

Oběhová soustava

Tělní tekutiny

- tvoří vnitřní prostředí organismu
- základem je voda (50–60 % tělesné hmotnosti dospělého člověka, novorozenec 75–80 %)
- + rozpuštěné organické a anorganické látky

Rozdělení tělních tekutin

1. Nitrobuněčná (intracelulární) tekutina

- až 40 % tělesné hmotnosti
- obsahuje hlavně ionty K^+ , méně Mg^{2+} a ionty fosforečné (PO_4^{3-})

2. Mimobuněčná (extracelulární) tekutina

- 20 % tělesné hmotnosti
- dělí se na
- krev (6–9 %) – tekutina proudící v cévách
- mízu (lymfu) – tekutina proudící v cévách
- tkáňový mok (14 %) – životní prostředí všech tkáňových buněk; není specializovanou tekutinou (jako krev)

3. krev a tkáňový mok jsou od sebe odděleny stěnami cév, ale stěna krevních vlásečnic umožňuje prostupnost vody

4. v obsahu solí jsou na tom stejně, liší se obsahem bílkovin (tkáňový mok neobsahuje větší molekuly bílkovin – nepropouští je stěna vlásečnic)

5. buňky tkání z krve neustále odčerpávají živiny

6. buňky tkání do krve předávají zplodiny metabolismu

7. každá změna je rychle upravena => stálost vnitřního prostředí (*homeostáza*) => správná činnost buněk

Přenos látek v tělních tekutinách

- látky a plyny se z vlásečnic (z krve) dostávají prolínáním (*difúzí*) na základě koncentračních rozdílů do tkáňového moku, z tkáňového moku do buněk
- výměna probíhá rychle (je na vzdálenostech desetin milimetrů)
- plocha stěn kapilár – 6400 m²
- krev má ve vnitřním prostředí organismu přední úlohu
- z krve vzniká tkáňový mok, z tkáňového moku se tvoří míza (v mízních vlásečnicích).

Krev (*sanguis*)

- muž 5–6 l, žena 4,5 l krve (6–9 % tělesné hmotnosti)
- děti a aktivní sportovci více krve vzhledem ke své hmotnosti
- tlustý člověk méně krve vzhledem ke své hmotnosti
- ztrátu 0,5 l krve zvládne organismus bez problémů
- maximální náhlá ztráta krve 1,5 l, pomalu až 2,5 l krve
- krev se neustále obnovuje – 50 ml/den => za rok se vytvoří 18 l krve => krev se 3x vymění (dynamická rovnováha)

Funkce krve

1. Transport živin z tenkého střeva do jater a pak ke všem orgánům (funkce vyživovací)
2. Přenos kyslíku z plic do tkání a CO₂ z tkání do plic
3. Funkce vylučovací – odvádí z tkání odpadní produkty látkové přeměny pro vyloučení ven z těla (ledviny, potní žlázy v kůži)
4. Funkce koordinační – rozvod hormonů a vitamínů k cílovým orgánům

5. Funkce termoregulační – vyrovnává rozdíly v teplotě mezi jednotlivými orgány (krev váže na sebe teplo nebo ochlazuje „pracující orgány“) – získané teplo předá do chladnějších periférií
6. Funkce obranná – proti choroboplodným zárodkům (ochrana před infekčními chorobami)
7. Udržuje stálý krevní tlak stálou náplní cév
8. Udržuje stálost vnitřního prostředí (*homeostázu*)
9. Zajišťuje stálý osmotický tlak (asi 690 kPa), který odpovídá 0,9% (0,15 mmol/l NaCl pro pokus mimo tělo) roztoku NaCl (ten se označuje jako fyziologický roztok)
10. Udržování pH – normální hodnota 7,4 (popř. 7,35-7,45)

Složení krve

- krev je červená, neprůhledná, viskózní tekutina sladkokyselé chuti
- krev proudí v uzavřeném cévním oběhu
- složení – krevní plazma 55 %, krevní buňky 45 %

Krevní plazma

- 3–3,5 l; 0,3 molární roztok
 - slámově zbarvená, lepkavá tekutina bez krevních buněk
 - složení – 91 % voda, v ní rozpuštěných 8 % látek organických a 1 % látek anorganických
1. Anorganické látky
 - slabě zásadité
 - udržují stálou hodnotu pH 7,4 (je to vlastně koncentrace vodíkových iontů) a stálou osmotickou hodnotu plazmy
 - ionty Na⁺, Cl⁻, K⁺, Ca²⁺ (pro nervosvalovou činnost), Fe²⁺ (pro tvorbu krve), HCO³⁻, Mg²⁺, rozpuštěné plyny (O₂, CO₂, N₂)
 - konstantní osmotický tlak a pH plazmy udržuje NaCl a NaHCO₃ (hydrogenuhličitan sodný)
 2. Organické látky
 - a. bílkoviny (7 % všech organických látek krevní plazmy)
 - energetická zásoba při hladovění
 - tvoří se v játrech a lymfocytech
 - poměr albuminy:globuliny – 1:1,5-2
 - albuminy α, β – přenášejí hormony, vitamíny, enzymy, léky, kovy; ubývají v krvi při těžších jaterních chorobách, jejich nedostatek vede k otokům; schopnost vázat vodu v krvi; udržují osmotický tlak krve (pro oběh v cévách)
 - globuliny γ (gama) – nosiče protilátek; zneškodnění cizorodých látek; více při infekčních chorobách
 - globuliny α, β – přenos tuků a železa; z potravy
 - fibrinogen – rozpuštěná bílkovina v plazmě, umožňuje srážení krve (vznikají fibrinová vlákna)
 - b. glukóza (0,1 %)
 - koncentrace glukózy v plazmě (*glykémie*) má stálou hodnotu 4,4-5,5 mmol/litr plazmy
 - rychlý zdroj energie (stále z krve odčerpávána)
 - hladina glukózy se neustále doplňuje ze zásob z jater
 - přechodně vyšší hodnoty po jídle, nižší hodnoty při deletrující fyzické práci
 - c. lipidy
 - *lipémie* (4–10 g/litr plazmy)
 - zdroj energie, stavební látky
 - d. kyselina mléčná
 - 0,55-2,22 mmol/litr plazmy
 - koncentrace se zvyšuje při svalové práci (*glykolýza*)
 - e. cholesterol

- 4,1-7 mmol/litr plazmy
- je to stavební látka (např. pro enzymy, hormony, biomembrány, žlučové kyseliny)
- zvýšená koncentrace => ateroskleróza
- f. další organické látky
 - močovina, kyselina močová (z nukleových kyselin, bílkovin)
 - bilirubin (žlučové barvivo vzniklé z hemoglobinu)
 - kreatinin (látka vznikající ve svalech, její koncentrace v krvi odráží funkci ledvin)
 - hormony, vitamíny, enzymy, aminokyseliny, mastné kyseliny
 - CO₂ (v krvi jako slabá H₂CO₃) a kyselina mléčná v krvi ohrožují pH krevní plazmy zvyšováním kyselosti
 - koncentrace látek v plazmě se zjišťuje pro určení diagnózy nemoci
 - plazmu lze dlouhodobě skladovat
 - uhradí ztrátu krve ve válkách, zemětřeseních, ..., neboť lze použít u lidí bez znalosti krevních skupin
 - *krevní sérum* – krevní plazma bez fibrinogenu; krevní plazma, která vznikla po srážení krve (po vytvoření krevního koláče se sérum vytlačí pod strupy) – tekutá složka krve po jejím srážení
 - v krevním séru se stanovují koncentrace iontů, enzymů, ...

Krevní tělíska

- všechny mají původ v kmenových buňkách kostní dřeně
- dělí se na:

Červené krvinky (erytrocyty)

- okrouhlé, dvojduhé (bikonkávní tvar – zvyšuje povrch krvinky o 1/3 až 1/2 oproti povrchu koule), na průřezu piškotovité (7,4 x 2,1 μm)
- bezjaderné buňky => nemohou se již dále dělit a rozmnožovat
- jsou pružné a deformovatelné krevními vlásečnicemi
- obsahují nejvíce Fe ze všech buněk těla
- v 1 mm³ u mužů 5–5,5 milionu (5–5,5 x 10¹² v 1 l), v 1 mm³ u žen 4,5 milionu (4,5 x 10¹² v 1 l) červených krvinek
- jejich počet se může měnit – zvyšuje se např. u těžce pracujících lidí, při nedostatku kyslíku ve vzduchu (=> ve větších nadm. výškách, při nitroděložním vývoji, v krvi novorozenců 7 000 000/mm³ v důsledku ztíženého přenosu kyslíku přes placentu od matky k plodu, při nižším částečném (parcionálním) tlaku kyslíku
- obsahují 60 % vody a 40 % sušiny (95 % sušiny tvoří hemoglobin – každá červená krvinka obsahuje 265 miliónů molekul hemoglobinu)

Funkce erytrocytů

- přenos O₂ a CO₂, funkční složkou je červené krevní barvivo (hemoglobin)
- *hemoglobin* (Hb) – je tvořen bílkovinou (*globinem*), na který se váže nebiřkovinná barevná skupina hem (obsahuje atom dvojmocného železa Fe²⁺, který má schopnost vázat kyslík)
- sloučenina kyslík+hemoglobin se nazývá *oxyhemoglobin* (popř. dioxygenhemoglobin) – má jasně červenou barvu
- přenos kyslíku: Hb (hemoglobin) + O₂ => HbO₂ (oxyhemoglobin)
- po uvolnění O₂ z této vazby vznikne redukovaný hemoglobin => tmavě červená barva krve
- vazba hemoglobinu s CO₂ – *karbaminohemoglobin*
- obě vazby (s O₂ i s CO₂) málo pevné
- při otravě CO vytváří *karbonylhemoglobin* (= karboxyhemoglobin) – pevně vázaná sloučenina => hemoglobin ztrácí schopnost přenosu plynů v krvi (kuřáci – únava), při větším nasycení smrt
- *chudokrevnost (anémie)* – snížení hladiny hemoglobinu

Vznik erytrocytů (erythropoéza)

- tvoří se a dozrávají v červené kostní dřeni a pak vyplavovány do krve; konkrétně vznikají:
- v dřeni kostních epifýz
- v kostní dřeni kostí lebky a trupu
- z nediferenciovaných (kmenových) buněk (krvetvorných)
- v kostní dřeni je velký počet mitóz nezralých erytrocytů (protože je hodně erytrocytů)
- k tvorbě (erythropoéze) jsou potřeba:
 1. Fe – většinou využíváno z rozpadlých erytrocytů, zbytek je doplňován potravou (vejce, zelenina, játra, špenát,...)
 2. vitamín B₁₂ – přítomný v kostní dřeni; z potravy
 3. kyselina listová
 4. erythropoetin – hormon, tvořen v ledvinách, hlavně při nedostatku kyslíku
 5. aminokyseliny
- porucha erythropoézy – anémie – nedostatek Fe nebo B₁₂
- během těhotenství již v plodu krvetvorba i v játrech a slezině

Zánik erytrocytů (hemolýza)

- hemolýza je vlastně praskání erytrocytů a uvolnění hemoglobinu (vylije se do okolního prostředí)
- v buňkách sleziny (vychytány fagocytujícími buňkami), jater, kostní dřeni
- z uvolněného hemoglobinu se vytváří Fe a žlučová barviva *bilirubin* a *biliverdin*
- životnost červených krvinek – 120 dní
 1. uvolnění hemoglobinu (vylije se do okolního prostředí)
 2. rozpad hemoglobinu na hem (má schopnost vázat kyslík) a globin
 3. proteolýza globinu na aminokyseliny
 4. rozpad hemu na biliverdin + Fe (spotřeba Fe na další krvetvorbu nebo je ukládáno ve formě bílkoviny ferritinu (v játrech, slezině, kostní dřeni))
 5. redukce biliverdinu na bilirubin (žlučové barvivo)
 6. ve střevě se působením mikroflóry mění bilirubin na urobilinogen až urobin
- hemolýza nastává:
 1. snížením osmotické hodnoty prostředí (hypotonické prostředí)
 2. jedy hmyzu, hadů,...
 3. následkem vysokých a nízkých teplot
 4. chemickými látkami, které rozpouštějí lipidy membrány

Sedimentace – rychlost klesání krvinek v nesrážlivé krvi ke dnu zkumavky

- nesrážlivá krev – do krve přidán citrát sodný nebo kyselina citronová => vysráží se Ca²⁺ ionty
- odečítá se po 1–2 hodinách
- u zdravých lidí je sedimentace pomalá
- u muže 2–5 mm/hod, u žen 3–8 mm/hod
- rychlost sedimentace závisí na složení krevní plazmy (na bílkovinách krevní plazmy (globulinu a fibrinogenu – více při infekcích)) => rychlost sedimentace se zvyšuje při infekčních a zánětlivých onemocněních a informuje o vzniku či ústupu onemocnění
- *hematokrit* – objemový podíl červených krvinek v krvi (procento erytrocytů), má hodnotu asi 45 %; je výsledkem úplné sedimentace krve

Bílé krvinky (leukocyty)

- pravé buňky (obsahují buněčné jádro)
- bezbarvé (průsvitné), krev je pro ně pouze transportní prostředí
- mají nepravidelný a proměnlivý tvar
- obsaženy v krvi, míze, tkáňovém moku i ve tkáních (brzlík, slezina)
- schopnost leukocytů améboidního (měňavkovitého) pohybu – je to způsobeno stažitelnými

bílkovinami uvnitř buňky – tím se dostane ke zdroji infekce

- *diapedéza* – schopnost leukocytů vystoupit stěnou z vlásečnic (kapilár) do mezibuněčných prostor a cestovat tkáněmi
- *chemotaxe* (pozitivní) – u všech leukocytů – chemické signály, tj. látky, které vznikají při metabolismu mikroorganismů (bakterií)
- *fagocytóza* (pohlcování choroboplodných zárodků) – leukocyt obklopí bakterii buněčnými výběžky, ty je uzavřou do vakuoly; vylučují proteolytické enzymy => rozklad bílkovin; velikost (10–12 μm)
- délka života leukocytů – různá, od několika hodin (neutrofilů) do 100 dnů (monocyty a Tlymfocyty)

Počet leukocytů

- v 1 mm^3 5 000–8 000 (popř. 4 000–10 000) – kolísá mezi těmito hodnotami (4–10 x 10⁹ v litru)
- v počtu není rozdíl mezi muži a ženami
- po narození dítěte asi 20 000 leukocytů/ mm^3 (do jednoho roku zase na polovinu 10 000 leukocytů/ mm^3)
- v pubertě se počet ustálí na hodnoty v dospělosti
- *leukopenie* – pokles bílých krvinek pod dolní hranici (pod 4 000) => zhoršení imunity organismu
- *leukocytóza* – počet bílých krvinek nad horní hranici (nad 10 000); nastává:
 - po jídle (=> odběr krve by se měl provádět za lačna)
 - po tělesné námaze (=> odběr krve by se měl provádět za tělesného klidu)
- v těhotenství
- při infekčních chorobách (otravách, nádorech, hnisáních,...)
- extrémní při leukémii

Rozdělení leukocytů:

• podle přítomnosti a velikosti barvitelných zrníček v cytoplazmě rozdělujeme leukocyty na:

I. Granulocyty (přibližně 70 % všech leukocytů)

- v cytoplazmě zrníčka (granula) z glykogenů a tuků, dají se barvit různými barvivy
- vznikají v červené kostní dřeni, jádra mají laločnatá nebo podkovovitá
- podle toho, jakými barvivy se zrnka barví, rozdělujeme granulocyty na:

1. Eosinofilní granulocyty (1–9 % leukocytů)

- barví se kyselým barvivem eosinem
- pohybují se měňavkovitě, fagocytují
- granuly obsahují lysozym (enzym rozrušující povrch bakterie)
- rozmnožují se při parazitických nemocích a alergiích

2. Bazofilní granulocyty (1 % leukocytů)

- zrnka barvitelná zásaditými barvivy
- granuly obsahují heparin – protisrážlivou (*antikoagulační*) látku a histamin (při alergiích způsobuje otoky)
- uplatňuje se při zánětlivých a alergických projevech

3. Neutrofilní granulocyty (60–70 % leukocytů – nejpočetnější)

- špatně barvitelné (pouze neutrálními barvivy)
- fagocytují, velmi pohyblivé, diapedéza => proteolytické enzymy, rozkládají bílkoviny (*fagocytóza*)
- jemné granuly s obsahem lysozymů
- počet stoupá při infekcích, hodně obsaženy v hnisu

II. Agranulocyty

• nemají v cytoplazmě granuly, dělí se na:

1. *Monocyty* (2–8 %, průměrně 5 %)

- nezralé krevní buňky
- největší leukocyty s ledvinovitým jádrem až 10 μm

- vznikají v kostní dřeni
- z krevního oběhu vstupují do tkání, kde se mění na fagocytující makrofágy => jsou roztroušeny všude, kde hrozí infekce (plíce, vazivo, trávicí trubice) – odstraňují cizorodé látky z tkání
- tkáně, kde se nacházejí:
 - lymfatické uzliny
 - slezina – makrofágy odstraňují staré erytrocyty
 - játra – Kupfferovy buňky
 - vazivo (z histiocyty)
- retikuloendoteliární soustava (RES) – soustava fagocytujících makrofágů ve tkáních; endotelové výstelky uvedených orgánů a histiocyty vaziva, v nichž jsou makrofágy
- monocyty při dozrávání v makrofágy až 5x zvětšují průměr (až 80 μm) => dají se pozorovat i okem
- makrofágy vnikají do nádorů – čím je jich víc, tím hůř se nádory metastázuji (rozsévají) v organismu

2. Lymfocyty (20–40 %)

- vznikají v kostní dřeni z křetvorných kmenových buněk
- nefagocytují
- okrouhlé buňky s velkým okrouhlým jádrem
- mají málo cytoplazmy
- účastní se imunitních reakcí
- dělí se na 2 skupiny:

1. T-lymfocyty

- dozrávají v brzlíku (*thymus*), zde „školeny“ proti cizorodým buňkám
- 80 % lymfocytů
- vykonávají *buněčnou imunitu*
- namířena proti buňkám transplantovaných tkání – (jsou potlačovány imunosupresivními látkami při transplantacích)
- proti nádorovým buňkám
- proti buňkám napadených viry – napadenou buňku zničí
- supresorové T-lymfocyty regulují imunitní reakce => brání přehnaným imunitním odpovědím (autoimunitní napadení vlastní tkáně – např. pojiva), které by organismus poškodily
- tzv. pomocné T-lymfocyty pomáhají při tvorbě protilátek a zesilují aktivitu makrofágů
- T4-lymfocyty jsou ničeny virem HIV – mají na svém povrchu receptory pro cizorodé antigeny, jejich ničením se ničí celá imunita

2. B-lymfocyty

- 10–20 % lymfocytů
- odpovídají za *látkovou (humorální) imunitu*
- antigeny – látky cizorodé (bakterie, viry, cizí bílkoviny, vlastní odumřelé buňky, transplantáty), které jsou schopny vyvolat tvorbu protilátek (obrné bílkoviny) – to zn. vyvolávají imunitní odpověď

- B-lymfocyty tvoří protilátky, když se setkají s cizorodou částicí (antigenem)
- mají na svém povrchu receptory pro vazbu antigenu
- antigen byl B-lymfocytu předán od makrofágu, který předtím cizorodou částicí fagocytoval a částečně strávil
- když nastane chemická vazba mezi antigenem a povrchem B-lymfocytu, lymfocyt se zvětšuje, dělí se (proliferace) a přeměňuje ve 2 typy lymfocytů:
 - a. plazmatické buňky
 - zajišťují primární imunitní reakci (první setkání s antigenem, hladina protilátek brzy klesá)

- zralé plazmatické buňky produkují protilátky (*imunoglobuliny* – existuje jich 5 základních skupin)
- tohle probíhá v lymfatické tkáni, lymfatickými cévami jsou protilátky přenášeny do krve (protilátky jsou v krevní plazmě, mateřském mléku, sekretu některých žláz)
- protilátky se buď váží na antigen (obsonizace) – usnadňuje jeho fagocytózu nebo protilátky aktivují komplement nebo ničí jedy bakterií
- b. paměťové buňky
- imunologická paměť
- B-lymfocyty se po aktivaci antigenem:
 - a. rozmnožují, dlouho žijí
 - b. rychle reagují na opětovný výskyt stejného antigenu nebo patogenu
 - c. reagují rychle i po delší době a ve větším množství (sekundární imunitní reakce)

Sekundární imunitní reakce

a. *aktivní imunizace*

1. Využití při očkování (do těla se vpraví usmrcené nebo silně oslabené mikroorganismy popř. jejich upravený jed (toxoid))
 2. Po prodělání nemoci
- v obou těchto případech si tělo samo vytvoří protilátky

b. *pasivní imunizace*

1. Do těla se vpraví hotové protilátky (získané např. očkováním určitého zvířete (léčebné sérum))
2. Placentou na plod (získání hotové protilátky)
3. Mateřským mlékem (hotové protilátky)

Obranyschopnost (imunita) organismu

- schopnost organismu bránit se proti cizorodým látkám a patogenům
- 1. Specifická imunita – zprostředkovaná T-lymfocyty a B-lymfocyty
- 2. Nespecifická imunita (vrozená)
 - působí proti širokému spektru antigenů, projevuje se také fagocytózou leukocytů a makrofágů
 - zabezpečuje ji
 - a. kůže – působí baktericidně (močovina, soli, organické kyseliny v potu) => desinfekce
 - b. sliny – baktericidně působí enzym lysozym
 - c. kyselé prostředí žaludku – HCl
 - d. interferony – bílkovinné látky, produkované buňkami napadenými virem, vážou se na membrány napadených buněk => tyto buňky jsou rezistentní vůči virům
 - e. působením pyrogenů – jsou uvolňovány některými leukocyty => zvýšení teploty => ničení patogenů

Alergie

- hypersenzitivní reakce organismu na opakované působení antigenu

Krevní destičky (trombocyty)

- nejmenší krevní tělíska (2–4 μm) nepravidelného tvaru
- bez jádra buněčného
- nejsou to buňky, ale bezbarvé úlomky buněk kostní dřeně (megakaryocytů) vzniklé odštěpováním cytoplazmy
- vyplavovány odtud do krve
- žijí jen několik dnů (2–4 dny v krvi)
- v 1 mm^3 200 000–300 000 trombocytů (největší počet mají novorozenci), po narození se počet snižuje

- mají význam při srážení krve (*hemokoagulaci*) = zástava krvácení (nastane tehdy, když se krev dostane mimo uzavřený oběh)

Zástava krvácení při poranění cév

- zúžení (konstrikce) cév v místě poranění – stah hladké svaloviny
- rychlý pokles tlaku krve v místě poranění
- při poranění cévy se trombocyty na vzduchu rozpadají a uvolňují enzym *trombokinázu*, která za přítomnosti Ca^{2+} iontů přeměňuje *protrombin* (bílkovina tvořící se v játrech za přítomnosti vitamínu K) v krevní plazmě na trombin
- trombin sráží v plazmě rozpuštěné bílkoviny fibrinogenu ve vláknitý nerozpustný *fibrin*
- vlákna fibrinu zachycují krevní buňky, tak vznikne sraženina červené barvy (krevní koláč) => céva se uzavře
- stahováním vlákenek fibrinu se z krevního koláče vytlačuje nažloutlá kapalina – krevní sérum (plazma bez fibrinogenu)
- po uzavření cévy začnou působit protisrážlivé faktory – zastaví srážení, aby v krvi stále kolovala tekutá krev (*antitrombin*, protein C, plazminogen); nedostatek těchto inhibitorů srážení krve může být příčinou trombóz
- *trombus* – sražená krev v cévě (tvoří se v cévách s porušeným hladkým vnitřním povrchem – sklerotické cévy)
- *embolie* – trombus ucpe cévu zásobující určitý orgán (plicní, srdeční, mozková)
- *embolus* – utržený trombus
- *embolizace* – může být způsobena i uvolněním tukových buněk ze zlomených dřeňových dutin poškozených kostí)
- *hemofilie* – nepřítomnost určitého faktoru pro tvorbu fibrinu => krev se sráží pomalu; geneticky podmíněno

Krevní cévy

- 96 000 km dlouhá síť
- tvoří uzavřenou soustavu trubic vystlané endotelem = tenká vrstva tkáně vystylající cévy, u vlásečnic jediná vrstva (endotel tvoří nesmáčenou blanku)
- ostatní cévy mají ještě vazivo + hladké svalstvo
- cévy se v jednotlivých úsecích liší stavbou a propustností stěn
- zabezpečení pohybu tělních tekutin
- cévní řečiště je směrem od srdce a větví se (postupným větvením se stěny tepen zeslabují až se větví do krevních vlásečnic)
- *tepna (arterie)* => *tepénka (arteriola)* => *vlásečnice (kapilára)* => *žilka (venula)* => *žila (véna)*

Tepny (arterie)

- cévy vedoucí krev směrem ze srdce, vystupují ze srdeční komory
- stěny velmi pevné a pružné (důležité pro udržení krevního tlaku)
- většinou vedou okysličenou krev a živiny (výjimku tvoří plicní oběh)
- uloženy hluboko mezi svaly nebo v tělních dutinách
- nemají chlopně
- jejich průsvit se mění se smrštěním

Složení:

a. Povrch tepen (*adventitia*)

- vazivo (kolagenní vlákna) – v něm rozvětvená vlákna vegetativních nervů (sympatická – cévy stahují, parasympatická – cévy roztahují)

b. Střední vrstva (*media*)

- kruhovitě uspořádaná hladká svalovina
- ve svalovině vazivo s elastickými vlákny => pružnost tepen (rozšíření při vypuzení krve při systole komor, ochabnutí při diastole komor)
- c. Vnitřní vrstva
 - epitelární výstelka (*endotel*) – hladká nesmáčivá výstelka cév

Žíly (vény)

- přivádějí krev do srdce (odvádějí krev z vlásečnic)
- stavba podobná jako u tepny, ale jejich stěny jsou tenčí, poddajnější, mají méně svaloviny
- uvnitř žil dolních končetin jsou kapsovitě chlopně => znemožňují zpětný tok krve (stékání krve gravitací)
- vyklenutí stěny žíly nad chlopněmi => žíly se rozšiřují => křečové žíly (varixy) – tvoří se žilní městky
- krev proudí v žilách pomaleji, pod menším tlakem
- vedou odkysličenou krev (CO₂), odpadní látky, krev žil z jater a trávicího systému přepravuje živiny
- krev v žilách se pohybuje pasivně (sloupec žilní krve od dolních končetin až k pravé síni představuje hydrostatický tlak, který musí být překonán, aby se udržel proud krve v žilách)
- při tělesné práci (jako výdrže, silácké výkony) se krev v žilách hromadí a žíly nápadně vystupují pod povrch kůže

Pohybu krve napomáhají:

- kontrakce kosterních svalů (střídavě žíly stlačují) = „svalová pumpa“
- podtlak v hrudní dutině při vdechu (=> návrat krve do srdce při vdechu, neboť se žíly rozšiřují a krev se do nich nasává)
- v žilách nad úrovní srdce napomáhá gravitace

Vlásečnice (kapiláry)

- tenké cévy
- spoje mezi tepnami a žilami
- délka 0,5 mm
- průměr 5–20 μm, mají průsvit velikosti erytrocytu
- plocha až 6 300 m²
- v kůži asi 40 kapilár na mm²
- stěnu tvoří jediná vrstva endotelových buněk
- rychlost krevního proudu se zpomaluje (0,5 mm/s) => aby mohly přecházet látky mezi krví a tkáňovým mokem
- stěna kapilár má póry mezi buňkami => prostupují kyslík a živiny z krve a voda, neprostupují bílkoviny, červené krvinky, trombocyty
- z tkání do krve CO₂ a zplodiny metabolismu (difúze, prolínání)
- stěnou prostupují do mezibuněčných prostor ameboidní leukocyty (diapedéza)
- prostupují poměrně hustě většinou tkání (hustota kapilár v orgánech závisí na činnosti orgánů a intenzitě látkové přeměny v něm probíhající)
- myokard – velká kapilarizace
- ve svalech v klidu většina kapilár zavřená, při tělesné práci se otevírá průtoky krve
- kapiláry chybí v pokožce, v pokožkových útvarech (nehty, vlasy, chlupy), v oční rohovce a ve chrupavkách
- vlásečnice v kůži pomáhají regulovat tělesnou teplotu (horké tělo => kožní kapiláry se roztahují => přijme více krve => tělo se ochlazuje => krev v kůži se ochlazuje)
- popálením se kapiláry poškozují, ale mají velkou schopnost regenerace
- v každém okamžiku je 75 % veškeré krve v žilách, 20 % v tepnách a 5 % v kapilárách.