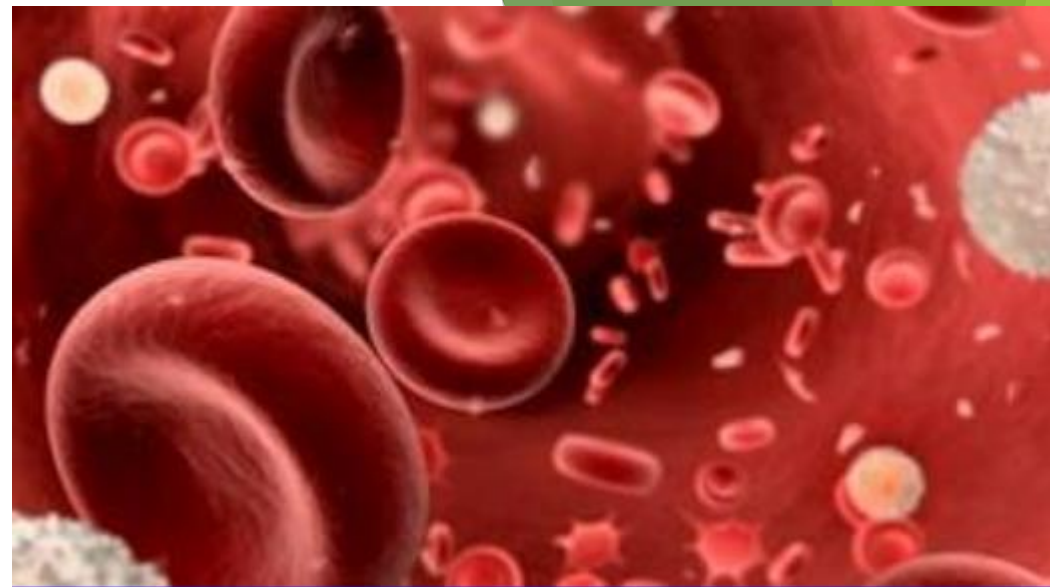


Tělní tekutiny



1. **Krev** (latinsky *sanguis*, řecky *haema*) je tělní tekutina uzavřená v cévách krevního oběhu, tvoří 7 až 8 % tělesné hmotnosti (průměrně cca 5 l).

Dalšími tělními tekutinami jsou **tkáňový mok** (tekutina v mezibuněčných prostorech tkání) a **míza = lymfa** (tkáňový mok, který se vrací do krve cévami lymfatické soustavy).

Oběhová soustava - krev

Funkce krve:

- **transport látek:** kyslíku, živin (glukóza, aminokyseliny ap.), solí, odpadů (močovina, CO_2 ap.) a hormonů (řídících látek)
- **obrana organismu = imunita** (pomocí bílých krvinek a protilátek)
- **udržení stálého prostředí = homeostáze** (stálá teplota, pH, obsah solí ap.) ve všech částech těla

Oběhová soustava - krev

Složení krve

Krevní plazma: přibližně 55 % objemu krve

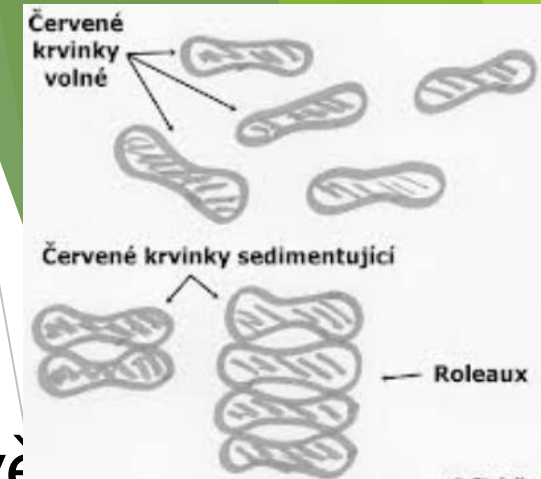
Krevní tělíska: přibližně 45 % objemu krve, z toho drtivou většinu tvoří červené krvinky

Základní vyšetření („krevní obraz“)

Hematokrit: podíl červených krvinek z celkového objemu krve (u mužů průměrně 47 %, u žen průměrně 42 %)

Sedimentace: orientační vyšetření viskozity, rychlost klesání červených krvinek (u mužů cca 2 až 5 mm/h, u žen cca 3 až 8 mm/h),

zvýšená (zrychlená) sedimentace signalizuje vyšší aktivitu protilátek (infekce či jiná zátěž organismu)



Oběhová soustava - krev

Krevní plazma

přibližně 55 % objemu krve

Složení: 91 % voda

1 % anorganické látky (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- ap.)

7 % bílkoviny (transportní bílkoviny, protilátky, bílkoviny zajišťující srážení krve ap.)

1 % ostatní organické látky (lipidy, sacharidy ap.)

Glykemie = koncentrace glukózy v krvi (700 až 1100 mg/l, hodnoty jsou proměnlivé - na lačno, po jídle...)

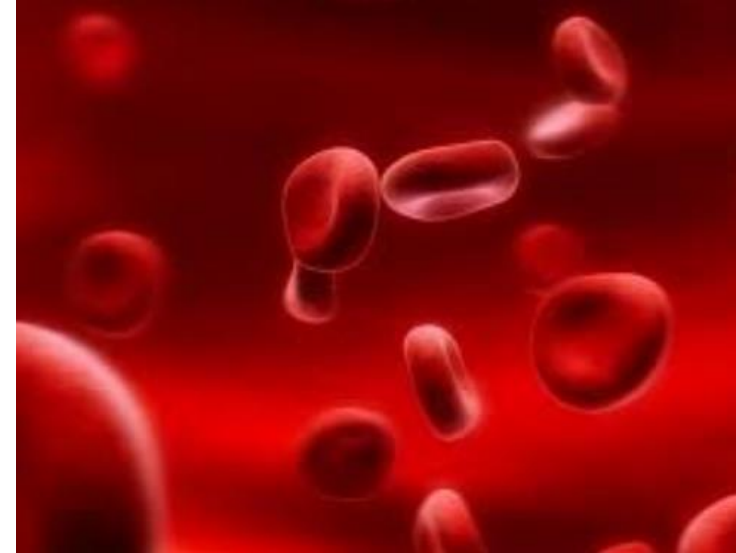
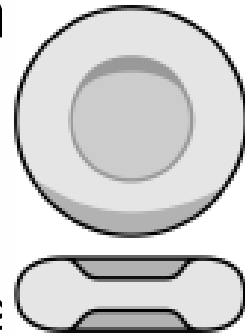
Osmotická hodnota - odpovídá koncentraci 0,9% roztoku NaCl v H_2O (tzv. fyziologický roztok)

pH plazmy - přibližně 7,4 (tj. mírně zásaditá)



Oběhová soustava - krev

erytrocyt



Erythrocyty = červené krvinky

Tvorba: v červené kostní dřeni (z tzv. kmenových buněk)

Životnost: přibližně 120 dní

Velikost: průměr cca 0,007 mm, bezjaderné (mohou přenášet více hemoglobinu),

Počet: muži 5 milionů/mm³, ženy 4,5 milionů/mm³ (novorozenci cca 7 milionů/mm³)

Funkce erytrocytů

Hemoglobin: červené krevní barvivo (bílkovina + železo), slouží k transportu kyslíku (tvoří cca třetinu hmotnosti erytrocytů)

hemoglobin + O₂ **oxyhemoglobin** (v místech s nižším obsahem kyslíku se O₂ snadno uvolní)

hemoglobin + CO **karboxyhemoglobin** (vazba je řádově mnohem silnější než vazba O₂, CO tedy blokuje přenos kyslíku)

Hemoglobin z odumřelých erytrocytů se přeměňuje na žlutý **bilirubin** (odstraňován játry a v menší části močí).

Trombocyty = krevní destičky

Tvorba: v červené kostní dřeni, jde o úlomky zvláštních buněk (nejsou to tedy buňky v pravém slova smyslu)

Životnost: přibližně 10 dní

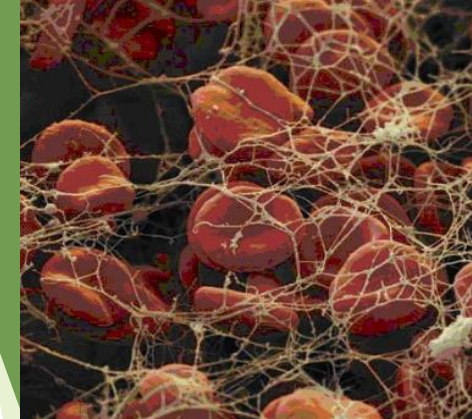
Velikost: cca 0,004 mm (tj. v porovnání s erytrocyty přibližně poloviční), oválné, často s výběžky

Počet: přibližně 300 tisíc/mm³

Funkce trombocytů

Trombocyty hrají významnou roli při **sražení krve**. Při poranění cévy dochází postupně k těmto jevům:

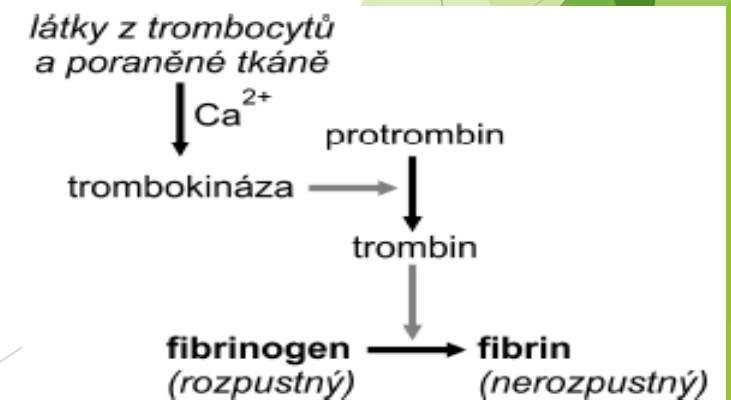
1. stažení poraněné cévy
2. shlukování trombocytů v místě poranění (vytvoření provizorního uzávěru rány)
3. Z trombocytů a poraněné cévní stěny se uvolňují látky, které spustí složitou soustavu reakcí, na jejímž konci je přeměna rozpustné bílkoviny **fibrinogenu** (obsažen v plazmě) na nerozpustný vláknitý **fibrin**. Ten vytvoří vláknitou síť, do níž se zachytávají všechna krevní tělíska, až vznikne pevná **sraženina** (trombus), která zcela ucpe poraněnou cévu.



Trombocyty = krevní destičky

V průběhu srážecích reakcí postupně vznikají látky (tzv. koagulační faktory), které fungují jako katalyzátory, jež spustí další reakci. Důležitým faktorem při srážení krve je přítomnost vápníku (Ca^{2+}). Důležitým výsledkem reakcí je enzym **trombokináza**, který katalyzuje přeměnu neaktivního **protrombinu** na aktivní enzym **trombin**. Trombin funguje jako konečný katalyzátor, který vyvolá přeměnu rozpustného plazmatické bílkoviny **fibrionogenu** na vláknitý a nerozpustný **fibrin**. Srážení krve lze zpomalit nebo úplně zastavit blokováním některého z faktorů, nejčastěji odstraněním vápníku (přidáním látek, které na sebe vápník navážou). Tímto způsobem je krev upravována například před vyšetřením sedimentace nebo při uchování v podobě krevních konzerv.

Ztráty krve: do 10 % (0,5 l) - neškodné (lze nahradit z dočasných zásob ve slezině)
20 % (1 l) - vážnější poškození orgánů
40 % (2 l) - rozsáhlý šok až smrt



Leukocyty = bílé krvinky

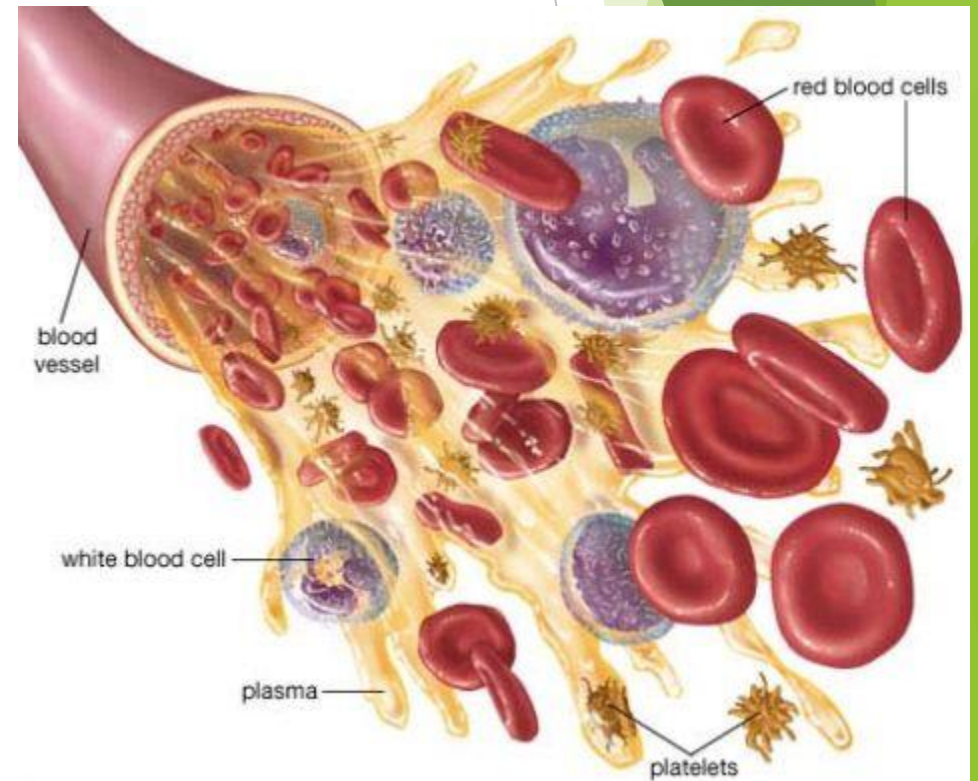
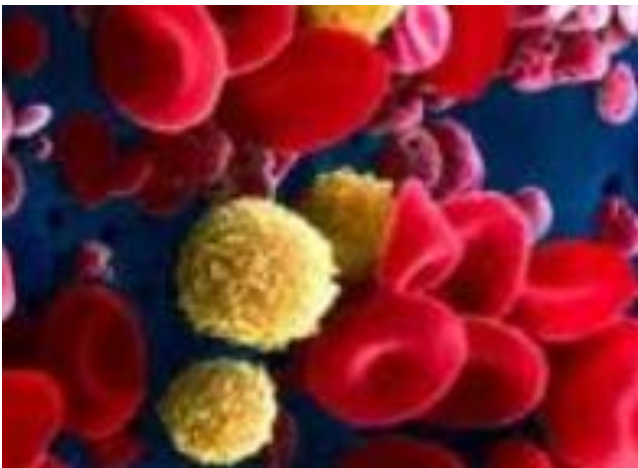
Tvorba: v kostní dřeni nebo v mízních uzlinách

Životnost: řádově měsíce až roky

Velikost: cca 0,007 až 0,020 mm (tj. v porovnání s erytrocyty stejné až dvojnásobné)

Počet: přibližně 4 až 10 tisíc/mm³

Funkce: imunita - nespecifická, specifická



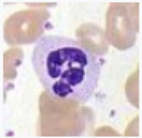

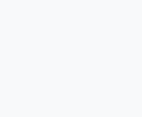
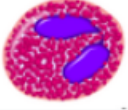
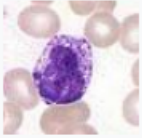
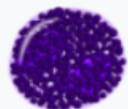


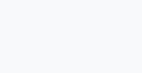

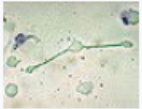



Leukocyty = bílé krvinky

- ▶ Všechny bílé krvinky hrají roli ve vytváření imunitního systému, který zajišťuje imunitu, tedy obranyschopnost živočichů proti různým negativním elementům prostředí, jako jsou patogenní organizmy či nádorové buňky.
- ▶ Bílé krvinky jsou v mnohých případech pohyblivé buňky a na podložce jsou schopné améboidního pohybu. Mají schopnost přilnout k různým povrchům nebo třeba opustit krevní řečiště a vycestovat do okolní tkáně (proces **DIAPEDÉZY** leukocytů).

Leukocyty dělíme na:

- ▶ **granulocyty** - neutrofilní, eozinofilní a bazofilní
- ▶ **agranulocyty** - lymfocyty a monocyty.

Přehled bílých krvinek člověka

Typ	Vzhled	Diagram	Přibliž. % zastoupení u dospělých ^[24]	Průměr (μm) ^[24]	Funkce ^[16]	Typ jádra	Granula ^[16]	Doba života buňky ^[24]
Neutrofil			54–62% ^[25]	10–12	<ul style="list-style-type: none"> • bakterie • houby 	mnoholaločnaté	jemná, světle růžová pomocí barvení HE	6 hodin (ale déle v slezině a dalších tkáních)
Eosinofil			1–6%	10–12	<ul style="list-style-type: none"> • Paraziti • Alergická reakce 	dvoulaločnaté	růžovočervená pomocí barvení HE	8–12 dní (v oběhu však několik hodin)
Bazofil			<1%	12–15	<ul style="list-style-type: none"> • Alergická reakce 	dvou- či trojlaločnaté	velká modrá	Hodiny až dny ^[26]
Lymfocyt			25–33%	7–8	<ul style="list-style-type: none"> • B-lymfocyt: různé patogeny • T-lymfocyt: <ul style="list-style-type: none"> • CD4+ (pomocné): vystavují peptidy z rozložených patogenních bakterií na MHC II • CD8+ (cytotoxické): virem infikované a nádorové buňky • γδ T-lymfocyty • NK buňka: virem infikované a nádorové buňky 	silně barvitelné, mimo střed buňky	přítomna u NK buněk a CD8+ T buněk	týdny až roky
Monocyt			2–8%	14–17	Migruje z krve do dalších tkání a diferencuje se na makrofágy či dendritické buňky	ledvinovité		hodiny až dny
Makrofág				21 (u člověka) ^[27]	Fagocytóza zbytků buněk a patogenů a stimulace lymfocytů či dalších buněk		žádná	aktivní v řádu dnů nedospělé měsíce i roky
Dendritická buňka				7 ^[28]	Antigen prezentující buňka (APC) aktivuje T-lymfocyty			podobně jako makrofág

Leukocyty = bílé krvinky

Nespecifická imunita

zajišťují **granulocyty** a **monocyty** (ty se mohou usazovat v tkáních jako tzv. **makrofágy**)

u zdravého jedince tvoří cca 2/3 leukocytů

likvidují cizorodé částice (bakterie, virové částice ap.) pomocí **fagocytózy**

tvoří „první linii“ obrany, účinkují okamžitě po napadení organismu

hnis = vyloučení naplněných fagocytujících leukocytů z těla ven

Specifická imunita

zajišťují **lymfocyty**

u zdravého jedince tvoří cca 1/3 leukocytů

reagují jen na konkrétní **antigeny** = specifické cizorodé „znaky“ (chemické látky)

po napadení organismu se teprve postupně vytvářejí (tvorba trvá řádově dny až týdny)

první z nich vznikají v kostní dřeni, poté se množí i v mízních (lymfatických) uzlinách

Oběhová soustava - krev

Leukocyty = bílé krvinky

B-lymfocyty

Vytvářejí protilátky (= bílkoviny, tzv. imunoglobuliny)

Protilátky se přichytávají na cizorodé částice s antigeny (buňky, jejich zplodiny), a tím je:

- shlukují do větších celků (ty jsou snáze fagocytovány)

- zneškodní (zabrání množení, toxickému působení...)

- „označují“ pro fagocytující leukocyty i pro T-lymfocyty

T-lymfocyty

Reagují na buňky označené konkrétními protilátkami: Přichytí se k nim a ničí je pomocí **cytotoxických látek** („buněčných jedů“).

Likvidují nejen cizí buňky (bakterie, plísně, prvoky...), ale také vlastní nežádoucí buňky (nádorové ap.)

Oběhová soustava - krev

Leukocyty = bílé krvinky

„Paměťové lymfocyty“

Část vytvořených lymfocytů se trvale usadí v mízních uzlinách, jsou v klidovém stavu a „čekají“ na „svůj“ antigen. Při opakované přítomnosti antigenu (tzv. sekundární imunitní odpověď) se rychle začnou množit, takže specifická imunitní reakce je mnohem rychlejší a silnější než při prvním napadení. Původce antigenů je tak zlikvidován dříve, než se stihne namnožit a vyvolat projevy onemocnění.

Oběhová soustava - krev

Leukocyty = bílé krvinky

Pasivní umělá imunizace

Při infekci se do těla vpraví hotové protilátky (získané pomocí genově upravených bakterií, z krve zvířat nebo z lidské krve).

Aktivní umělá imunizace

Do zdravého těla se vpraví cizorodé antigeny, které vyvolají slabou imunitní reakci a tvorbu specifických lymfocytů. Ty se trvale usadí v těle a při setkání s „ostrým“ původcem antigenů spustí silnou sekundární imunitní odpověď (nemoc se neprojeví). Očkovací vakcína může mít podobu: izolovaných „čistých“ antigenů nebo usmrcených původců nemoci nebo oslabených původců nemoci nebo (není-li jiná možnost) živých původců nemoci ve velmi nízké koncentraci.

Bezplatné očkování v ČR: tuberkulóza, záškrť, tetanus, dávivý kašel, *přenosná dětská obrna*, spalničky, příušnice, zarděnky Další možná očkování: virová hepatitida A i B, vzteklna, chřipka, streptokokové nákazy, klíšťová encefalitida, virus karcinomu děložního čípku ap.

Krevní skupiny

= třídění krve podle antigenů na povrchu červených krvinek

► nejdůležitější ABO systém a Rh faktor

(oba důležité pro krevní transfúzi) plus další desítky systémů, které jsou významné hlavně při transplantacích (*např. MNS, P, Lutheran, Kell, Lewis, Duffy, Kidd, Diego, Cartwright, XG, Scianna, Dombrock, Colton, Landsteiner-Wiener, Chido/Rodgers, Hh/Bombay, Kx, Gerbich, Cromer, Knops, Indian, Ok, Raph, JMH, Ii, Globoside, GIL...*)

Krevní skupiny

Krevní skupiny ABO systému

- ▶ **aglutinogeny** = antigeny na povrchu červených krvinek: **A, B**
- ▶ **aglutininy** = protilátky v krevní plazmě: **anti-A, anti-B**
- ▶ Při kontaktu aglutinogenu (např. B) s příslušným aglutininem (např. anti-B) dojde k **aglutinaci** = shlukování krvinek (tyto shluky ucpávají cévy, důsledkem může být i smrt).
- ▶ Výjimečná vlastnost: Člověk má trvale v krvi přítomné protilátky proti těm antigenům, které sám na svých krvinkách nemá.

krevní skupina	aglutinogeny na povrchu erytrocytů	aglutininy v krevní plazmě	výskyt v ČR
A	A	anti-B	41 %
B	B	anti-A	18 %
AB	A, B	<i>žádné</i>	9 %
0	<i>žádné</i>	anti-A, anti-B	32 %

Krevní skupiny

dárce →	0-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	0+		✓		✓		✓		✓
	B-			✓	✓			✓	✓
	B+				✓				✓
	A-					✓	✓	✓	✓
	A+						✓		✓
	AB-							✓	✓
	AB+								✓
kompatibilita krevních skupin	0-	0+	B-	B+	A-	A+	AB-	AB+	
	příjemce ↓								

► Možnosti krevní transfúze AB0 systému

► V zásadě je nutné příjemci dát krev stejné krevní skupiny (včetně shodného Rh faktoru). V nouzi (hromadné katastrofy, válka ap.) lze však použít i pravidlo, že do těla lze dodat takovou krev, která neobsahuje aglutinogeny, proti nimž má příjemce protilátky.

► Příjemce se skupinou A tedy může dostat krev skupiny A nebo 0. Příjemce se skupinou B může dostat krev skupiny B nebo 0. Příjemce se skupinou AB může dostat krev skupiny A, B, AB nebo 0 (tzv. *univerzální příjemce*). Příjemce se skupinou 0 může dostat jen krev skupiny 0. Jeho krev je však použitelná pro kohokoliv (tzv. *univerzální dárce*).

Dědičnost krevních skupin AB0 systému : krevní skupiny AB0 systému jsou stoprocentně dědičné.

Krevní skupiny

Rh faktor

- ▶ **Rh pozitivní (Rh+):** na povrchu erytrocytů má **Rh antigen**, nevytváří protilátky anti-Rh
- ▶ **Rh negativní (Rh-):** na povrchu erytrocytů nemá Rh antigen, **může vytvářet protilátky anti-Rh.**
- ▶ Protilátky anti-Rh se u Rh negativního člověka vytvářejí až po prvním kontaktu s Rh antigenem. Při prvním kontaktu se jich vytváří málo, při opakovaném kontaktu se jich však vytvoří tak velké množství, že mohou vytvořit vážné problémy (až smrt).
- ▶ Rizikové situace:
 - ▶ opakovaná transfúze Rh+ krve Rh negativnímu příjemci (při transfúzi vždy musí souhlasit nejen ABO systém, ale i Rh faktor!)
 - ▶ těhotenství Rh- matky s Rh+ mužem:

Hemolitická nemoc novorozenců = Je-li otec Rh+, pak i dítě může být Rh+. Ke konci těhotenství pronikají krvinky dítěte do těla matky. Matka si začne vytvářet protilátky anti-Rh. Při prvním těhotenství ještě příliš velké riziko nehrozí (protilátek je málo). Při opakovaném těhotenství se však vytváří tak velké množství protilátek, že mohou vážně poškodit krvinky dítěte. (Konec těhotenství je nutné bedlivě sledovat a při porodu bývá pro dítě připravena nouzová transfúze.)

Krevní skupiny

Dárcovství krve

- ▶ 18 až 65 let
- ▶ žádná hepatitida, záněty ledvin, infarkt, hypertenze, alkoholismus, epilepsie...
- ▶ v poslední době zdráv a bez rizika (žádná infekce, operace, klíště...)
- ▶ před odběrem žádný alkohol, léky, tučná jídla, silné alergenů (ořechy, čokoláda...)
- ▶ jeden odběr cca 450 ml
- ▶ v ČR cca 500 tisíc odběrů ročně (z toho přes 90 % bezpříspěvkových)
- ▶ Při standardní transfúzi musí souhlasit skupina ABO systému i Rh faktor. Pouze v maximální nouzi je možné využít výše uvedených pravidel pro mimořádné situace (vždy však platí, že Rh- příjemce musí dostat Rh- krev).

Poruchy krve

▶ Anemie (chudokrevnost)

- ▶ snížené množství erytrocytů, často spojené i s nižším obsahem hemoglobinu v buňkách způsobena nedostatkem železa v potravě, poruchou krvetvorby, dočasně může být následkem rozsáhlejšího krvácení
- ▶ postižený mívá bledou kůži, vykazuje nižší fyzickou (někdy i duševní) výkonnost, rychleji se unaví
- ▶ léčba preparáty se železem či jinými chybějícími látkami, v nouzi transfúzemi masy červených krvinek

▶ Leukemie

- ▶ zhoubné bujení bílých krvinek ("rakovina kostní dřeně")
- ▶ do krve se uvolňuje velké množství nezralých leukocytů
- ▶ nastávají problémy s imunitou, leukocyty mohou ničit i vlastní buňky (např. erytrocyty)
- ▶ forma chronická (trvá i řadu let) i akutní (trvá řádově týdny až měsíce)
- ▶ léčba např. cytostatiky a transplantací kostní dřeně, při včasné diagnóze může vést k úplnému vyléčení

Poruchy krve

▶ Hemofilie

- ▶ výrazně zpomalené srážení krve (nedostatek některých faktorů), závažné problémy hrozí zvláště při skrytém vnitřním krvácení
- ▶ dědičná, drtivá většina postižených jsou muži
- ▶ léčba podáváním chybějících srážlivých faktorů

▶ AIDS

▶ *Acquired Immune Deficiency Syndrome* = syndrom získaného selhání imunity

▶ způsoben virem HIV (nakažený je tzv. HIV-pozitivní), virus napadá některé T lymfocyty

▶ zpočátku jen mírné „chřipkové“ příznaky, po mnoho letech však nastává těžké selhání imunity, které končí smrtí

▶ přenos hlavně krví (nesterilní jehly a chirurgické nástroje, vzácně i krevní transfúzí) a sekrety pohlavních orgánů (hlavně při pohlavním styku), možný je i přenos z matky na dítě vyvíjející se v děloze

▶ nebyl prokázán přenos potem (podání ruky ap.) ani slinami (polibek, používání společného nádobí ap.)

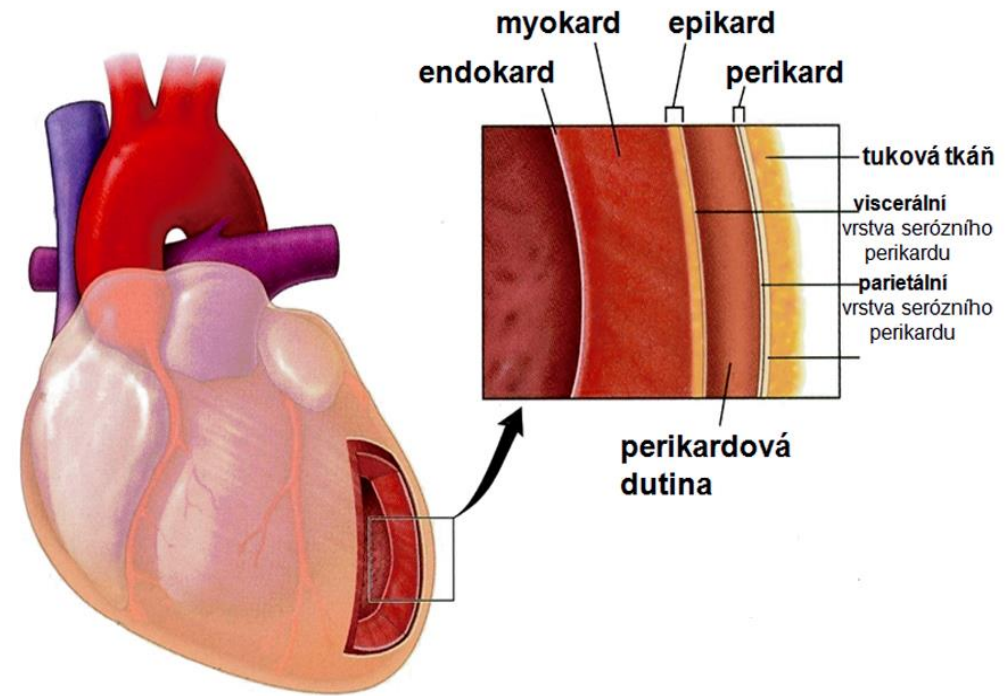
▶ nástup příznaků AIDS se dá komplexní léčbou (velmi nákladnou) u HIV pozitivních lidí oddálit o mnoho let, někdy až do doby „běžného“ dožití (případy úplného vyléčení jsou sice známy, vyskytují se však jen velmi zřídka)

▶ největší výskyt ve střední a jižní Africe, v ČR nejvíce v Praze (řádově tisíc HIV pozitivních), počty neustále rostou

Oběhová soustava - krevní oběh

Srdce (*Cor, Cardia*)

- ▶ uloženo v přední části hrudní dutiny (za hrudní kostí, jeho hrot směřuje doleva)
- ▶ hmotnost přibližně 300 g
- ▶ **Vrstvy srdce**
- ▶ **endokard:** velmi hladký epitel, pokrývá vnitřní prostory (síně, komory)
- ▶ **myokard:** srdeční svalovina, buňky propojeny spojkami (šíření signálů ke stahům), velmi výkonná, nemá však regenerační schopnost
- ▶ **epikard:** zevní vrstva stěny srdce, která obaluje srdeční sval myokard. Jde o serózní blánu, která tvoří vnitřní část srdečního vaku - perikardu
- ▶ **osrdečník (perikard):** ochranný vak na povrchu, tvořen dvěma vrstvami (jejich základem je vazivo), ve štěrbině mezi nimi je kapalina (usnadňuje tření při pohybu)

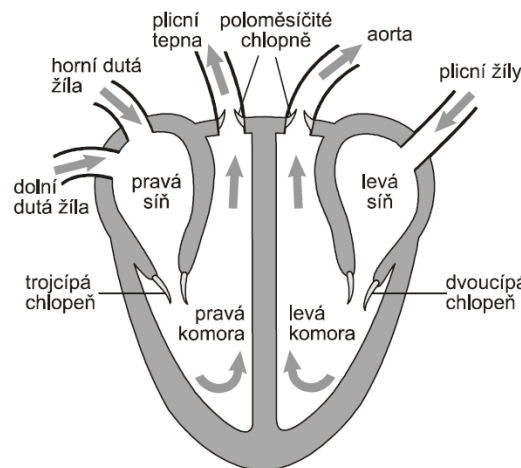


Oběhová soustava - krevní oběh

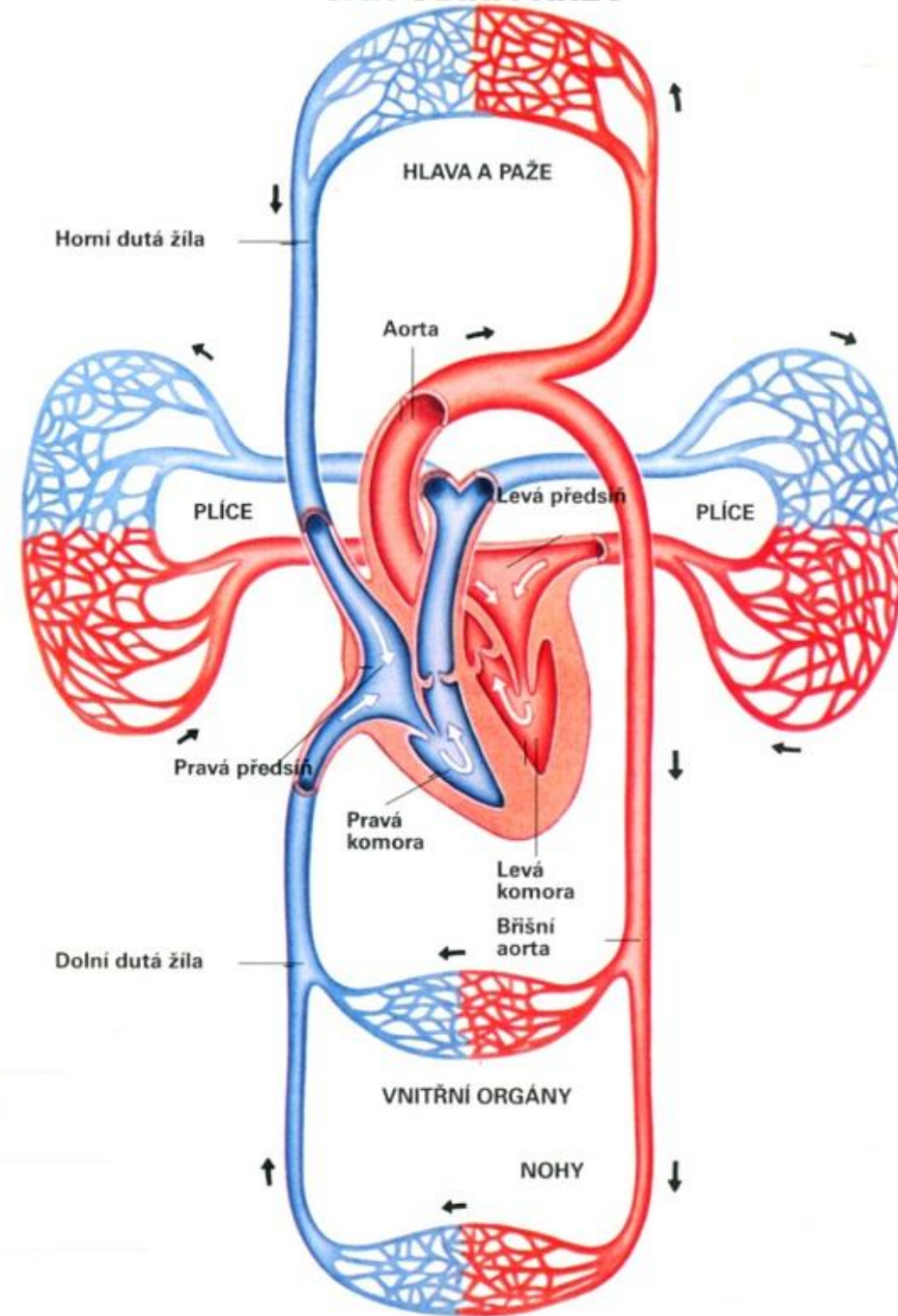
Vnitřní stavba

Srdce má 2 síně (nasávací části) a 2 komory (vypuzovací části)

- ▶ **pravá síň:** vstupuje do ní **horní a dolní dutá žíla** (přivádějí odkysličenou krev z těla), ústí do pravé komory
- ▶ **pravá komora:** ústí do **plicní tepny** (přivádí odkysličenou krev do plic)
- ▶ **levá síň:** vstupují do ní **plicní žíly** (přivádějí okysličenou krev z plic), ústí do levé komory
- ▶ **levá komora:** má nejsilnější vrstvu myokardu, ústí do **aorty** (srdečnice) - největší tepny těla (vede okysličenou krev do těla)
- ▶ **srdeční chlopně:** vazivové plátky, umožňují průtok jen jedním směrem (zabraňují zpětnému toku krve)
- ▶ **cípaté chlopně** - mezi síněmi a komorami (mezi pravou síní a komorou je **trojcípá**, mezi levou síní a komorou je **dvoucípá**)
- ▶ **poloměsíčitá chlopně** - mezi komorami a ústím tepen (plicní tepny a aorty)



JAK OBÍHÁ KREV



Fáze srdeční činnosti

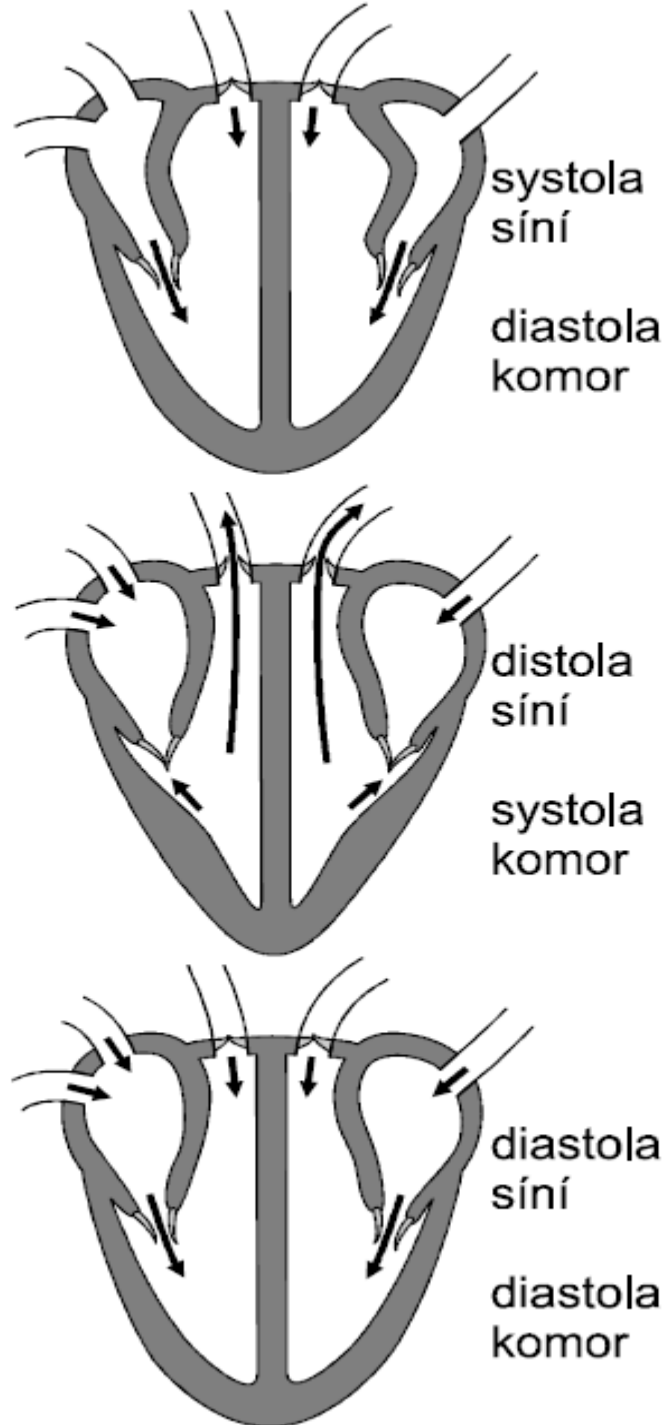
V činnosti jednotlivých oddílů srdce se střídají stavy stahu (= systola) a ochabnutí (= diastola). Obě síně a obě komory pracují vždy ve stejném cyklu, tj. levá a pravá polovina srdce vykonává vždy stejné pohyby, které lze rozdělit do tří cyklických fází:

1. systola síní a diastola komor - síně vypuzují krev do komor, komory jsou ochablé (nasávají krev)

2. diastola síní a systola komor - síně začnou ochabovat a nasávají krev ze žil, komory se naopak začnou stahovat a vytlačují krev do tepen (vlivem podtlaku ze síní a přetlaku z komor se náhle uzavřou cípaté chlopně - v hrudníku je slyšet zřetelný úder známý jako první srdeční ozva)

3. diastola síní a diastola komor - síně zůstávají ochablé (nadále nasávají krev ze žil), komory ukončí stah a začnou opět ochabovat (vlivem podtlaku z komor se náhle uzavřou poloměsíčité chlopně - je slyšet slabší úder známý jako druhá srdeční ozva)

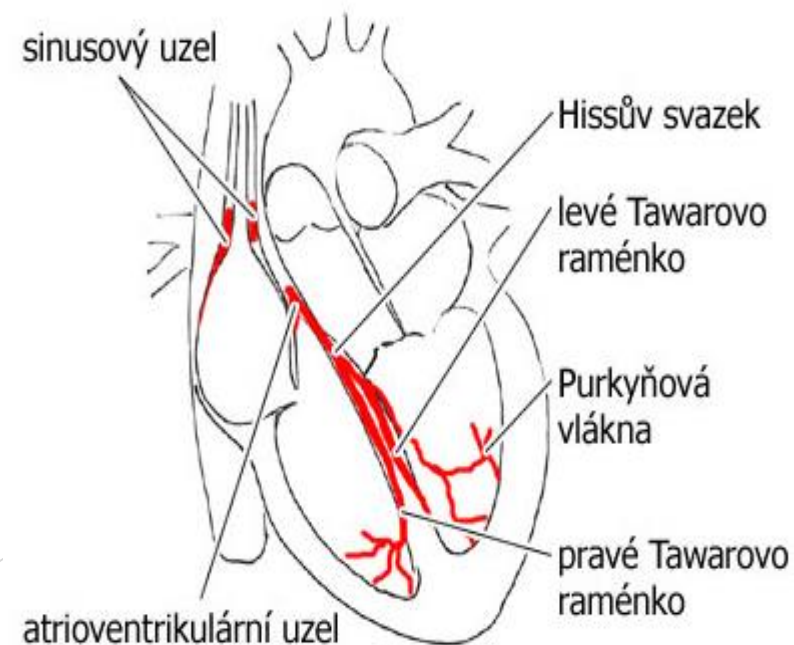
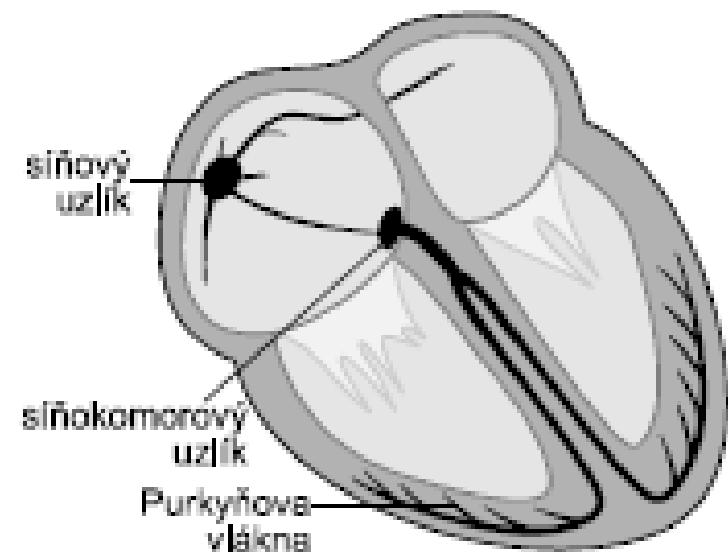
Srdce průměrného člověka v klidu pracuje ve frekvenci přibližně 70 stahů za minutu.



Řízení srdeční činnosti

Srdce je autonomní orgán, který má svůj vlastní řídicí systém - **převodní systém srdeční**. Jeho základem jsou zvláštní přeměněná svalová vlákna, která dokážou vytvářet a přenášet signály.

- ▶ **Síňový uzlík** - hlavní řídicí prvek, vysílá pravidelné signály (v klidu cca 70' za minutu), které se lavinovitě šíří po povrchu síní a vyvolávají postupný stah (síně se stahují shora dolů a tlačí krev do komor)
- ▶ **Síňokomorový uzlík** - na rozhraní síní a komor, přijímá signál, který dorazil až na konec síní. Na něj navazují svazky vláken, které bleskově převedou signál na spodní konec komor.
- ▶ První vodivý úsek za síňokomorovým uzlíkem je společný a nazývá se *Hisův svazek*. Pak se vlákna dělí na dvě větve mířící k pravé a levé komoře, kterým se říká *Tawarova raménka*.
- ▶ **Purkyňova vlákna** - převádějí signál, který dorazil do spodní části komor, svalovým buňkám. Komory se proto začínají stahovat odzdoła nahoru, takže snáze vypuzují krev směrem k velkým tepnám (jejich ústí je nahoře).
- ▶ Frekvenci síňového uzlíku (tj. frekvenci srdeční činnosti) tělo může ovlivňovat pomocí hormonů (hormon **adrenalin** frekvenci zvyšuje) nebo prostřednictvím tzv. vegetativních (vůlí neovladatelných) nervů.
- ▶ Přenos signálů v převodním systému vytváří slabé změny elektrického potenciálu, které lze v blízkosti srdce měřit přístrojem zvaným **elektrokardiograf (EKG)**.



Cévy

Tepny (arterie)

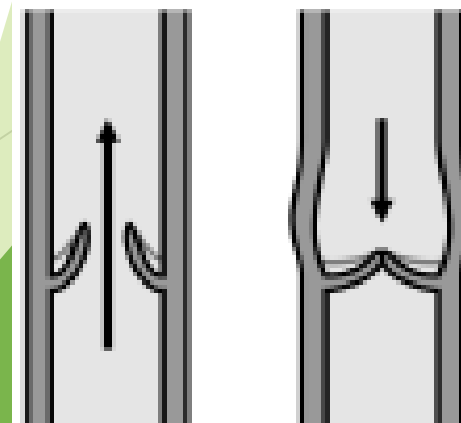
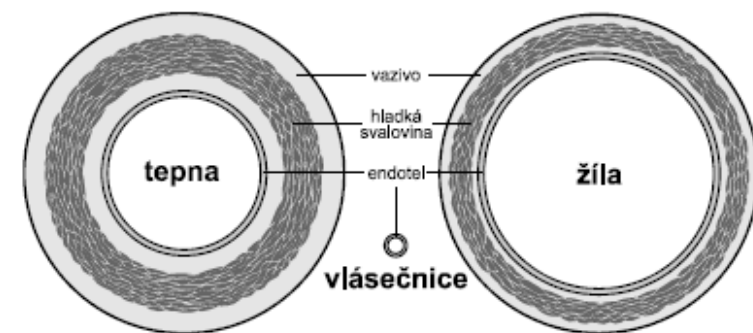
- ▶ vedou krev **ze srdce**; musí snášet vysoký tlak (a jeho změny), proto mají mnohem silnější stěny než žíly
- ▶ základem stěny je **vazivo** s vrstvou **hladké svaloviny** (její stažení mění průměr cévy, a tím i průtok krve v jednotlivých orgánech)
- ▶ uvnitř jsou vystlány **endotelem** (velmi hladkým dlaždicovitým epitelem)
- ▶ oproti žilám bývají uloženy hlouběji
- ▶ postupně se větví na čím dál tenčí tepny a tepénky (arterioly)

Vlásečnice (kapiláry)

- ▶ nejtenčí cévy, mezi tepénkami a žilkami, velmi krátké (řádově jen desetiny mm)
- ▶ stěna tvořena pouze jednovrstevným epitelem, je propustná (obsahuje póry), takže umožňuje vlastní funkci krevního oběhu - **výměnu látek mezi krví a okolními tkáněmi** (stěnami kapilár mohou z krve do okolí pronikat i bílé krvinky, nikoliv však erytrocyty)

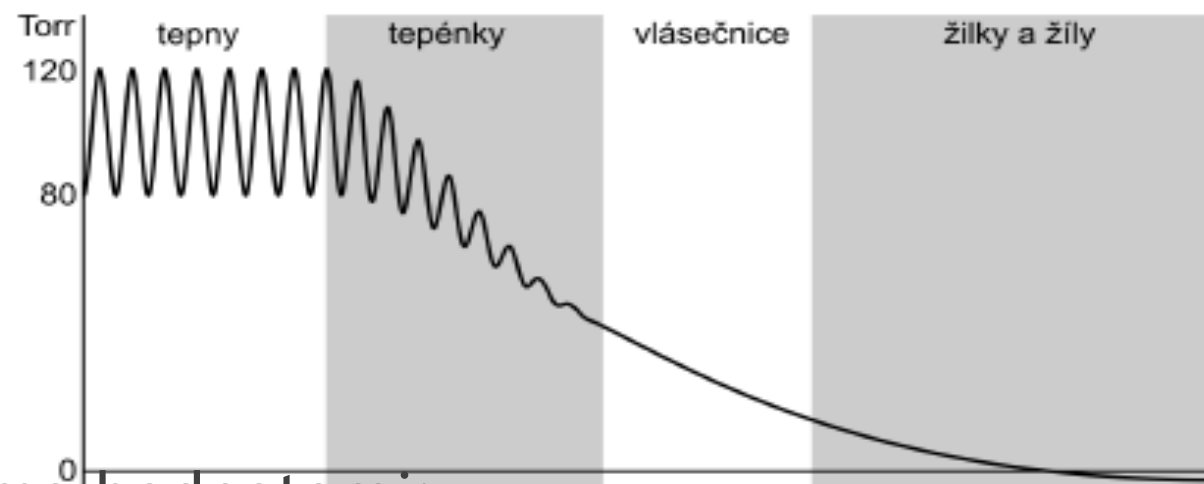
Žíly (vény)

- ▶ vedou krev z vlásečnic zpět **do srdce**
- ▶ jejich stěna obsahuje **stejně vrstvy jako u tepen** (endotel, vazivo, hladká svalovina), je však **mnohem tenčí** (nemusí odolávat vysokému tlaku krve)
- ▶ oproti tepnám bývají uloženy méně hluboko, často i větší žíly vedou těsně pod kůží
- ▶ velké žíly ve spodní části těla (dolní končetiny, břišní dutina) obsahují **kapsičkové chlopně**, které brání zpětnému toku krve (návrat krve do srdce bývá usnadněn i stlačováním těchto žil okolní svalovinou)



Krevní tlak

- ▶ **Tepny (arterie)**
- ▶ rozdíl tlaku mezi vyústěním tepen z komor a vstupem žil do síní je základní podmínkou pohybu krve
- ▶ ve velkých tepnách tlak kolísá mezi dvěma hodnotami:
- ▶ **systolický tlak** (vyšší hodnota) - odpovídá tlakové vlně vyvolané systolou komor,
- ▶ **diastolický tlak** (nižší hodnota) - odpovídá dočasnému poklesu tlaku při diastole komor
- ▶ V lékařství je zvykem měřit krevní tlak v Torrech (nebo též „mm Hg“ = „milimetrech rtuťového sloupce“) a uvádí se v podobě systolický tlak/diastolický tlak (například 120/80 = průměrná klidová hodnota zdravého člověka).
- ▶ **Hypertenze** (zvýšený krevní tlak) bývá signálem zdravotních problémů a pro pacienta znamená zvýšené riziko.



Uspořádání krevního oběhu

► Malý (plicní) krevní oběh

► Zajišťuje tok krve mezi srdcem a plícemi. Začíná v **pravé komoře**, z níž je krev vedena **plicní tepnou** do plic k okysličení. Okysličená krev se vrací **plicními žilami** do **levé síně**.

► Velký (tělní) oběh

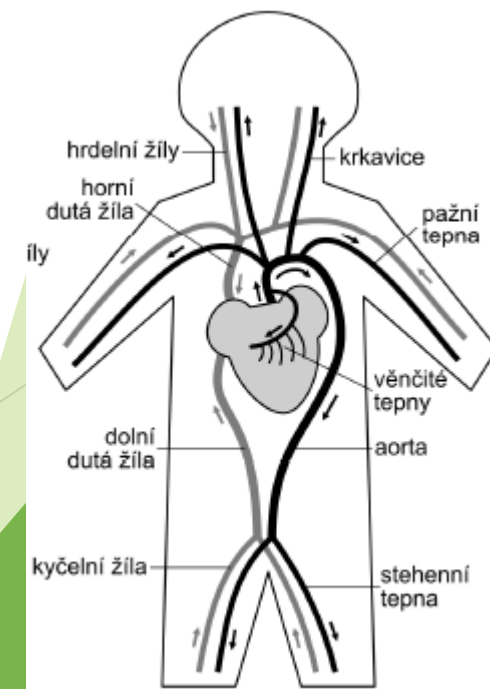
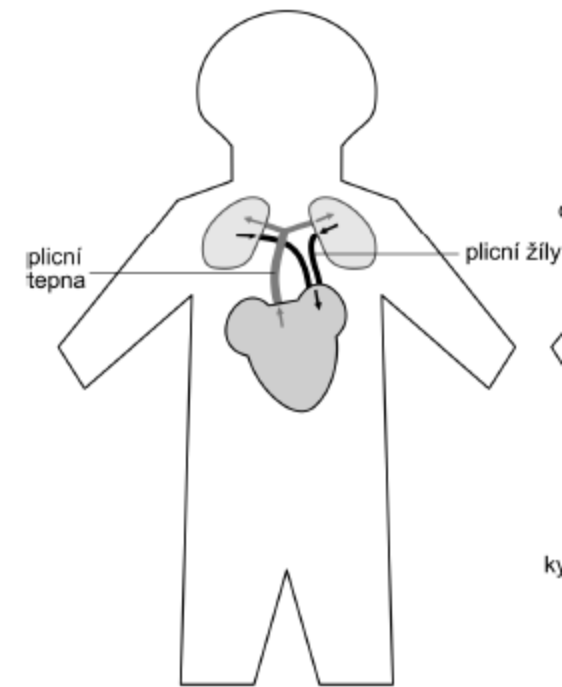
► Zajišťuje tok krve mezi srdcem a tělem (tj. všemi orgány s výjimkou plic). Začíná v **levé komoře**, z níž je vypuzována do **aorty (srdečnice)** - největší tepny těla. Z oblouku aorty vystupují **věncité (koronární) tepny** (zásobují srdeční svalovinu), párové **krkavice** (krční tepny, vedou do hlavy) a párové tepny vedoucí do horních končetin. V břišní části z aorty vystupují další velké tepny (do žaludku, střev, ledvin ap.) a nakonec se aorta větví na dvě velké **stehenní tepny** vedoucí do dolních končetin.

► Zpět do srdce se odkysličená krev se vrací žilami. Žíly ze spodní části těla se spojují v **dolní dutou žílu** a žíly z horní části těla se spojují v **horní dutou žílu**. Obě ústí samostatně do **pravé síně**.

► Vrátnicový oběh

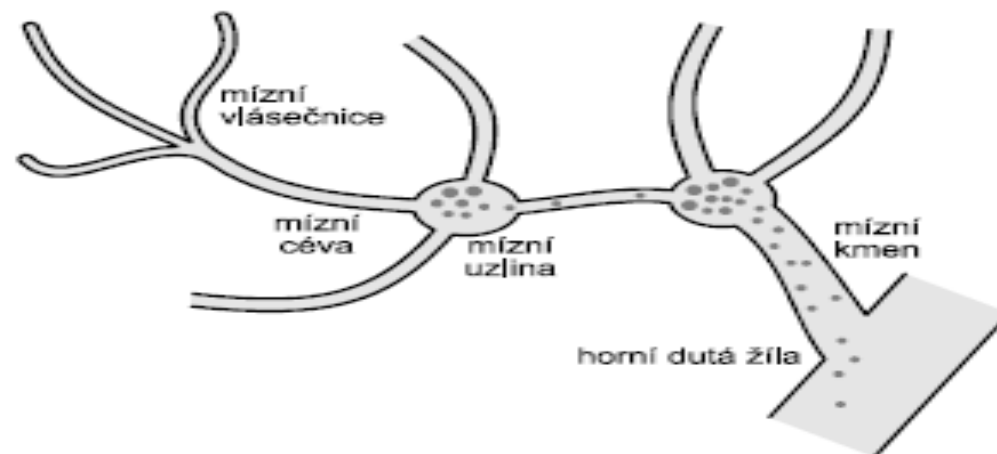
► slouží k transportu živin ze **žaludku a střev do jater**

► jde o výjimečný případ, kdy krev během jednoho oběhu projde vlásečnicemi hned dvakrát: Ve vlásečnicích žaludku a střev se krev obohatí o vstřebané živiny. Poté se sbírá do tzv. **vrátnicové žíly**, která vede do jater, kde se céva opět rozvětví až na vlásečnice (v nich živiny přecházejí do jaterní tkáň ke zpracování). Z jater je krev odvedena **jaterní žílou** (ta ústí do dolní duté žíly).



Mízní (lymfatická) soustava

- ▶ Ve vlasečnicích se vlivem mírného přetlaku část krevní plazmy neustále vytlačuje do mezibuněčných prostorů okolních tkání a stává se **tkáňovým mokem**. Tento tkáňový mok se navrácí zpět do krevního oběhu soustavou trubic, které tvoří tzv. mízní (lymfatickou) soustavu.
- ▶ Tkáňový mok se nejdříve dostává do **mízních vlasečnic**, které se sbíhají v **mízní cévy**. V hrudní a břišní oblasti svazky největších mízních cév vytvářejí tzv. **mízní kmeny**, které nakonec **ústí do horní duté žíly** (to platí i pro mízní cévy vedoucí ze spodní části těla).
- ▶ Jednosměrný (velmi pomalý) tok tekutiny z tkání zpět do krevního oběhu je umožněn **chlopněmi** uvnitř mízních cév a napomáhá mu i mírný podtlak v horní duté žíle.
- ▶ **mízní (lymfatické) uzliny**: rozšířená místa vyztužená vazivem a doplněná sítí drobných cév. Zde se protékající tekutina (míza) filtruje a čistí. V uzlinách se množí **bílé krvinky (lymfocyty)** a produkují se zde i jejich **protilátky**. Díky činnosti mízních uzlin má tekutina v mízní soustavě mírně odlišné složení než tkáňový mok, a proto se má své samostatné označení **míza (lymf)**.
- ▶ **brzlík (thymus)**: výraznější nahromadění mízní tkáně (především mízních uzlin) pod hrudní kostí; významné centrum tvorby některých bílých krvinek (především T-lymfocytů). Nejvíce aktivní je v dětství, v průběhu dospívání jeho význam klesá (v dospělosti není životně nezbytný)
- ▶ **slezina (lien)**: plochý oválný orgán (cca 13 cm v průměru) uložený v levé horní části břišní dutiny (u břišní stěny, za žaludkem). Je tvořena vazivem, mízními uzlinami a sítí krevních cév. Tvoří se zde velké množství **bílých krvinek** (a protilátek). Protékající krev (ve slezině bývá v průměru cca 0,5 litru krve) je pro tělo **pohotovostní zásobou pro případ krevní ztráty**.



Poruchy srdce a cév

► Arterioskleróza

také „ateroskleróza“, lidově „kornatění tepen“ do stěn se ukládá **cholesterol** (často v důsledku trvalého nadbytku živočišných tuků v potravě), mnohdy i s dalšími doprovodnými látkami (vápník ap.)

postižené tepny **ztrácejí pružnost** (mohou i prasknout), jejich **vnitřní průměr se zmenšuje** (mohou se i zcela ucpat) a na narušeném povrchu se usazují **chuchvalce krevní sraženiny** (další riziko ucpaní)

základní příčina **ischemické choroby srdeční** (viz dále) a **cévních mozkových příhod** (tzv. „mozkové mrtvice“), kdy je část mozku poškozena buď ucpaním mozkové tepénky (mozková tkáň odumírá v důsledku nedostatku živin a kyslíku), nebo prasknutím křehké tepenné stěny (vylitá krev dočasně nebo i trvale ochromí okolní nervovou tkáň)

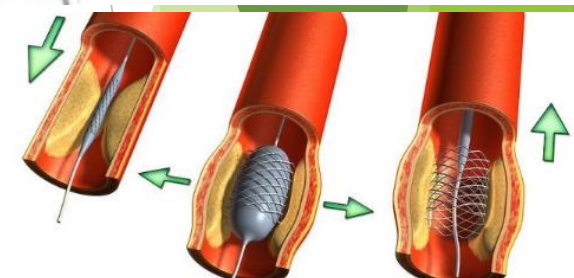
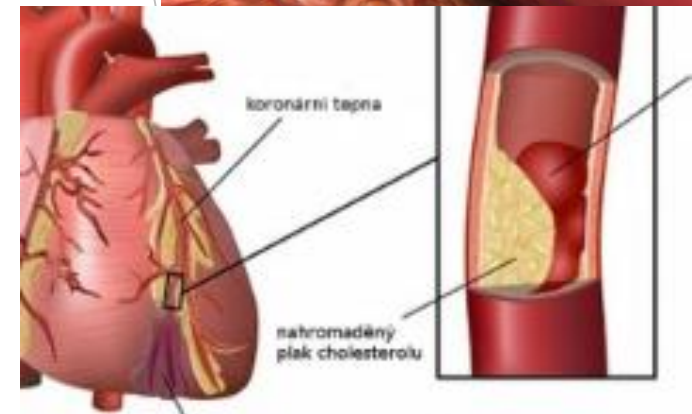
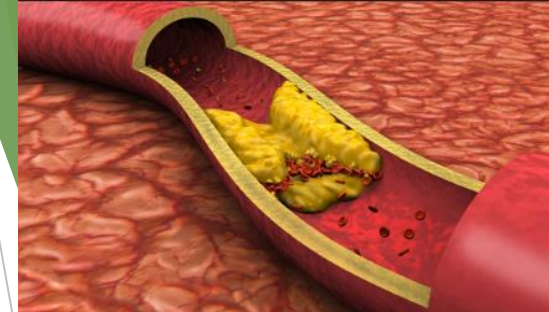
► Ischemická choroba srdeční

důsledek arteriosklerózy, konkrétně důsledek zúžení či úplného ucpaní některé z **věncitých (koronárních) tepen**, spolu s cévními mozkovými příhodami hlavní příčina úmrtí v ČR za postiženým místem je myokard nedostatečně zásoben kyslíkem a živinami

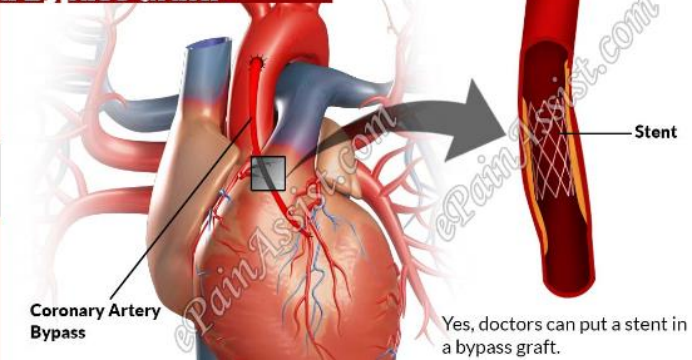
mírnější a chronická forma se projevuje hlavně bolestí v srdeční krajině při námaze nebo rozčilení - tzv. **angina pectoris**

náhlé uzavření zúžené věncité tepny (např. krevní sraženinou) zpravidla vyvolá rychlé odumírání srdeční svaloviny s typickými bolestivými projevy - tzv. **infarkt myokardu**

V současné době je možné postiženou koronární tepnu operativně rozšířit umělou vnitřní výztuhou (tzv. „arteriální stent“), nebo je možné zúžené místo obejít tzv. „bypassem“ - uměle vytvořenou „odbočkou“, která přivede krev přímo z aorty za postižený úsek. Ani jedna z metod však nemůže nahradit prevenci - zdravou životosprávu, tj. dostatek pohybu, zdravou výživu a omezení rizikových faktorů (kouření ap.).



Can You Put a Stent in a Bypass Graft?



Oběhová soustava

Poruchy srdce a cév

► Žilní městky (varixy)

příčinou jsou ochablé žilní stěny (hlavně v dolních končetinách) vznik ovlivněn dědičností spolu s dalšími faktory (obezita, nedostatek pohybu, kouření...)

v ochablých žilách nefungují dostatečně kapsičkové chlopně - krev se v žilách hromadí (městná) a nevrací se zpět do srdce, žíly zvětšují svůj objem a deformují se.

Projev nejen viditelnými příznaky (tzv. křečové žíly) a otoky, ale také postupným poškozováním tkání v důsledku zhoršeného příjmu živin a kyslíku.

Jedním z možných důsledků mohou být i **bércové vředy** (poškození nedostatečně vyživované kůže, např. v holenní oblasti). stejnou příčinu mají i **hemeroidy** - rozšířené žíly v oblasti konečníku (žilní výdutě brání vyprazdňování konečníku, často dochází i k jejich prasknutí a následnému krvácení).

► **Nedomykavost srdeční chlopně** (jinak také regurgitace či insuficience) Mohou být vrozené i získané. Způsobuje poruchu čerpací funkce srdce. Znamená to, že chlopeň se nedovírá, tak jak by měla (její dovření není dostačující). Nedostatečné zabránění zpětného toku krve, čímž vzniká přetížení srdce a s tím související problémy.

Hlavní příznaky: dušnost, únava, bolest na hrudi, rychlý nebo nepravidelný puls, nebo pocit bušení srdce. To vše se projevuje zejména při fyzické zátěži.



HEMOROIDY



zdravý konečník



vyhřezlý hemoroid

