

# Krvožilni sistem (transportni sistem)

## Naloge:

1. **Prenaša** hranilne snovi iz prebavil do celic. **Odnaša** odpadne produkte (CO<sub>2</sub>, ...) od celic v ledvica, izločala in pljuča. **Raznaša** hormone in endokrine žleze do ciljnih celic.
2. **Obrambna** funkcija pred povzročitelji bolezni. Prenaša tudi **toploto** v telesu.
3. **Zaustavljanje** krvavitev

## o KRI

- krvna plazma (55%)
  - o vitamini
  - o maščobe
  - o voda (90%)
  - o glukoza (1%)
  - o hormoni
  - o beljakovine (8%)
    - fibrinogen
    - protitelesa
  - o različni ioni
    - NaCl
    - magnezijevi ioni
    - kalcijevi ioni
- krvne celice (45%)
  - o trombociti
  - o eritrociti
  - o levkociti

Nastajajo v **krvotvornih** organih (kostni mozeg, vranica, jetra). Nastajajo iz **zarodnih** celic. To so celice, ki ohranjajo sposobnost celičnih **delitev**, kar visoko specializirane celice običajno izgubijo.

## o ŽILE

## o SRCE

## Eritrociti

Eritrocitov je od **4 do 5 milijonov** na mm<sup>3</sup>. So okrogli in na sredini stisnjeni, torej **tanjši**. So **brez** jedra in mitohondrijev. Posledica tega je, da imajo omejeno življenjsko **dobro** (120 dni). Stalno nastajajo iz **zarodnih** celic v kostnem mozgu. Pri zarodku nastajajo v **jetrih** in **vranici**. Vsebujejo krvno barvilo **hemoglobin**.

**Hemoglobin** je sestavljena beljakovina, zato ima beljakovinski del (**globin** □ sestavljen iz štirih polipeptidov) in nebeljakovinski del (**hem** □ iz štirih pirolovih obročev + atom železa). Na vsak polipeptid se veže en hem. Na železo v hemu se lahko začasno veže kisik. Kisik se na železo veže na dihalnih površinah, kjer je **potencialni** tlak kisika relativno visok. V tkivih je kisika malo, ker ga celice stalno **porabljajo**, zato se tu kisik iz hema odcepi. Naloga eritrocitov je **prenašanje** kisika od pljuč do celic.

**Oksihemoglobin** □ hemoglobin s kisikom, ki kri obarva **svetlo** rdeče.

CO<sub>2</sub> kri prenaša iz tkiv v pljuča. Manjši del CO<sub>2</sub> se veže na **globin**, večji del pa raztopi v krvni **plazmi**. Taka kri je **temno** rdeča □ **deoksigenirana**.

## Krvne skupine

Osnovne skupine so A, B, AB in 0. Določajo jih dve vrsti beljakovin ali **antigenov**.

	antigen	protitelesa
<b>A</b>	A	anti B
<b>B</b>	B	anti A
<b>AB</b>	A, B	/
<b>0</b>	/	anti A, anti B

V krvni plazmi so protitelesa že od rojstva. Protitelesa so beljakovine, ki se vežejo na tuje snovi (antigene).

S transfuzijo ne smemo vnesti tujega antigena. Nepravilna transfuzija povzroči zlepljanje eritrocitov in nastajanje strdkov. Poleg teh osnovnih skupin se vedno določi tudi Rh faktor. Tudi tu gre za prisotnost (Rh<sup>+</sup>) ali odsotnost (Rh<sup>-</sup>) beljakovine na eritrocite. Ker velja isti princip lahko Rh<sup>+</sup> krvodajalec dobi obe vrsti krvi, Rh<sup>-</sup> pa le svojo krvno skupino. Do komplikacij lahko pride zaradi neskladnosti Rh faktorjev med nosečnostjo med materjo in plodom (otrok Rh<sup>+</sup>, mati Rh<sup>-</sup>). Ob rojstvu pride do manjših krvavitvev in stika materine krvi z otrokovo. Tako se tvorijo protitelesa v materini krvi. Pri naslednji nosečnosti lahko ta protitelesa prehajajo skozi posteljico v krvni obtok plodu in povzročijo motnje v njegovem razvoju. Zato po rojstvu mati dobi serum s katerim uničijo nastala protitelesa.

## Levkociti

Levkociti so bela krvna telesa in jih je najmanj (5000 – 10.000mm<sup>3</sup>). To ni samo en tip celic, ampak jih je več. Nastajajo iz zarodnih celic v rdečem kostnem mozgu, nekatere pa tudi v krvi, tkivnih tekočinah in limfatičnih organih (bezgavke, vranica...). Za vse je značilno, da imajo dobro vidno jedro, ki je različno oblikovano. Lahko se aktivno gibljejo in zapustijo krvne žile.

Razlikujejo se po obliki in nalogah:

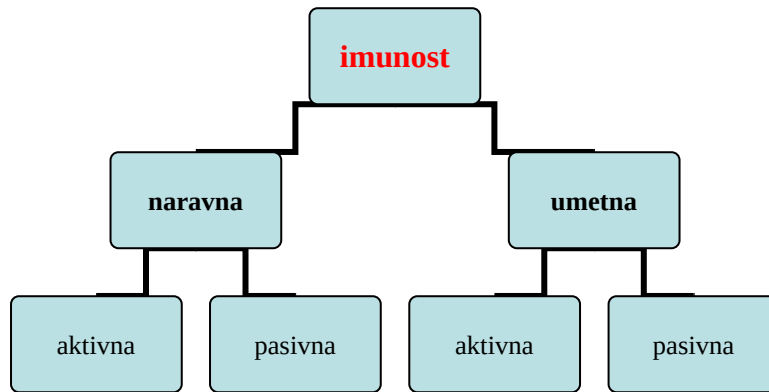
- **limfociti**: so najmanjši, imajo okroglo jedro
- **monociti**: so največji, fižolasto oblikovano jedro
- **granulociti**: jedro, ki je sestavljeno iz večih delov (režnjev), zrnata citoplazma

Naloga vseh je obramba organizma pred povzročitelji bolezni. Pri obrambnem odzivu imajo različni levkociti različno vlogo. Limfociti T<sub>4</sub> prepoznajo tuje antigene. To so predvsem tuje beljakovine, ki se nahajajo na površini (membrani) različnih mikroorganizmov, virusov in jih prepoznajo kot tuje. Sprožijo torej obrambni odziv, ki poteka na dva na dva načina.

Limfociti B tvorijo protitelesa, ki se specifično vežejo na določen antigen. Zato telo tvori veliko števil različnih protiteles. Skupke protiteles, ki so vezani na mikroorganizme (granulociti, monociti) fagocitirajo in presnovijo.

Zakaj imajo levkociti veliko lizosomov? Zato, ker imajo lizosomi veliko hidrolitskih encimov.

Ko bolezen prebolimo v krvni plazmi še ostanejo protitelesa, ki ob morebitni novi okužbi takoj reagirajo, zato se bolezen ne razvije. To pomeni, da smo na to bolezen odporni ali imuni. Na ta način pridobljena odpornost je naravna in aktivna. Pasivno imuni smo, kadar pridobimo protitelesa. Novorojenčki so pasivno imuni, ker pridobijo protitelesa preko posteljice in z dojenjem. Pri pasivni umetni imunosti pridobiš protitelesa z injekcijo. Umetno aktivno imunost pridobimo s cepivi, ki vsebujejo oslABLJENE ali mrtve povzročitelje bolezni. Bolezni, ki jih povzročajo bakterije zdravimo z antibiotiki, ki preprečijo razmnoževanje bakterij. Virus HIV napada levkocite T<sub>4</sub>. Dokler ni aktiven posledic ni. Ko se aktivira te levkocite uničuje, zato se drastično znižuje obrambna sposobnost organizma. Takrat izbruhne AIDS. Za bolnika je lahko katerakoli okužba smrtno nevarna. Bolniki umirajo za oportunističnimi boleznimi. To so bolezni, ki jih povzročajo povzročitelji, proti katerim je zdrav človek odporen, tako da v večini primerov niti ne sprožijo bolezenskih znakov. Najpogosteje so to bolezni prebavil in dihal. Okužba se prenaša s telesnimi tekočinami, pri nezaščitenem spolnem odnosu, s transfuzijami krvi in krvnimi preparati, z nerazkuženimi injekcijskimi iglami, ter z matere na otroka ob porodu in med dojenjem.



## Trombociti

To so **delci** (ostanki) celic ali krvne **ploščice**. Jih je približno **300.000 mm<sup>3</sup>**. Ščitijo organizem pred **izgubo** krvi pri poškodbi krvnih žil. Sprožijo **strjevanje** krvi. V nepoškodovanih žilah vzdržujejo **tekočnost** krvi. Ob poškodbi žile se iz njene stene izloča **kolagen**. Ta povzroči **kopičenje** trombocitov. Ti sprožijo izločanje (pretvorbo) **protrombina** v trombin. **Trombin** pa povzroči pretvorbo **fibrinogena** v **fibrinske niti**. Tudi fibrinogen je beljakovina raztopljena v krvni plazmi. Fibrinske niti pa so **netopna** oblika te beljakovine in tvorijo **mrežo** v katero se ujamejo trombociti in eritrociti, ter tvorijo krvni **strdek**, ki **zamaši** poškodovano žilo. Ko se žila obnovi se strdek **raztopi**.

## Hemofilija

To je **dedna** bolezen. Zaradi **odsotnosti** določenih beljakovin v krvi **ne** poteče strjevanje krvi. Zato je lahko vsaka poškodba **usodna**.

## Krvne žile

1. **Arterije** (odvodnice) □ **odvajajo** kri od srca
2. **Vene** (dovodnice) □ **dovajajo** kri v srce
3. **Kapilare** (lasnice) □ so na **prehodu** med arterijami in venami

Stena krvnih žil je iz treh plasti:

- **vezivna plast** (zunanja) □ prožna
- **vezivno-mišična** plast
- **endotel** □ ena plast celic, je znotraj

- **Arterije**

Imajo **debele** stene, ker so čvrste in elastične. Imajo debelo **vezivno** plast. Prilagajajo se delovanju srca, zato jih imenujemo tudi **utripalnice**. To je pomembno ker s tem **blažijo** spremembe krvnega tlaka. Te se zmanjšujejo z oddaljenostjo od srca

- **Vene**

Imajo tanko **vezivno-mišično** plast. V njih je tlak **manjši** in **enakomeren**.

Pretok krvi proti srcu omogočajo:

- **Srce**, ki deluje kot črpalka, ko se razširi in v njem nastane podtlak.
- Delovanje **mišic** in **arterij**, ki pritiskajo na stene ven.
- **Zaklopke** v notranji steni ven. Ko se vena stisne lahko gre kri zaradi zaklopke le proti srcu. Zaklopke omogočajo pretok krvi v eno smer.

- **Kapilare**

Imajo steno iz **endotela**. Prepredajo tkiva. V njih poteka **izmenjava** snovi med krvjo in celicami.

Izmenjavo omogočajo:

- tanka stena kapilar
- počasen pretok krvi v kapilarah
- večji pritisk krvi v kapilarah, kot je pritisk medceličnine zunaj kapilar

- razlika osmotskih tlakov krvi in medceličnine

**Medceličnina** je tekočina, ki **obdaja** celice in nastane iz krvi. Arterije se cepijo na **manjše** arterije, te na **arteriole** (najtanjše arterije), te na **kapilare**. Kapilare se združijo v najtanjše vene (**venule**)...

**Arterijski del** □ **visok** krvni tlak, del krvne plazme **izhaja** iz kapilar (filtracija krvne plazme), iz krvi gre v medceličnino: voda, soli, aminokisliline, glukoza, kisik.

V krvi ostajajo **raztopljene** beljakovine. Zaradi filtracije se **zmanjšuje** krvni tlak. Ker se povečuje **koncentracija** beljakovin, se povečuje **osmotski** tlak krvi, zato **venoznem** delu kapilarnega prepleta v krvi, vstopa iz medceličnine **voda** z raztopljenimi presnovnimi produkti celic (**CO<sub>2</sub>**). Celice torej **izmenjujejo** snovi z medceličnino. V venoznem delu kapilarnega prepleta vstopi v kri **manj** tekočine, kot jo v arterijskem delu **izstopi**.

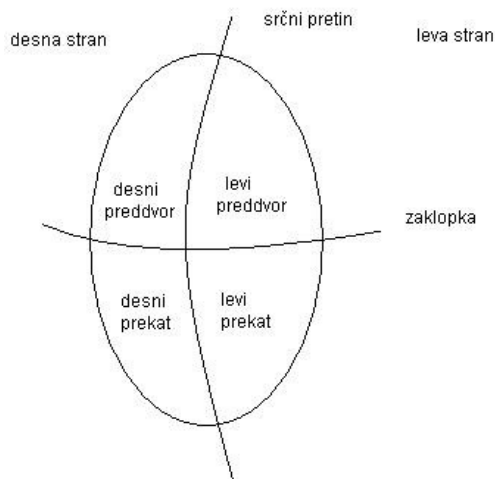
## [Limfni obtok](#)

Limfni obtok se prične z limfnimi **kapilarami** v tkivih v katere prehaja iz medceličnine **limfa** ali **mezga**. Po sestavi je limfa podobna **medceličnini**. Ne vsebuje krvnih celic, razen **levkocitov**. Odvečna medceličnina se tako preko limfnega odtoka **vrača** v kri. Limfne kapilare se združujejo v limfne **žile**. Te so po zgradbi podobne **venam** (tanke stene, zaklopke). Limfne žile se stekajo v **bezgavke** ali limfne **žleze**. Iz vsake bezgavke izstopa le **ena** žila. V bezgavkah **dozorevajo** in se **razmnožujejo** limfociti (ena vrsta levkocitov). Močno se namnožijo v primeru da limfa iz tkiv prenese v bezgavke različne **povzročitelje** bolezni. Limfni sistem ima zato pomembno **obrambno** funkcijo. Ob takem dogajanju se limfne žleze močno **povečajo**. Končno se vsa limfa zbere v velikem prsnem **limfovodu**, ki se priključi **največji** veni, ki vodi kri v srce.

## Srcce

Srce je **votla** mišica in leži v prsni votlini med prsnima **kriloma**. Obdaja ga vezivna ovojnica **perikard**.

Zgradba:



Srčni **pretin** vzdolžno razdeli srce na levo in desno polovico. Srčni **zaklopki** prečno razdelita srce na zgornja preddvora (**atrija**) ter spodnja prekata (**ventrikla**). V preddvora **doteka** kri iz telesa. Ta del srca deluje kot **črpalka**. V preddvora vodijo **vene**. Izven ventriklov izhajajo **arterije**. Med prekati in arterijami so **zaklopke**. Prekati delujejo kot **tlačilke**. **Potiskajo** kri v arterije.

Delovanje srca:

Srce se **ritmično** krči in sprošča. En srčni **cikel** obsega krčenje atrijev, nato krčenje ventriklov in sproščanje atrijev (**sistola** □ krčenje, **diastola** □ sproščanje).

Srčni cikel lahko razdelimo v štiri faze:

- o **1. faza:** **Atriji** se krčijo, **ventrikli** so sproščeni, **AV zaklopke** so odprte, polnijo se **ventrikli**.
- o **2. in 3. faza:** **Stene** ventriklov se krčijo, **pritisk** v ventriklih zato narašča, ko je pritisk **večji** kot v atrijih se AV zaklopke **zaprejo** in na izhodu iz srca **odprejo**, ko je tlak v ventriklih večji kot v obeh **odvodnicah**.

Leva in desna polovica srca predstavljata dve **funkcionalni enoti** in zagotavljata tok krvi po dveh zaporednih žilnih zankah, ki se začneta in končata v srcu.

### 1.) **PLJUČNI ali MALI KRVNI OBTOK:**

Začne se v desnem ventriklu, deoksigenirana kri (vsebuje ogljikov dioksid, nima pa kisika), gre v pljučno arterijo, ta se cepi naprej do najmanjših arteriol, te pa se cepijo v kapilare. Kapilare obdajajo pljučne mehurčke. Iz krvi gre ven CO<sub>2</sub>, v kri pa vstopa O<sub>2</sub> iz pljuč. Venule se združijo v pljučne vene, ki v srce vodijo deoksigenirano kri (vsebuje kisik) ter vodijo kri v levi atrij.

Leva stran srca ima oksigenirano ali arterielno kri. Iz levega atrija gre kri v levi ventrikel, iz tega izhaja aorta, ki nosi oksigenirano kri, ta se cepi na manjše arterije, ki vstopajo v organe. Te se cepijo v arteriole, te pa v kapilare (kapilarni preplet – poteka filtracija krvne plazme). V kri vstopa

ogljikov dioksid, iz krvi pa izhaja kisik. Kapilare se združijo v venule, te pa v vene, ki izstopajo iz organov. Venule se tako cepijo na veno cavo, ki pa vodi v desni atrij.

Naloga malega krvnega obtoka je **izmenjava dihalnih plinov** med zrakom v pljučih in krvjo. Kri odda CO<sub>2</sub> in O<sub>2</sub>.

## 2.) **SISTEMSKI ali VELIKI TELESNI OBTOK:**

Naloga velikega telesnega oz. systemskega obtoka je **oskrba celic** s hranilnimi snovmi in s kisikom ter **odnašanje produktov celične presnove**.

## 3.) **JETRNI KRVNI OBTOK:**

Jetni krvni obtok je izjema. Tudi v jetra vstopa arterija (prinaša kisik in hranilne snovi) in izstopa vena (odnaša produkte celične presnove). V jetra vstopata dve žili veni, ki izstopata iz črevesa in vranice. Takšno veno imenujemo vena vratnica ali vena porta. Vena vratnica v jetra prinaša produkte prebave. Tu se ti produkti skladiščijo, pretvarjajo in po potrebi tudi uničujejo strupe. V jetra vstopata jetrna arterija in vena vratnica, izstopa pa le jetrna vena.

Mišična stena leve polovice srca je **močnejša**, ker kri pošlje po vsem telesu. Stena desne polovice srca je **tanjša**, ker kri pošlje le do pljuč.