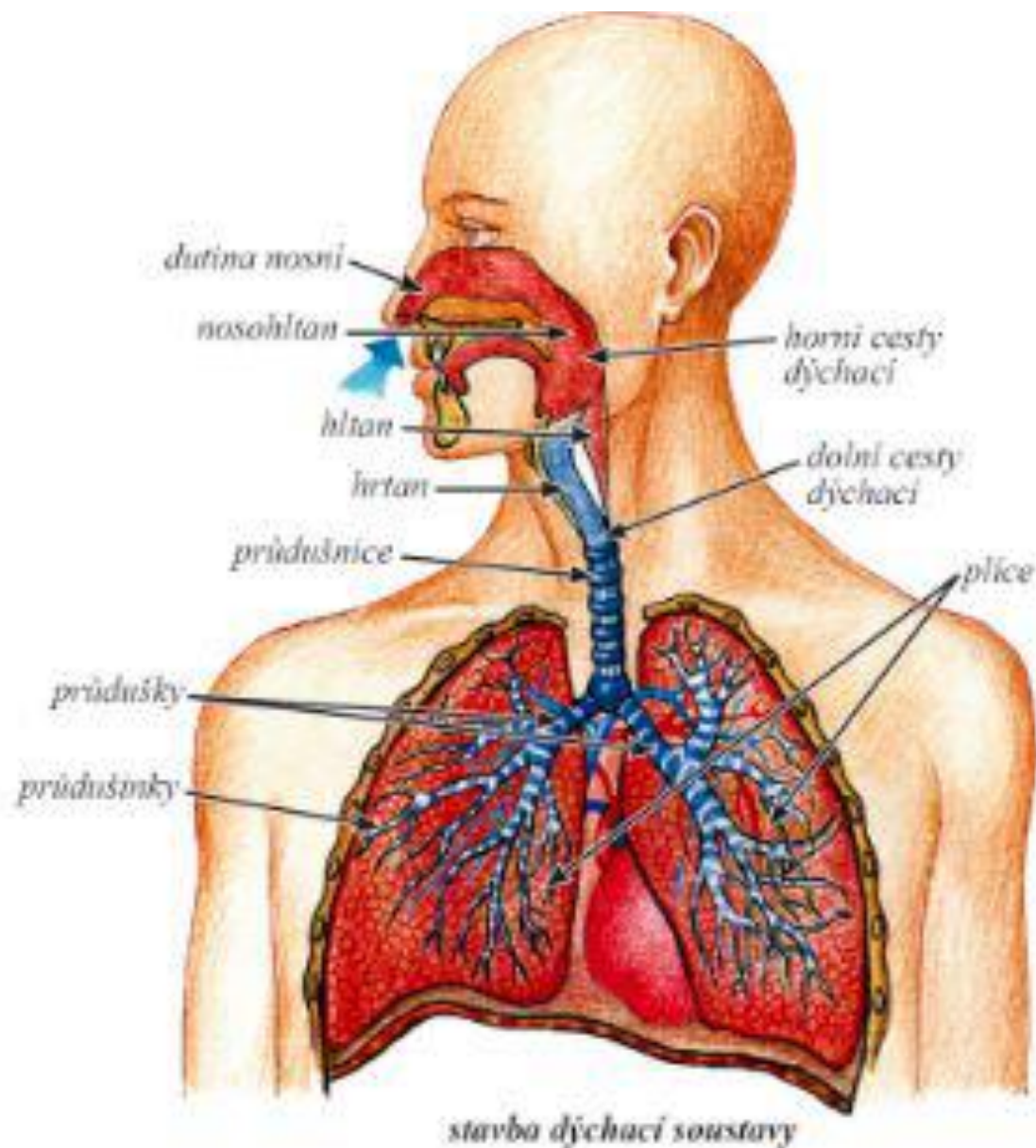




4. Průdušnice (trachea): Trubice dlouhá asi 12 cm, tvořená systémem kruhových chrupavek, umístěná před jícnem. Na úrovni 5. hrudního obratle se větví na dvě průdušky.

5. Průdušky (bronchy): Stavba je stejná jako u průdušnice, zanořují se do plic. Levá průduška se vyhýbá srdci a na konci se větví v průdušinky.

6. Průdušinky (bronchioly): Tenké trubice, které se bohatě větví a prostupují plícemi. Navazují na ně plicní sklípky.



7. Plíce (pulmo): Párový orgán zajišťující výměnu plynů, skládající se z průdušinek, plicních váčků (hrozen vína) a plicních sklípků (alveoly, bobule hrozna) bohatě obklopených krevními vlásečnicemi. Vše drží pohromadě pomocí vaziva.

- na povrchu plic je vazivová blána poplicnice, která se stáčí kolem plic a přimyká se k hrudní dutině, vytvářející druhou blánu tzv. pohrudnici. Prostor mezi poplicnicí a pohrudnicí se nazývá pohrudniční dutina, která je vyplněna tekutinou usnadňující pohyb plic.

- pravá plíce má tři laloky, levá plíce dva, aby vytvořila prostor pro srdce. V plicích je asi 450 ml krve.

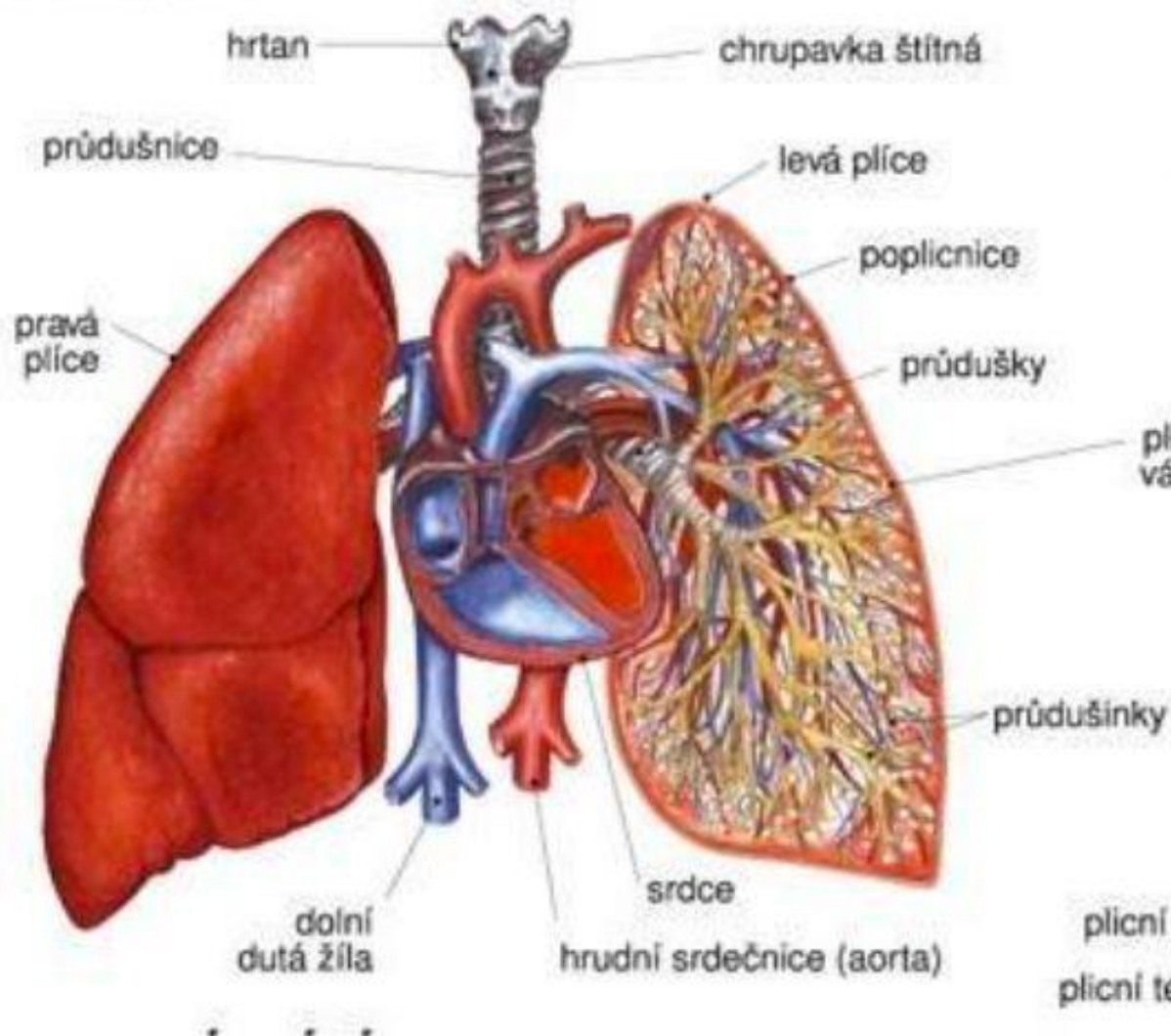
„Smějte se často, dlouho a hlasitě.

Smějte se, dokud nezapáte po dechu.“

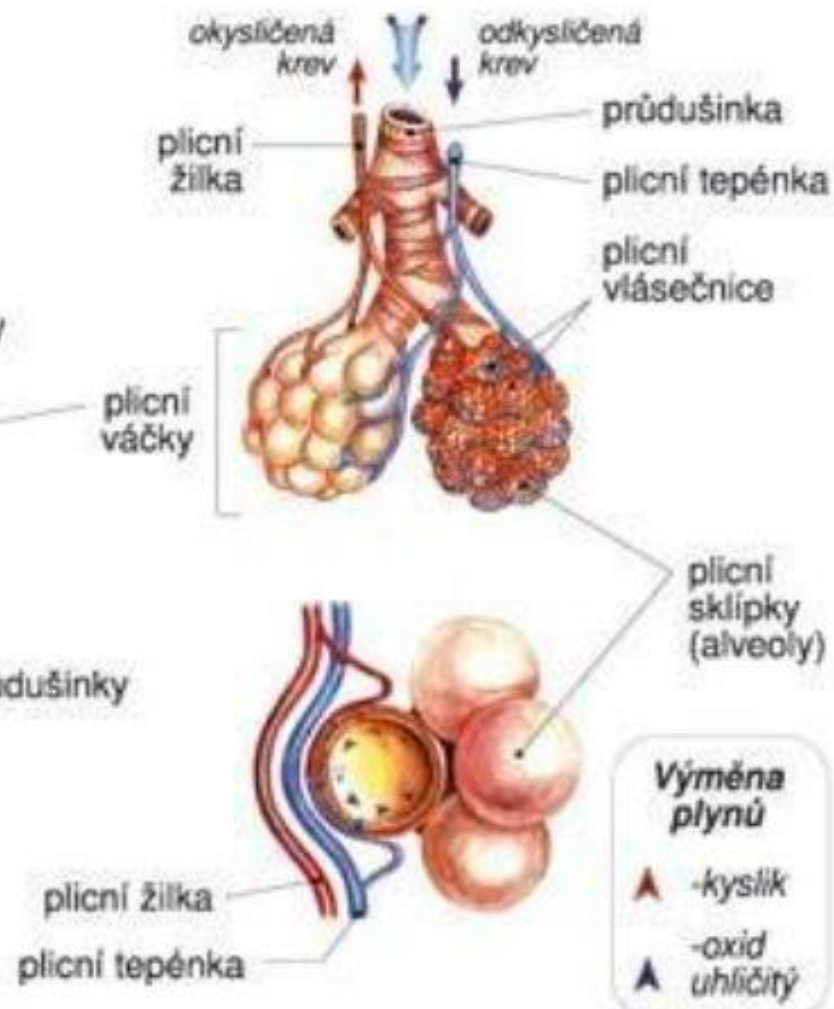
George Dennis Carlin,

americký stand-up komik 1937–2008

STAVBA PLIC



STAVBA PLICNÍCH VÁČKŮ



Transport dýchacích plynů v organismu:

- složení vdechovaného vzduchu: 21 % kyslíku (O_2), 0,5-1 % oxidu uhličitého (CO_2)
- složení vydechovaného vzduchu: 17 % kyslíku (O_2), 4 % oxidu uhličitého (CO_2)
- transport kyslíku: kyslík je v těle přenášen vázaný na hemoglobin. 1 mol hemoglobinu (Hb) přenese 4 moly kyslíku (O_2).
- transport oxidu uhličitého (CO_2): oxid uhličitý je transportován třemi způsoby:
 - a) v krevní plazmě vázaný na bílkoviny (8 %).
 - b) ve formě hydrogenuhličitanového aniontu (67 %).
 - c) Vázaný na hemoglobin jako karboxyhemoglobin (25 %).
- hemoglobin má největší afinitu (vaznost) k oxidu uhelnatému (CO), což může vést k vnitřnímu udušení.
- dechová frekvence - počet nádechů za minutu v klidu je přibližně 12-16.
- vitální kapacita plic - maximální možný objem plic je asi 4 litry.
- minutový dechový objem - množství vzduchu vyměněného za minutu je 5-8 litrů, což odpovídá přibližně 0,5 litru na jeden nádech.

Řízení dýchací soustavy

Řízení dýchací soustavy probíhá prostřednictvím obvodových nervů, které vycházejí z dýchacího centra. Toto centrum je uloženo v prodloužené míše. Prodloužená mícha také obsahuje centrum obranných reflexů, jako jsou kašlání a kýčání.

Chemoreceptory v cévách hlídají hladinu kyslíku v krvi.

Pracovní list

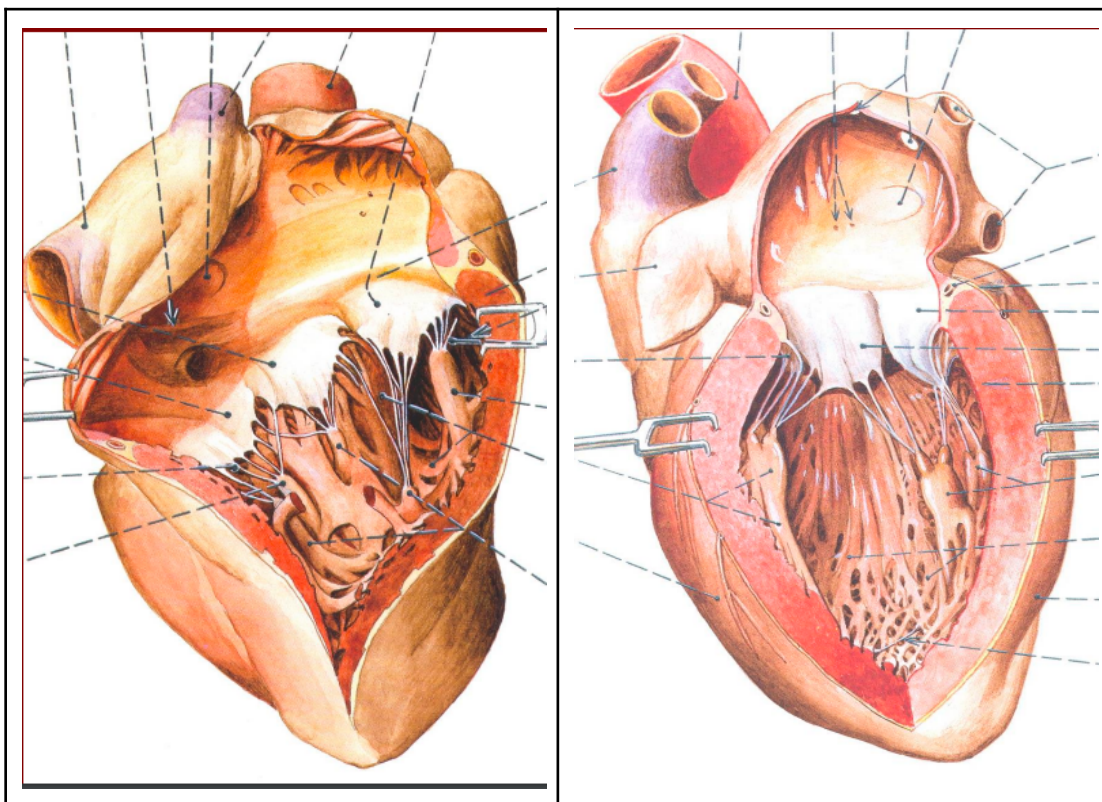
Oběhová a dýchací soustava



Medikem na gymplu - Pracovní list: Srdce

1. úkol: podle právě získaných informací zjistit, která strana je "ta modrá" a která "ta červená" na reálném srdci

- pomocí hmatových vjemů (případně i pomůže srovnání s obrázkem) zjistíte fyzické rozdíly mezi pravou a levou částí



2. úkol: rozpoznat jednotlivé části srdce z vnějšku

- perikard (blanitý obal srdce, jde na něm najít tuk a zbytky vaziva)
- tuk (na perikardu i na srdci na kraniální části kolem koronárních tepen)

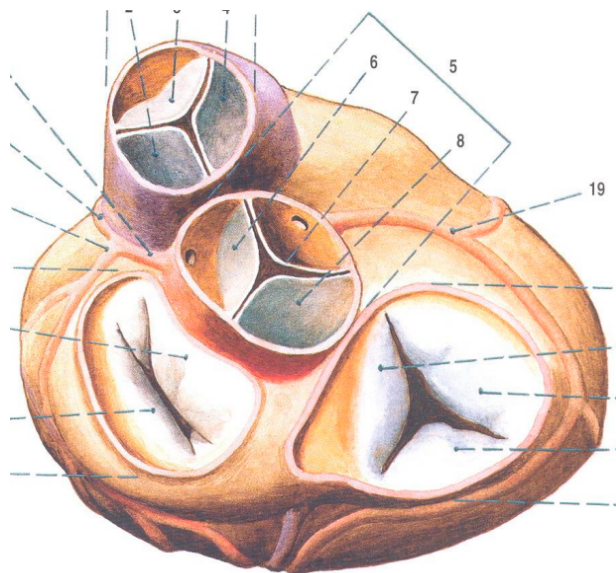
- srdeční síně (na rozdíl od obrázku jsou na srdci fyzicky viditelné jako srdeční ouška)
- srdeční komory
- báze (horní plocha) a hrot (apex)
- orientace srdce

3. úkol: projít si fyzicky cestu, kudy srdcem proudí krev

- prostrčte své prsty skrze srdce: jeden pravou částí, druhý levou částí; můžete se uvnitř srdce potkat?
- doplňkový úkol: nahoře na bázi srdce jsou dvě velké cévy (aorta a plicnice), vsuňte do nich prsty a porovnejte pevnost, tloušťku a pružnost cév a určete, z které části srdce vychází

4. úkol: najít a prozkoumat chlopně

- v srdci jsou umístěny 4 chlopně
- otestujte i pevnost a pružnost chlopní a šlašinek pomocí pinzet či prstů



•

6. úkol: jak se srdce okysličuje?

- najdeme oba vstupy do koronárních tepen, které leží za aortální chlopní
- nejprve do nich vsuneme pinzetu, kterou lze z vnějšku srdíčka dobře nahmatat
- potom do vstupů vstříkněte obarvenou vodu, sledujte (či na prstech ucítíte), že vystřikuje z rozříznuté svaloviny v různých místech srdíčka (podle toho, do které odbočky tepny se stříčkou trefíte)

6.

Test

Oběhová a dýchací soustava

1. Červené krvinky přítomné v krvi jsou:
 - a) schopny fagocytózy
 - b) bezjaderné
 - c) schopny aktivně přestupovat stěnu kapilár
 - d) přenašečem kyseliny a oxidu uhličitého
2. Za buněčnou imunitní reakci (např:proti transplantátům) odpovídají:
 - a) T lymfocyty
 - b) B lymfocyty
 - c) monocyty
 - d) P lymfocyty
3. Aglutininy:
 - a) jsou antigeny červených krvinek
 - b) jsou protilátky v krevní plazmě, které shlukují červené krvinky jiné krevní skupiny
 - c) vznikají při srážení krve přeměnou rozpustných aglutinogenů krevní plazmy
 - d) se uvolňují z granul
4. Diapedéza je :
 - a) pohlcování částic buňkou
 - b) prostup bílých krvinek stěnou vlásečnic
 - c) přilnutí bílé krvinky k antigenu
 - d) činnost lymfocytů
5. Životnost lidských erytrocytů je přibližně:
 - a) žádná z odpovědí není správná
 - b) 1 rok
 - c) 24 hodin
 - d) 3-5 dní
6. Krev člověka s krevní skupinou A obsahuje:
 - a) antigen A
 - b) protilátku anti B
 - c) protilátku anti A
 - d) antigen anti A
7. Při sekundární imunitní reakci je odpověď organismu:
 - a) účinnější
 - b) rychlejší
 - c) zpomalená
 - d) nespecifická
8. V červené kostní dřeni vznikají:
 - a) pouze krevní destičky
 - b) všechny typy krvinek
 - c) pouze červené krvinky
 - d) pouze bílé krvinky
9. Podstatou procesu srážení krve u obratlovců je:
 - a) přeměna rozpustného fibrinogenu na nerozpustný fibrin
 - b) přeměna rozpustného fibrinu na nerozpustný fibrinogen
 - c) stah svaloviny kolem poranění
 - d) řada dějů vyžadujících přítomnost Ca^{2+}
10. V období diastoly komor:
 - a) jsou uzavřené cípate chlopně
 - b) žádná z uvedených alternativ není správná
 - c) se komory plní krví
 - d) jsou otevřené poloměsíčité chlopně

11. Okysličená krev z plic přitéká do:
 - a) levé síně
 - b) pravé síně
 - c) levé komory
 - d) pravé komory
12. Plicní tepna vede krev:
 - a) z plic do srdce
 - b) z pravé srdeční komory do plic
 - c) chudou na kyslík
 - d) bohatou na kyslík
13. Součástí převodního systému srdce je(jsou):
 - a) sinoatriální uzel
 - b) atrioventrikulární uzel
 - c) síňokomorový svazek (Hisův)
 - d) purkyňova vlákna
14. Věnitě (koronární) tepny jsou větvemi:
 - a) plicního kmene
 - b) aorty
 - c) hrudní aorty
 - d) společné krkavice
15. Plicní žíly:
 - a) vedou krev ze srdce do plic
 - b) vedou krev z plic do levé předsíně
 - c) jsou zpravidla 4
 - d) vedou krev z plic do levé komory
16. Vnitřní dýchání:
 - a) je výměna O₂ a CO₂ mezi krví a tkáněmi difúzí
 - b) se u savců uskutečňuje mezi alveolárním vzduchem a hustou sítí plicních vlásečnic
 - c) je rozvádění dýchacích plynů mezi dýchacím ústrojím a tkáněmi
 - d) je pravidelné střídání vdechů a výdechů, které není ovlivnitelné vůlí
17. Příčinou hypoxie může být:
 - a) nedostatek hemoglobinu
 - b) obsazení hemoglobinu CO
 - c) zpomalení cirkulace krve
 - d) nedostatek kyslíku ve vzduchu
18. Hlavním vdechovým svalem je:
 - a) trapézový sval
 - b) bránice
 - c) přímý břišní sval
 - d) malý prsní sval
19. Vstup dýchacích cest uzavírá:
 - a) hltanová příklopka
 - b) hrtanová příklopka
 - c) čípek
 - d) kruhový svěrač
20. Dýchání je řízeno z:
 - a) plicních sklípků
 - b) dýchacího ústředí v hrudní míše
 - c) receptorů v postranních mozkových komorách
 - d) dýchacího ústředí v prodloužené míše