

# Biologija človeka

## Tkiva

- ◆ MOLEKULA- neodvisen nevtralni delec, ki je sestavljen iz dveh ali več atomov istega ali različnih elementov in lahko obstaja neodvino od drugih delcev.
- ◆ ORGANEL- trajna struktura v celici mnogoceličanem oz. enoceličarem živem bitju, ki ima določeno nalogo.
- ◆ CELICA- najmanjša življenska in razmnoževalna enot, ki vsebuje vse strukture potrebne za življenje, in kaže vse življenjske znake.
- ◆ TKIVO- skupina celic, ki imajo podobne naloge in so podobno zgrajene. Z razvojem tkiva je povezana delitev dela, zato je organizem zgrajen iz različnih tkiv.
- ◆ ORGAN-del telesa pri mnogoceličarjih, zakaterega je značilna specifična funkcija, zunanja zgradba in celična zgradba. Vsak organ je zgrajen iz številnih celic, ki so povezane v tkiva.
- ◆ ORGANSKI SISTEM- je skupina med seboj povezanih (po delovanju) organov.
- ◆ ORGANIZEM- živo bitje z značilnimi življenjskimi znaki, kot so prehranjevanje, rast, razmnoževanje in vzdražljivost.

Poznamo več različnih tkiv : krovno , vezivno, mišično, živčno in maščobno tkivo. Vsako od teh tkiv ima specifično zgradbo in nalogo.

### KROVNA TKIVA ali epitel

Imajo tesno povezane celice z malo medceličnine. Celice v krovnem tkivu se tesno stikajo in so razporejene eni ali več plasti/ skladov. Njegova prvenstvena naloga je zaščita zunanjih delov telesa in notranjih organov, njihova tesna povezanost jim omogoča, da so s tem neprepustne za nekatere snovi in mikroorganizme. V nekaterih tkovnih tkivih pa more potekati tudi izmenjava snovi, tam se plast celic stanjša (notrajost nekaterih organov. žile, notranje površine pljučnih mešičkov). Krovna tkiva so večinoma nastala tako, da so se uvihali površinski deli zarodka (sluznice prebavne cevi, sluznice dihalnih cevi in pljučnih mešičkov, m sluznice sečnih in spolnih izvodil), deloma pa tudi iz drugih zarodnih delov. Glavne naloge epitela – zaščita celic oz notranjega okolja proti zunanjim vplivom, izločanje snovi, gibanje snovi v telo, iz njega ali po telesu (migetalčno).

- ◆ enoskladni ploščati epitel- tanka plast omogoči prehod snovi, gladek pa preprečuje tvorbo strdkov (kapilare ) pljučni mešički in kapilare

- ◆ večskladni ploščati (zunanje sploščne, notranje manj- zaščita) povrhnjica kože (površinske celice mrtve), sliznica požiralnika in nožnice (površinske celice žive).
- ◆ Izoprizmatški kubični – žleza ščitnica in slinavka- izločanje
- ◆ visokoprizmatški- izločanje- želodčna sluznica in sluznica tankega črevesja (in absorbcija)
- ◆ migetalčni-sluznica sapnice(odstranjuje sluz in prah v žrelo), jajcevod (pomika jajčno celico)
- ◆ prehodni (spreminjajoči) večskladni – notranja plast sečnega mehurja – omogoča raztezanje zaradi spreminjanja oblike celic

## VEZIVNA TKIVA

Vezivna tkiva povezujejo in podpirajo različne dele telesa. Celice so slabo ali sploh ne povezane, saja se med celicami nahaja matična snov (matriks), ki predstavlja medceličnino. Ta je bogata z različnimi snovmi kot so beljakovin, ogljikovi hidrati in se anorganske snovi, vezivna tkiva so različno trda- nekatera so brez strukturnih vlaken in so popolnoma tekoča (krvno tkivo in mezga-limfa), trdna kot npr. hrustanec in še trdnejša kot so kosti. Njihova naloga je ali da prenašajo snovi, da dajejo obliko in oporo telesu ter čvrstost. Vezivna tkiva sestavljajo tudi kolagenska vlakna, to so močna beljakovinska vlakna, iz katerih so sestavljene kite in ovojnice, ter elastična vlakna, zgrajena iz beljakovin in delujejo kot vzmet, ki daj tkivu prožnost. Glavne naloge so prenos snovi, opora, zaščita, zapolnjevanje prostorov in hranjenje energijskih zalog.

- ◆ krvo vezivno tkivo – prenašanje snov, uničevanje tujkov, strjevanje krvi-plazma, rdeče krvničke, bele krvničke, krvne ploščice
- ◆ rahlo vezivno tkivo- z malo vlaken (a kolagenska in elastična), vgrajena v skorajda vse organ- podkožno (povezuje kožo z mišicami), v sluznicah
- ◆ maščobno- shranjevanje maščobnih kaplic, dolgoročna energijska zaloga, - podkožno, okrog oči in ledvic (zaščitno oblazinjenje)
- ◆ čvrsto-(večinoma kolagenska vlakna) kit in vezi, koža
- ◆ elastično-stene velikih arterij (ohranjanje krvnega tlaka), okrog pljučnih mešičkov (pospešuje normalen izdih)
- ◆ kostno –(kalcijeve snovi in kolagenska vlakna, prehranjuje se s krvjo) kost za oporo telesa, zaščito
- ◆ hrustančno- (prehranjuje se s difuzijo)stene sapnika, nos, uhlji, med vretenci, na površinah sklepov

## MIŠIČNA TKIVA

Mišično tkivo je specializirano za krčenje (kontrakcijo), celice so nitaste ali vretenaste, razporejene po bodisi strogo vzporedno bodisi v manj urejenih smereh. V notranjosti mišic s razporejene nitaste beljakovine (omogočijo krčenje), ki so v različnih mišicah različno razporejene, tako da se tudi načini krčenja mišic razlikujejo.

- ◆ prečno progaste mišice- dolge nitaste celice (mišična vlakna), razporejene vzporedno kot kakšne proge. Krčenje po dolžini medtem ko ostane širina skoraj nespremenjena. Pritrjene so na kosti- premikanje skeleta in tvorba toplote.
- ◆ gladke mišice- niso razporejene vzporedno, ampak se razporedijo od pritrjevalnih plošč, na katere se pripenjajo v različnih smereh. Tako se prikrčenju po dolžini ne skrajšajo, precej pa se med krčenjem spremenijo v širini. Njihovo krčenje je počasnejše, delujejo bolj varčno in porabljajo manj energije. Primer- stene arterij (vzdrževanje krvnega tlaka), stene želodca in črevesja (preristaltična gibanje), šarenica (uravnavanje širine zenice).
- ◆ srčna mišica- posedna oblika prečno progaste mišice.

## ŽIVČNO TKIVO

Je sestavljeno iz živčnih (nevronov) in nevroglialnih celic. Živčne celice so specializirane za prenašanje električnih signalov in sproščanje kemičnih signalov, s katerimi uravnavajo delovanje živčnih in drugih tkiv. Nevroglialne celice pa nudijo živčnim oporo, omogočajo njihovo prehranjevanje, blažijo prevelike spremembe koncentracij ionov okrog njih in zagotavljajo, da so električno izolirane.

## RAKASTA TKIVA

Včasih celice nenadoma uidejo iz nadzora in se začnejo ravnati po drugačnem razmnoževalnem progami, ki ni v nikakršnem sorazmerju z drugimi celicami v okolju. Začnejo se nenadzorovano deliti- nastane bula imenovana tumor. Poznamo nenevarne tumorje (benigni), ki počasi rastejo in so ponavadi neškodljivi (pege, lipomi), razen če ovirajo delovanje živlensko pomembnega organa. Zlohotni ali maligni tumorji rastejo hitro, izraz rak pomeni več kot sto oblik bolezni, ki lahko vzniknejo iz katerekoli celice v skorajda vsakem tkivu v telesu. Ker se tako hitro razmnožujejo, celice tumorjev se po krvnih ali limfnih žilah širijo na različna mesta in tam začnejo napadati nova tkiva. Tak novonastale rakaste celice v drugih področjih telesa imenujemo zasevki ali metastaze.

Rakaste celice niso več specializirane za opravljanje posebnih nalog v tkivu in lahko zaradi te nenormalnosti se izmuznejo nadzoru hormonov in živce. Postanejo zajedase celice, ki prav nič ne prispevajo gostiteljskemu tkivu, pač pa ga celo uničujejo.

# Prebavni sistem

Človek je heterotrofno bitje, ki mora dobiti energijo v obliki hrane. Sprejete hranilne snovi se razgradijo v osnovne sestavine v prebavnem traktu s pomočjo encimov. Razgrajene snovi telo porabi bodisi za izgradnjo lastnih snovi bodisi za nadaljno razgradnjo, pri kateri se sprosti energija.

Molekule, iz katerih je zgrajena hrana, so večinoma velike, zato jih mora telo razgraditi, tako da jih lahko sprejmejo vse telesne celice (veliki toliko, da lahko prehajajo skozi celične membrane). V hranilnih molekulah se morajo cepiti različne vezi, to opravijo encimi. Vendar nekateri encimi bolje delujejo v kislem okolju, drugi pa v bazičnem. Zato je prebavni trakt razdeljen na kislo okolje (želodec), kjer poteka le prebava, v alkalnem okolju (tanko črevo) pa poteka prebava in vsrkavanje hranilnih snovi. Prebavni trakt se začne v ustih in konča v danki (usta, žrelo, požiralnik, želodec, tanko črevo, debelo črevo, danko in zadnjična odprtina). Čeprav ima vsak odsek svojo nalogo imajo vsi skupno, da se vzdolž celotne prebavne cevi priklapljujejo izvodila različnih prebavnih žlez, ki so lahko združene v en organ (žleze slinavke, deli trebušne slinavke in deli jetr) ali pa posejane po prebavnem traktu v manj opaznih strukturah. Iz njih se izločajo prebavni encimi, ki večje kose hrane in velike hranilne molekule razgradijo v manjše- PREBAVA. Prebavljene snovi se potem vsrkavajo iz notranjosti črevesja prek absorpcijske površine v kri in limfo.

Absorpcijska površina (sluznica) ima za to funkcijo tudi prilagojene celice, prebavne žleze so pod sluznico in se izlivajo v sluznične gube oz. resice. Sluz maže notranjost prebavnega trakt in ščiti sluznico pred prebavnimi sokovi.

Mešanje in potiskanje hran v prebavni cevi omogočajo dve močni plasti mišic (notranja plast krožno, zunanja vzdolžno).

## USTA

V ustih se začne prebava hrane tako, da se mehansko zdrobi z žvečenjem (žvekalne mišice in zobje) hkrati pa se začne tudi kemično razgrajevati.

V otroštvu imajo mlečne zobe (20), nato pa dobimo stalne zobe (32- 4 sekalci, 2 podočnika, 4 ličniki, 6 kočnikov). Vsak zob je vraščen v čeljust v zobni jamici (alveoli), na kost v zobni jamici ga pritrjujejo nitke (del zobnega tkiva, blažijo žvečenje), ki se razpenjajo med površino zobne korenine in kostjo. Zobna korenina je obdana z zobnim cemetom, ki sega do zobnega vratu, nad vratom pa zob prekriva dlesen. Del zoba, ki moli iz dlesni je zobna krona, na zunanji strani je sklenina (najtrša snov v telesu), glavčina pa je z zobovine (dentina). Dentin je v sredini votel, vanjo vstopajo iz čeljusti živci in krvne žile → zobna meča ali pulpa.

Zobna gniloba (karies) se pojavi takrat ko bakterijske kisline razjede sklenino in dentin, vstopijo v pulpo, zob pa se vname.

Med žvečenjem se hrana prepoji s slino s prebavnim encimom amilaza, ki začne razgrajevati škrob v preproste sladkorje. V treh parih slinavk (obušesnih, podjezični in počeljustni) se tvori slina, ki ovlaži hrano v ustih in neprestano vlaži. Pri žvečenju hrane pomaga tudi jeziki, ki hrano potiska med zobe in pri požiranju.

Žrelo je prehodni organ za zrak in hrano, vodi v grlo (govorni organ) in požiralnik. Da hrana ne bi zašla v grlo, to uravnava posebno središče v možganih, tako da zapira in odpira poklopec. Če pa hrana kljub temu zaide v grlo se sproži refleks kašljanja (preprečuje zadušitev).

Po obdelavi hrane v ustih grižljaj zdrsne po žrelu v požiralnik s pomočjo peristaltike (močni valovi mišičnih krčenj).

## ŽELODEC

Grižljaji hrane, ki drsijo po požiralniku, se ustavijo v želodcu (prazen ima volumend do 0,5 L, polen pa 1 L). Je delno zaščiten z rebrno kletko in je najširši del prebavnega trakta. Poleg zapiralne mišice ma prehodu v želodec, ima tudi na koncu mišično zapiralko- vratar (pilorus). Ta zapira prehod v dvanajstnik. Želodec je sestavljen iz več plasti:

- ◆ želodčna sluznica, ki je nagubana (visokoprizmatske celice in žlezne celice, ene celice izločajo predstopnje encimov-pepsinogen- in sluz, druge pa solno kisline HCl). V plasti sluznice celice izločajo prestopnje encimov in solno kislino → želodčni sok. Želodčni sok se cedi skozi želodčne jamice, kjer tudi žleze izlivajo svoje encime.
- ◆ podsluznica, plast rahlega tkiva, ki se povezuje z mišično plastjo
- ◆ mišična plast, sestavljena iz več plasti (krožno, prečno in vzdolžno), ki se ritmično krčijo, s čimer mešajo želodčni sok in hrano → želodčna kaša.
- ◆ membrana

Čas, ki je potreben za nastanek želodčne kaše, je odvisen predvsem od vrste hrane. Delno prebavljena želodčna kaša se zaradi krčenja želodca in sproščanja vratarja v rednih razmakih izbrizgava v dvanajstnik.

Želodec torej deluje na dva načina- sestavine razgradi mehanično z gnetenjem želodčne kaše in kemično s pomočjo encimov (v kislem pH). Želodčni sok se sestoji iz vode, solne kisline, sluzi in encimov.

- ◆ SLUZ- prekiva želodčno sluznico in preprečuje, da bi želodec sam sebe prebavil.
- ◆ SOLNA KISLINA- uniči bakterije in druge parazite, glavna naloga pa je ustvarjanje kislega okolja
- ◆ ENCIMI- se izločajo iz žlez se aktivirajo ob stiku z solno kislino (kislo okolje). Eden takih je pepsinogen (predstopnja encima), ki se aktivira ob stiku s solno kislino. Pri tem nastane pepsin, ki razgrajuje peptidno vez in cepi beljakovine na manjše enote – peptide. Poleg encimov za beljakovine, se izloča še encim za razgradnjo maščob.

Prebavni sokovi se morajo izločiti v prebavni cev s količini zaužite hrane in s časom zaužitja. Najbolj ustrezno sproščanje prebavnih sokov uravnava v nekaterih delih živčni sistem, v drugih pa hormonalni sistem. Izločanje sline je skoraj v celoti pod nadzorom živčnega sistema- tako preprosti kot pogojni refleks (ko vidiš hrano, ali misliš o njej). Ko zaužijemo hrano, se vzdražijo čutila (mehanski in kemični dražljaji). Vzburjenje, ki nastane pod vplivom čutilnih celic, potuje po čutilnih živcih do osrednjega živčevja, tam se po obdelavi podatkov preklopi na gibalne živce, ki vodijo do žlez, te se vzdražijo in začnejo izločati.

Hrana v ustih pa ne povzroči samo slinjenja, temveč sproži prek usteznih živčnih impulzov tudi živčne impulze, ki delujejo neposredno na celice, ki izločajo želodčni sok. Dejujejo tudi na celice, ki izločajo hormon gastrin. Gastrin se izloči v žile, ki obdajajo hormonalne celice, kri pa ga zanese v druge dele prebavne cebi. Tam dodatno spodbudi izločalne celice, da izločajo še več želodčnega soka. Še več gastrina se izloči, ko hrana pride v želodec. Gastrin povzroči tudi, da se začne mišičje v želodcu in črevesju krčiti. Ko se količina solne kisline v želodcu poveča, se gastrin preneha izločati. V prebavilih gastrin ni edini hormon, ki se izloča. Naloga hormonov je predvsem usklajevanje izločanja prebavnih sokov iz pomožnih žlez in žlez v sluznici.

## TANKO ČREVO

Iz želodca preide želodčna kaša v tanko črevo (dvanajstnik, tešče črevo ali jejunum, ter vito črevo ali ileum). Tanko črevo se začne tik pod vratarjem, konča pa se v slepem črevesu, ki je že začetek debelega. V tankem črevesju se prebava nadaljuje, začne pa se tudi vsrkavanje (absorbpcija) prebavljenih molekul. V prebavilih absorbpcija poteka aktivno in pasivno v kri in mezgo do različnih tkiv oz. organov.

Prvi odsek tankega črevesa je dvanajstnik. Epitelne celice dvanajstnika izločajo vodno sluz. V dvanajstnik vodi izvodilo trebušne slinavke ter skupno izvodilo jeter in žolčnika. Trebušna slinavka izloča sok v katerem so bikarbonat (nevtralizira kislino želodčno kašo), prebavni encimi, ki razgrajajo maščobe (lipaza), beljakovin (tripsin) in ogljikove hidrate (amilaza). Ti encimi delujejo bolje v bazičnem okolju, zato morjo sokovi, ki se izločajo v notranjost črevesa, ustvariti ustrezen bazični pH.

Za prebavo maščob je potreben poseben postopek. Ker so slabo topne v vodi, ji je potrebno najprej razpršiti, to že deloma opravi ritmično gibanje želodca, nato pa se pod vplivom hormonov skozi žolčevod v dvanajstnik izlije žolč (ki je shranjen v žolčniku, a nastaja v jetrih) in razprši oz. emulgira večje dele maščob. Soli v žolču omogočijo, da nastajajo majhne maščobne kapljice, ki so dostopnejše za encime iz skupine lipaz.

V tankem črevesu se peristaltika nekoliko spremeni, ne potiska vsebine samo v nepovratno eno smer, ampak jo meša sem ter tja v določenem odseku. Tako stiskanje in gnetenje se ritmično ponavlja vzdolž celotnega tankega črevesa, tako da dobera premeša črevesno vsebino.

V tankem črevesu se začne absorbpcija. Notranja površina črevesa ima krožne gube, ki povečajo absorpcijsko površino, poleg tega pa povečujejo površino še črevesne resice. Črevesne resice pa so pokrite s epitelnimi celicami, ki so pravtako razbrazdene.

Skozi prebavno cev gre zaradi izločanja različnih žlezni izločkov (encimov) in drugih tekočin vsak dan približno 11 l tekoče kaše, iztrebi se pa 1 dl nerabnih snovi (iztrebkov), vse ostalo absorbira. Večina absorpcije poteka v teščem in vitem črevesu. Absorbirane snovi preidejo pretežno z aktivnim transportom (porablja se ATP) skozi površino mikrovilov v absorpcijske celice, ki so na površini resic. Ogljikovi hidrati se razgradijo v notranjosti tankega črevesa v disaharide, te pa vsrkajo absorpcijske celice. Encimi v celicah razgradijo disaharide v monosaharide, ki nato s difuzijo preidejo v krvne kapilare.

Drobne kapljice maščobe se prilepijo na površino absorpcijskih celic, razgrajeni produkti maščob v kapljicah zlahkoto prehajajo prek membrane z difuzijo. Iz absorpcijskih epitelnih celic prehajajo v drobne limfne žile. Prebava maščob se ponavlja zaključiti takrat, ko črevesna

kaša doseže vito črevo, žolčne soli pa se nato vsrkajo v vito črevo in preidejo ponovno v jetra in žolčnik.

## JETRA

Jetra so poleg možganov najbolj vsestranski organ, saj opravljajo več kot 500 presnovnih funkcij. Sestavlja jih na stotine tisoč enot imenovanih jetrni režnjiči. Vsak režnjič ima zelo veliko kockastih celic, med katerimi teče kri (portaln venan jetrna arterija). Ena od številnih nalog jeter je shranjevanje glukoze, ki je poglaviti vir energije za telesne celice. Glukoza se v jetrih shranjuje v obliki polimer glikogena, ki se spomočjo biokemičnih reakcij po potrebi takoj spremeni v glukozo. Tudi iz mlečne kisline sintetizira glukozo, ki po potrebi preide v kri, ali pa se shrani v obliki glikogena. Jetra shranjujejo tudi vitamine (A in B, ter tudi v maščobah topne D, E, K), minerale (železo, kalij in baker). Jetrne celice izdelujejo tudi holesterol, krvne beljakovine, posebne faktorje za strjevanje krvi in sečnino (pri pretvorbi aminokislin iz preostankov v katerih so strupene snovi kot z dušikom).

Jetra tudi razstrupljajo razne snovi, ki bi bile škodljive za organizem. Tako se npr. z oksidacijo razstruplja alkohol. Ker se v jetri porabi veliko energije za presnovo, stopnjo presnove in toploto, ki se sprošča, uravnava hormon tiroksin.

Ena od pomembnih nalog jeter je tudi izgradnja in razgradnja aminokislin, ki jih sintetizira vseh 12. Zato teh aminokislin ni potrebno posebej zaužiti s hrano, ker jih jetra znajo sintetizirati iz manjših enot. Ostalih (esencialnih) 8 pa moramo zaužiti s hrano. Aminokislina, ki jih telo ne potrebuje za gradnjo telesnih beljakovin, se v jetrih razgradijo in porabijo za sproščanje energije ali pa se pretvorijo v maščobe.

Bolezni jeter- ciroza (prekomerno pitje alkohola), hepatitis (vnetje- z okužbo), žolčni kamni.

## DEBELO ČREVO

Zadnji del prevodne cevi je debelo črevo, ki se konča z danko, ta pa se odpira navzven z zadnjično odprtino (rektum). Tanko črevo se z desne strani priključi na debelo črevo, v drugo pa v dolgo zavito debelo črevo. Na koncu slepega čreva je slepič, njegova funkcija ni pomembna za telo (zakrnel organ), če zaide vanj večja količina blata, se vname. V debelem črevesu ni resic, saj ti se prebava črevesne vsebine preneha -sluznica debelega črevesa ne izloča prebavnih sokov, ampak le sluznico, ki maže iztrebke in lajša prehod. Tako je ena od nalog debelega črevesa, da kašasto tekočino, ki pride iz tankega črevesa, pretvori v iztrebke, pri tem pa vskra vodo, minerale in vitamine.

V debelem črevesu je več milijard bakterij, ki živijo na račun preostanka hrane in tvorijo zelo pomembne vitamine (K in B). S fermentacijo, ki poteka v teh organizmih, razkrajajo ostanke hrane, s tem pa se sproščajo polni ( $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $CH_3$ , HS). V sluznici je veliko protiteles, ki preprečuje razne bolezni, ki bi jih povzročile bakterije.

Danka s katero se debelo črevo konča, s peristaltičnimi valovi potisne blato iz telesa. To sproži refleks iztrebljanja.

Mnogokrat se v sluznici debelega črevesa razvijejo nenormalni izrastki (polipi), ki lahko krvavijo in so včasih vzrok za slabokrvnost. Nemalokrat se razvijejo celo v raka, v razvitih državah je prav ta rak med najpogostejšimi od rakavih obolj.

# Obtočila

Glavna naloga obtočil je prenašanje snovi (kisik, hrana, hormoni, odpadni produkti) in toplote, uravnavanje notranjega okolja in zaščita organizma (protitelesa, krvničke, snovi za mašenje ran).

Kri je tekoče tkivo, sestavljeno iz trdnejših krvnih celic (rdeče barve) in tekoče matične snovi-krvne plazme (rumenkasta tekočina).

Krvno plazmo tvori kar 91 % vode, saj je odlično topilo, poleg vode pa so v krvni plazmi še absorbirane hranilne snovi. Skoraj vse hranilne snovi so dobro topne v vodi, zato jih telo brez težav ponese raznese po vsem telesu. Odpadne snovi pa od celic pošlje do ledvic, kjer se prefiltrirajo. V krvni plazmi pa najdemo še plazmatske beljakovine, ki se tvorijo v jetrih. Te beljakovine so pomembne za uravnavanje količin v krvi. Ena od beljakovin –albumini- vežejo nase vodo (osmotski tlak). Krvna plazma se neprestano precejo skozi kapilare v medcelične prostore, albumini pa so tako veliki, da ne morejo zapustiti kapilar in povečajo osmotski tlak, s tem pa tekočina spet vstopa v kapilare. Tako nastane med pronicanjem krvi skozi kapilare in osmotskim tlakom, neko ravnotežje, katere glavno vlogo imajo albumini.

Globulini pa sodelujejo pri prenašanju maščob po krvi (gama globulini pa delujejo kot protitelesa- tvorijo jih limfociti, vrsta levkocitov). V krvni plazmi pa so tudi sladkorji, maščobe, minerali in odpadne snovi (sečnina).

Drugi del krvi so krvne celice (krvničke). Poznamo rdeče krvničke (eritrociti), bele krvničke (levkociti) in krvne ploščice (trombociti), ki se tvorijo v krvnotvornih (hemopoetskih) organih. Eritrociti in trombociti se tvorijo v rdečem kostnem mozgu (predvsem v ploščatih kosteh), levkociti pa v limfnem tkivu (vranici, limfnih vozlih, priželjcu).

## RDEČE KRVNIČKE

Njihova glavna naloga je prenašanje kisika iz dihalnih organov do celic. So sploščene celice, ki imajo osrednji del vbočen, saj nimajo jedreca (edine celice brez jedra). Vendar do neke mere izpolnjujejo pogoje za celice, saj imajo v rani mladost jedra in druge organele, ki jih v času dozorevanja izgubijo (za njihovo delovanje niso ključnega pomena). Posledica izgube jedra pa je to, da krvničke živijo precej manj časa kot ostale celice. Zato neprestano nastajajo iz zarodnih celic v rdečem kostnem mozgu. Izdelovanje krvničk mora biti hitro, saj je normalno število eritrocitov kar 4,5 do 6 milijonov na kubični milimeter (krat 6000). Če je v krvi manj kisika kot običajno, začne v ledvicah nastajati hormon eritropoetin, ki spodbudi procese v rdečem kostnem mozgu, da začne proizvajati večje število krvničk (primer visokogorja).

Rdeče krvničke so napolnjene z beljakovino, ki deluje kot dihalni pigment, sestavljen iz 4 zavrtih polipeptidnih verig (globin), vsaka veriga pa ima v sredini nebeljakovinski del hem. Celotno molekulo dihalnega pigmenta imenujemo HEMOGLOBIN. Kisik se veže na železove atome, ki so vgrajeni v hemu (nujno potrebna zadostna količina beljakovin in železa). Za nastajanje eritrocitov je ključnega pomena še vitamin B (zaradi neprestanega podvojevanja DNK), ki ga dobimo s hrano. Da pa se ta ne bi prebavil v prebavili, se iz žleznih celic v želodcu izloča posebna snov, ki prepreči razgradnjo in pospesi absorpcijo v tankem črevesu.



Med tvorbo in razpadom eritrocitov vlada (v normalnih razmerah) neko ravnotežje, s tem je količina hemoglobina enaka. Če pa se ravnotežje poruši, temu pravimo anemija (najbolj razširjena je pomankanje železa). A anemija ni sama po sebi bolezen, ampak samo znak številnih drugih.

## BELE KRVNIČKE

Glavna naloga belih krvničk je obramba telesa proti škodljivim mikroorganizmom in tujim beljakovinom. Belih krvničk je manj kot rdečih, imajo jedra in so mnogo večje. Levkociti nastajajo iz zarodnih celic v rdečem kostnem mozgu, nekatere pa tudi v limfnem tkivu.

Med zrnate levkocite spadajo bazofilci, eozinofilci in nevtrofilci.

Nevtrofilci so sposobni fagocitoze. Fagociti npr. ameba uvihajo celično membrano in na tem mestu sprejemejo delec hrane. Nastali mešiček se nato zažeme, tako da v citoplazmi nastane prebavna vakuola, vanjo se izločijo encimi, ki razgradijo vsebino. S fagocitozo se v telesu odstranjujejo škodljivi delci, bakterije. Zato jih nasplošno imejemo celice požiralke. Prav med zrnatimi belimi krvničkami si najštevilčnejše celice požiralke.

Druge vrste levkocitov- eozinofilci onesposablja tuje bakterije, to je pomembno zlasti pri alergičnih reakcijah in okužbah z raznimi zajedalci, saj so vir tujih beljakovin. Bazofilci vsebujejo zrna, polna snovi proti strjevanju krvi (heparin) in hkrati še snovi, ki se sprošča pri vnetnih reakcijah (histamin). Heparin preprečuje nenormalno strjevanje krvi v krvnih žilah, medtem ko histamin pomaga pri vnetnih reakcijah (napravi stene kapilar prepustnejše, tako lahko prehajajo beljakovine, bela krvna telesa in tekočina, ki se naberejo na poškodovanem mestu).

Nezrnate bele krvničke (monociti in limfociti) nastajajo v limfatičnih tkivih vranice, limfnih vozlih, priželjcu in tudi kostnem mozgu. Monociti so tudi sposobni fagocitoze in so precej učinkovitejši. Nekatere od teh celic se namreč pretvorijo v velike celice požiralke- makrofagi. Monociti uspešno požirajo tujke in mikrobe, poleg tega pa se odstranjujejo odmrle ali poškodovane celice, s tem sodelujejo pri popraviljanju poškodovanih tkiv. Limfociti so pri obrambi nepogrešljivi, saj takoj prepoznajo tujke, ki zaidejo v telo.

Vse vrste velikih krvnih telesc se nahajajo tako v tkivnih tekočinah zunaj žil kot v krvi. Številni levkociti so sposobni ahebidnega premikanja, zato se lahko prerinejo med celicami kapilar. Makrofagi se razdelijo nek del ima stalno mesto in so značilni za določene organe (jetra, vranica, mozeg, vezivno tkivo sluznic, podkožje ...)- tkivni makrofagi, drugi negibljivi pa v krvi požirajo odslužene rdeče krvničke.

Levkemija je vrsta raka, kjer se nebrzdano razmnožujejo levkociti nenormalne oblike in izrivajo normalne. Hkrati pa je tudi moteno nastajanje rdečih krvničk in ploščic, nato nenormalne celice preidejo v kri in druge organe, kjer motijo delovanje.

## TROMBOCITI

To pravzaprav niso popolne celice, temveč le delci celic. Nastanejo tako, da se iz zarodne celice pretvorijo v posebne celice- megakariocit (celica z velikim jedrom), ki potem razpadejo na trombocite. Trombociti živijo največ 9 dni, njihova glavna naloga je mašenje ran, zato so zelo pomembne pri homeostazi in izguba krvi je za homeostatske procese lahko usodna.

Mehanizem mašenja ran poteka takole- če se poškoduje arterija ali vena, začnejo trombociti sproščati serotonin, ki vpliva na gladke mišice v žilah tako, da se skrčijo. Mišice se skrčijo in odprtina se zoži. Zmanjšano odprtino lahko zamaši krvni strdek, ki nastane kmalu zatem, če se žila ne bi zožila, bi kri veliko lažje odplavila strdek. Kadar pa se ranijo kapilar (poškodba premajhna za krvni strdek) krvne ploščice postanejo lepljive in začnejo lepiti robove poškodovane kapilare. Pri večjih rana pa mora nastati krvni strdek, pri katerem ne sodelujejo le trombociti, ampak še cela vrsta biokemičnih reakcij. V to reakcijo so udeležene snovi, ki ponavadi krožijo po krvi in snovi, ki krožijo s krvjo le ko se pojavi poškodba ter posebna vlakna, ki se zlepijo in povežejo med sabo in eritrociti. S tem utrdijo krvni strdek.

V mehanizmu strjevanja krvi sodeluje veliko snovi, ena od ključnih je beljakovinski faktor VIII., ki sodeluje pri prvi stopnji. Če te beljakovine primanjkuje, se ustavi že prva stopnja. Za sintezo te beljakovine je odgovoren gen na kromosomu X. Zato ta bolezen (hemofilija) prizadane bolj moške, Brez zdravniške pomoči so hemofiliki ves čas v življenjski nevarnosti, saj že majhne rane privedejo do neustavljivih krvavitev.

Ateroskleroza je stanje, ko se začnejo nalagati maščobne obloge (holesterol) na stene žil. Stene žil postanejo hrapave in na te predele se začnejo nalagati krvne ploščice, nastane krvni strdki. Širina krvne žile se začne manjšati in resno ovirati krvni pretok. Obloge so skupek lipoproteinov, holesterola, vezivnega tkiva, trombocitov, včasih kalcija. Tako stanje je še posebej nevarno če zamaši venčne žile (oskrbujejo srce s hranili) ali možganske žile. Če pri tem odmre tkivo zaradi nezadostne preskrbe s krvjo je to kap.

## KRVNI OBTOK

Krvni obtok, ki je sklenjen, se začne in končuje v srcu. Iz srca izhaja sistem odvodnih (arterijski sistem), ki hitro razporedi kri po vsem telesu, v njega pa vodi sistem dovodnih (venski sistem), sistema povezuje splet kapilar.

Mali krvni obtok vodi tako:

- ◆ iz desnega dela srca kri s teče po pljučni arteriji v pljuča
- ◆ v pljučih se kri obogati s kisikom
- ◆ od pljuč vodi kri pljučna vena do levega dela srca.

V velikem krvnem obtoku poteka pot takole:

- ◆ Levi del srca potisne kri, ki je ravno prišla iz pljuč, po veliki telesni odvodnici (aortni najdebeljša arterija). Nad srcem tvori aortni lok, ki se potem spušča proti hrbtenici (oskrbuje notranje organe). Iz dvigajočega dela aorte se odcepljajo žile, ki oskrbujejo s krvno srčno steno- koronarne (venčne) arterije.
- ◆ Iz aortnega loka se odcepijo žile, ki oskrbujejo glavo in zgornje okončine.
- ◆ Arterija, ki je usmerjena navzdol, se na ledvenem predelu razdeli na dve črevesni arteriji, ki oskrbujeta s krvjo spodnje okončine in spodnji del trebuha.
- ◆ V posameznih telesnih delih preidejo velike arterije v manjše arterije imenovane arteriole, te pa nazadnje v kapilare (žile lasnice).
- ◆ V območju kapilar preide arterijski sistem v venskega.
- ◆ kri iz kapilar se zbira v venulah (najtanjših venah), in preide v dve večji veni z zaklopkami (zgornja telesna vena in spodnja). Spodnja telesna vena zbira kri iz spodnjih okončin in trupa, zgornja pa iz glave in zgornjih okončin.
- ◆ obe veni se izlivata v desni del srca → hkrati se začne mali krvni obtok

V arterijskem delu krvnega obtoka (iz srca) vlada visok krvni tlak, v venskem delu pa zelo nizek. Zato je venskega pretoka 2-3 več. Za veliko telesno veno spodnjih okončin je značilno, da kri zastaja.

Stene vseh žil so sestavljene iz črvste zunanje vezivne plasti, iz osrednjega prožnega tkiva s plastmi gladkih mišic ter iz notranje enoslojne vezivne plasti. A arterije imajo debelejšo plast mišičevja in vezivnega tkiva, ker ko srce potisne krv po žilah, se ustvari visok krvni tlak in arterije morajo biti dovolj močne ta to vzdržijo. Na notranji strani ven je sicer gladka plast vezivnega tkiva, a se ponekod uviha v zaklopko. Venske zaklopke iz dve loput, preprečujejo, da bi se kri vračala (pomembno še posebno pri človeku- evolucija iz 4 na 2 noge). Če se katera od zaklop okvari, vsa teža pade na prejšnjo zaklopko, tako se ponavadi okvari vrsta zaklopk in kri zastaja → krčne žile (noge- površinski in notranji venski sistem, notranji podkrepjen z mišičevjem, površinski odvisen od zaklopk).

## KAPILARE

Kapilare so najmanjše krvne žile, v njih kri zastaja, da lahko izmenjajo snovi s celicami. Zamanjava poteka prek kapilarnih sten, ki so zelo tanke. Stene kapilar so enocelične plasti, so v bistvu podaljšani del notranjega epitela. Kapilare se razpredajo po vseh tkivih razen v vrhnjici (mrtve celice) in hrustancu (difuzija), očeni leči in roženici. Ker v telesu ni dovolj krvi, da bi napolnila vse razpoložljive preplete kapilar naenkrat, mišice pripravijo vhode v posamezne preplete. Popolnoma se odprejo takrat, ko v predelu naraste potreba po kisiku ali hranilih.

Kapilarni prepleti so tam kjer pride do izmenjave snovi med krvjo in tkivno tekočino, ki jo obdaja celice. Snovi prehajajo v obeh smereh. Plini prehajajo s difuzijo (kisik, ogljikov dioksid). Pri prehodu snovi iz kapilar v tkivno tekočino pomaga krvni tlak. Ko kri vstopi v kapilare je tlak v kapilarah še vedno višji kot v okolici. Zato kri pritiska na drobne stene kapilar, tako da se tekoči del krvi začne filtrirati v okoliško tkivno tekočino.

Ker kri izgubi veliko vode pri filtraciji se ustvari osmotski tlak, tako se začne tekočina, ki je s filtracijo zapustila kapilare vračati nazaj, le brez hranilnih snovi in kisika, ampak z odpadnimi snovmi in CO<sub>2</sub>. Tkivna tekočina sodeluje tudi pri ohranjanju krvnega tlaka.

## SRCE

Glavna črpalka (sesa in tlačil) krvi je srce- je votel mišičast organ, ki se ritmično krči, s čimer pogaja kri po telesu. Človeško srce ima štiri prostore, ki so med seboj ločeni z močnimi mišičnimi stenami in zaklopkami. Srce loči oksigenirano in deokigenirano kri tako da se v celoti predeli. Ena polovica črpa kri iz pljuč in jo potiska po telesu. Druga pa črpa iz telesa in potiska proti pljučem. Taka razporejenost krvi omogoča ptičem in sesalcem tudi višje stopnje metabolizma za vzdrževanje telesne temperature. Vsaka polovica ima dve kamrici, ki morata sočasno sesati kri iz ven in potiskati kri v arterije. To nalogo opravlja torej z dvema zgornjima kamricama – preddvoroma (atrij) in z dvema spodnjima kamricama prekatoma (ventrikel). Levo in desno srce je v celoti predeljeno, oba preddvora sta od prekatov ločena z zaklopkama, iz vezivnega tkiva. Zaklopki odpirata (podtlak) in se zapirata (nadtak) pasivno.

Srčni cikel:

1. deokisigenirana kri vstopi v desni atrij ali prekat (zaklopka je zaprta), tako da se mišice sprostijo
2. prekat se skrči in kri vstopi v ventrikel

3. ventrikel se skrči in potisne kri proti pljučem
4. oksigenirana kri se vrne iz pljuč proti srcu v lev atrij (zaklopka zaprta)
5. atrij se skrči, zaklopka se odpre in kri vstopi v ventrikel
6. ko se ventrikel skrči, kri požene po celem telesu do celic

Ko se krči desni predvor se krči tudi levi, enako velja tudi za prekata. Večino dela opravi ventrikla, ker kri potisneta v arterije, zato so mišične stene ventriklov močnejše. Najmočnejša mišične stene levega ventrikla (okisgenirana kri), ker kri potiska po celotnem velikem krvnem obtoku.

## KRVNI TLAK

Krvni tlak je sila, ki deluje na površino žilnih sten in omogoča, da se kri na primernih mestih filtrira iz žil. Ko kri, ki potuje navzdol po aorti tlak upada, saj elastičnost arterijskih sten začne počasi krvni sunek dušiti. V arteriolah že močno upadeta tako pulzni tlak kot tudi tlak med sprostitvijo srca. V kapilarah pa med tema tlakoma ni razlike, sta pa ravno dovolj velika, da omogočata flitiranje in ne poškodujeta enoceličnih sten kapilar. Ko pride kri iz kapilar v vene, pada krvni tlak se kar naprej, tako da v veliki telesni veni doseže zelo nizko vrednost.

Krvni tlak je v pljučni arteriji vedno nizek, zaradi tankih sten in manjše moči desnega atrija. To je zelo pomembno, saj v pljučih ne sme priti do filtracije. Če bi namreč v kapilarah, ki so v pljučnih mehurčkih, prišlo do izstopanja krvne plazme, bi ta zalivala pljučne mešičke (izmenjava plinov bi bila motena). Če levi deli srca ne deluje pravilno → ni več zmožen iztisniti krvi kolikor se je vrača iz pljučnih venah → kri se nabira v pljučih → moten prenos kisika (kašljanje, težko dihanje in utrujenost).

Zelo pomembno je koliko krvi se vrača po venah, saj če količina upade, se srčna mišica ne raztegne dovolj in srce izgubi moč. Obstaja več načinov, ki preprečijo stekanje krvi v venah v obratni smeri.

- ◆ zaklopke v venah
- ◆ mišična črpalka- so skeletne mišice, ki obdajajo zlasti globoke vene. Sicer te mišice služijo za premikanje, ampak so delujejo kot črpalka (pomaga med hojo in tekom).
- ◆ dihalna črpalka- ko dihamo tudi stiskamo z dihalnimi gibi vene v prsnem košu in pomagamo vračati vensko kri v srce
- ◆ hitrost srčnega utripa in moč krčenja- se krvni tlak poviša
- ◆ povečana telesna aktivnost- če pa srce utripa prehitro, se lahko zgodi, da se med utripi ne napolni do konca, delo srca se zmanjša, pravtako pa tlak
- ◆ arterije in vene s rahlo skrčene, kar vzdržuje normalni krvni tlak med sprostitvijo srčne mišice. Če se mišice sprostijo krvni tlak upade.

Po obilnejšemu obroku se recimo žile okoli prebavnega trakta razširijo, ker mora zaradi vseh prebavnih aktivnosti v prebavni trakt priti več kisika. Da pa telo ohrani normalen krvni tlak, se drugje žile sprostijo. Zato si po obroku skorajda ne moremo privoščiti nobene naporene telesne aktivnosti (ni dovolj krvi za mišice in prebavni trakt).

Obstaja nekaj hormonov, ki vplivajo na krvni tlak. Hormon nadledvične žleze noradrenalin skrči mišice in poveča tlak, adrenalin pa poveča tlak, pospeši in ojača bitje srca. Tudi antidiuretčni hormon vpliva na krvni tlak. Iz hipofize se izloča takrat, ko se v telesu zmanjša količina vode. Hormon pospeši absorpcijo vode v ledvicah in prepreči, da bi iz urinom izgubljali vodo, s tem prepreči tudi nadaljni padec krvnega tlaka.

Na krvni tlak vpliva tudi živčevnje. Živčevje spreminja tako hitrost kot tudi moč krčenja. V podaljšani hrbtenjači obstajata dve srčni središči (pospeševalno in zaviralno), ki pošiljata živčne impulze po simpatikusu (pospeševalno) in parasimpatikusu (zaviralno).

OD KOD DOBI SSRČNO SREDIŠČE PODATKE, NA PODLAGI KATERIH DELUJE SRCE ?

Ker srce črpa kri, je bistveno, da vzdržuje neprestano optimalni krvni tlak in hkrati dovaja vseh tkivom kisik in odvaja CO<sub>2</sub>. Ključni podatki so torej tlak in plina → v vratnih arterijah receptorji, ki zaznavajo količino kisika, v aorti pa so receptorji, ki zaznavajo krvni tlak. Receptorji za pH in hkrati za CO<sub>2</sub> so v možganskem deblu.

Povišan krvni tlak je nevaren za srce, to stanje imenujemo hipertenzija- rizični dejavnik za bolezni srčnih žil (srčna kap). Tudi kajenje sproža krčenje krvni žil. Pri zniževanju krvnega tlaka pomaga zmerna telesna vadba in hujšanje.

## JETRA

Podsistem sistemskega krvnega obtoka je jetrni krvni obtok. V tem krvenm obtoku teče kri od prebavnih organov in vranice, skozi jetra, nato pa se vrne v srce.

Začne se s kapilarami v prebavilih, kjer prevema kri molekule prebavljene hrane, nato pa se zbere v večje žile, ki se združijo v enotno portalno veno. Ta vodi kri v jetra, kjer se zoper možno razveji v žilni preplet, ki obdaja režnjiče ali jetrne kepice. Iz obrobja režnjičev se razširjajo proti notranjisti režnjiča razločno oblikovani prostočki, v katerih teče kri mimo stebričev jetrnih celic proti središču posamezne kešice režnjiča. Tam se zbere v osredni veni v sredini jetrnega režnjiča. Kri se iz posameznih osrednjih ven osrednjih kepic zbira v manjše, nato pa v večje vene do velike telesne vene. Na poti se tako se žile tako dvakrat razvejijo in stanjšajo, kjer poteka izmenjava snovi (prvič v prebavilih, drugič v jetrih).

Jetrni krvni obtok je zelo pomemben, saj presežno glukozo predela v glikogen. Drugače bi se koncentracija glukoze v krvi možno zvišala in če bi prišla do ledvic, bi veliko glukoze izločili z urinom. Druga pomembna naloga jetrnega obtoka pa je, da škodljive snovi, kot npr. alkohol, zadrži in jih prečisti, drugače bi snovi hitro prišle do srca in možganov, ki poškodovale možganske celice.

Jetrni obtok je pomemben za homeostazo, saj jetra oblažijo močan dotok raznih snovi, ki so lahko škodljive za telo.

# Dihala

Dobava kisika za celično dihanje omogoča zunanje dihanje, to se dogaja v celicah v dveh stopnjah:

- ◆ Krebsovem ciklusu
- ◆ dihalni verigi

V Krebsovem ciklusu se s pomočjo encimov odceplja od ostankov hranilnih molekul  $\text{CO}_2$ , sproščena energija pa se izkorišča za redukcijo visokoenergijskih snovi. Večina teh snovi se potem oksidira v dihalni verigi. V njej prehajajo visokoenergijski elektroni od enega oksidanta do drugega in nazadnje do kisika, ki se združi še s protoni, tako nastane  $\text{H}_2\text{O}$ . Z oksidacijo teh snovi pa se sprošča energija, ki se nazadnje shrani v molekuli ATP (adenozin trifosfat). Kisik in  $\text{CO}_2$  imenujemo dihalna plina. Ker se dokončna oksidacija hranilnih molekul s kisikom dogaja v notranjosti celic- celično dihanje. Za nemoten potek celičnega dihanja pa mora do celic neprestano prihajati dovolj kisika. – z difuzijo (od manjša koncentracije k večji). Če bi difuzija potekala po celotnem telesu bi bilo to prepočasno, saj je celic preveč, da bi difuzija potekala neovirano. Zato mora biti nek način, ki ponese kri v bližino celic v najboljšo oddaljene dele telesa.

Stene prek katere prehaja kisik, mora biti čim tanjša in ves čas vlažna. Take razmere so samo v pljučih- zunanje dihanje (plina se izmenjujeta z zunanostjo in notranostjo).

## DIHALNI SISTEM

Kisik v zraku preide v pljuča po dihalnih poteh. Potovanja dihalnih plinov po dihalnih poteh omogoča celotni dihalni (respiratorni) sistem, ki poleg cevja vključuje tudi dihalne mišice, dihalne živce in poprsne opne.

- ◆ zgornji dihalni trakt (vsi deli zunaj prsne votline)- nosna votlina, žrelo, grlo, zgornji del sapnika
- ◆ spodnji dihalni trakt-spodnji del sapnika, prsna votlina, sapnice, trebušna votlina

Sapnik se še zunaj pljuč razdeli v dve sapnici (bronhija), v pljučih pa se sapnici razdelijo v čedalje več manjših sapnic v sapničice. Prav na koncu sapničic se razširijo v pljučne mešičke.

Zrak vstopi v dihalni sistem skozi nos in po isti poti ga tudi zapusti. Sestava zraka je približno taka 21% kisika, 0,04 % ogljikovega dioksida in 78% dušika (ne sodeluje pri nobenem procesu, ga le izdihnemo), izdihnemo pa 16 % kisika, 4,5% ogljikovega dioksida, in nespremenjeno količino dušika.

V nosu, sestavljen iz hrustanca, sta dve nosnici z dlačicami (lovijo večje prašne celice), ki ju loči pretin. Povšino obeh nosnih votlin povečujejo nosne školjke. Školjke so koščene, zapognjene police na stranskih stenah nosne votlinem, pokrite s sluznico, v kateri je migetalčni epitel. Ko zrak prehaja skozi nosni votlini, se segreje in ovlaži, tako da v pljuča prispe segret in ovlažen zrak. Bakterije in drugi delci se ujamejo v sluzi, migetalke stalno

ženejo sluz proti požiralniku. Večino sluzi iz nosne votline tako pogoltujemo, bakterije in drugi mikrobi pa s sluzjo vred zdrknejo v želodec, kjer jih uniči solna kislina oz. želodčni sok. V zgornjem delu nosne votline so v sluznici vohalne celice (zaznavajo kemične snovi). Kostni, ki tvorijo strop nosne votline, so votle. Votline v njih so obdane z migetalčnim epitelom in sluznico. Funkcije teh votlin (sinusi), so zmanjševanje teže lobanjskih kosti ter ojačanje zvoka, saj služijo kot resonančni prostori za glasove, ki jih proizvajamo z glasilkami.

Dihalni trakt se iz nosu nadaljuje v žrelo (mišična cev) na začetku katere se stikata nosna in ustna votlina in na koncu se nadaljuje v požiralni in grlo. Ustna votlina se z mehkim nebom nadaljuje v žrelo. V zgornji del žrela se odpira tudi evstahijeva cev, ki je povezana z votlino srednjega ušesa. Prek te cevi se iznačuje zračni tlak s tlakom v votlini srednjega ušesa (drugače bi lahko bobnič počil, napet bobnič bi slabše prenašal slušne signale).

Na zadnji steni zgornjega žrela je velik zbir bezgavk- žrelnica. Je del telesne obrambe, sa štiti zgornje dihalne poti pred okužbami. Priključi se mu obrambno tkivo v stenah ustnega žrelamandljji. Skupaj z drugimi bezgavkami, ki so na korenu jezika, tvorijo okrog žrela obroč obrambnega mehanizma.

## GRLO

Zrak, ki prihaja po zgornjih dihalnih poteh v žrelo, nadaljuje pot prek grla v sapnik. Ker mora ta prehod za zrak ves čas nemoten, obdajajo grlo hrustanci ploščatih in viličatih oblik, povezani z vezmi (ogrodje trdo in prožno). Eden od teh hrustancev je poklopec, ki moli v žrelo. Med požiranjem se grlo dvigne, tako da poklopec zapre grlo in hrana zdrсне v požiralnik.

Poleg tega, da grlo omogoča ne moten prehod zraka, je druga njegova funkcija tvorba glasov. V zgornjem delu grla – glasilo- se razpenjata glasilki. To sta gubi iz vlaknastega tkiva, ki oblikujeta glas. Med dihanjem sta glasilki sproščeni, potegnjeni v stran, tako da nemoteno dihamo. Med govorjenjem se mišice v grlu napnejo in nategnejo glasilki prek grla, zrak iz pljuč ju zatrese in nastane zvok, ki ga z nadzorovani gibi mišic in izjemno občutljivim spremljanjem tresljajev glasil pretvorimo v jasen zvok. Med govorom nadzorujejo napenjanje mišic v grlu gibalni možganski živci. Bolj ko so glasilke napete višji je glas.

Od grla vodi proti pljučem enotna cev-sapnik(tracheja)- ki se razcepi v dve glavni sapnici (bronhija). Stena sapnika in sapnic je obdana s prstanastimi hrustanci, ki preprečujejo, da bi se dihalne poti sesedle. Sluznica v sapniku je, tako kot v grli in nosni votlini prekrita z migetalčnim epitelom. Migetalke neprestano odstanjujejo tuje delce, ki z zrakom zahajajo v sapnik. Delce odstanjujejo tako, da jih dlačice z usmerjenim gibanjem potiskajo naprej proti grlu nato proti požiralniku.

Sapnici se začneta cepiti v še manjše cevi v takoimenovano sapnično drevo. Najtanjše sapničice nimajo več hrustančnih obročev, končujejo pa se z grozdom pljučnih (aleveolarnih) mešičkov. Pljučni mešički so v posameznem grozdnem kupčku med sabo povezani in zbrani v tvorbo imejovano pljučna vrečka.

Pljuča ležijo v prsnem košu, kjer jih obkroža in štiti rebrna kletka. Notranjost prsne votline prekriva porebrnica (rebrna mrena), pljuča pa pokriva popljučnica. Porebrnica in popljučnica se tesno prilagata, med njima pa je plevralna tekočina, ki preprečuje trenje in omogoča tlak (gibanje pri dihanju).

Če ena izmed pljučnih mren, npr. popljučnica, počí, zaide v prosto med obema mrenama zrak in če je obsežen se pljučno krilo lahko sesede. Zato je treba takrat zrak izsesati. Pri manjših vdorih zraka je probemov manj, saj organizem čez čas sam resorbira ves plin, ki se znajde v prostoru med obema mrenama. Popljučnica se lahko vname (bakterije...) → pljučnica. Vneta porebrnica- trenje med njima, pri dihanju ostre bolečine.

## ZUNANJE DIHANJE

Med dihalne mišice štejemo trebušno predpono in zunanje in notranje medrebrne mišice. Trebušna predpona se splošči in pomakne navzdol, če se skrči. Medrebrne mišice pa potegnejo rebra navzdol in navzven.

Zunaj zračni tlak se sicer nekoliko spreminja, a se giba okrog 100 kPa (a odvisno od nadmorske višine). Tlak med porebrnico in popljučnico je nekoliko nižji. Tekočina med njima to preprečuje, tako da nastane med njima rahle podtlak. Ta omogoča, da pljuča ves čas sledijo spremembam prsnega koša in trebušne prepone. Med vdihom in izdihom se spreminja tlak tudi v samih pljučih (pod, nad zunanjim).

Vdih ali inspiracija:

1. po preponskem živcu pripotujejo ukazi za krčenje mišic
2. prsna votlina se razširi zaradi krčenja medrebrnih mišic in trebušne prepone.
3. širjenje koša
4. širjenje porebrnice
5. ker se pljuča razširijo, je tlak znotraj pljuč manjši in potegne zrak v pljuča, dokler se tlak ne izenači

Izdih ali ekspiracija:

1. pošiljanje živčnih impulzov iz podaljšane hrbtenjače začne hitro upadati,
2. trebušna predpona in ostale mišice se sprostijo
3. pljučno tkivo je prožno in ker je bilo med vdihom raztegnjeno, začne tkivo pljuč vleči skupaj
4. pljuča se krčijo in stiskajo pljučne mešičke
5. tlak naraste nad zunanjim, zaradi česar se začne zrak izstiskati iz pljuč
6. normalen izdih je pasiven proces, ki je pretežno odvisen od normalne prožnosti zdravih pljuč

Pri emfizmu pljuča izgubijo prožnost in se ne morejo skrčiti- kajenje, dolgotrajno izpostavljanje onesaženemu zraku. Prašni delci, ki jih stalno vdihavamo dražijo stene pljučnih mešičkov, tako da se nazadnje okvarijo - popadejo in nastanejo večje votline, a neučinkovite. To tkivo začne nadomeščati vlaknasto tkivo- brazgotina, tako ne otežuje dihanje samo zmanjšana dihalna površina, ampak tudi zabrazgotinjeno tkivo (težko dihanje, tudi z opustitvijo kajenja se ne ozdravi).

Aktivno lahko iztisnemo iz pljuč več zraka (npr. pri govorjenju, petju, pihanju balona ...), ko ga izdihnemo med normalnim izdihom in zato potrebuje več mišic.

Dihalna kapaciteta- prostornina zraka pri normalnem vdihu in izdihu

Vitalne kapaciteta- prostornina vsega zraka, ki ga lahko izmenjamo v pljučih med največjim vdihom in izdihom .



Rezidualni volumen- je rezervni volumen, ki vedno ostane v pljučih ne glede na to kako vdihnemo ali izdihnemo, zato da se ne bi mešički zlepili skupaj.

Dopolnilna prostornina (globok vdih)- je razlika v protornini zraka med običajnim in največjim možnim vdihom.

Rezervna prostornina (globok izdih)- je razlika v protornini zraka med običajnim in največjim možnim izdihom.

## BOLEZNI

V zraku, ki ga dihamo, je na milijone mikroorganizmov (bakterije, virusi, glivice).

Okužbe zgornjih dihalnih poti vodijo ponavadi v lažje bolezni kot so prehlad (virusi napadejo celice v sluznici in žrelu, nosna sluznica nabrekne in začne izločati prekomerno sluz) in vnetje mandljev. Lahko pa se razvijejo resnejše bolezni- gripa. Virusni okužbi lahko sledi bakterijska- vnetje sinusov. Vnetje sapnic povzročajo virusi (kašelj z izmečkom, vročina)- bronhitis. Dolgotrajno kajenje in izpostavljenost vseh sapnic različnim onesnažilom iz zraka lahko privede do stalnega ali kroničnega bronhitisa. Astma je zožanje dihalnih poti. Ko pa nekateri dejavniki povzročijo, da se stene in sluznica vnamejo, pride do alergične reakcije. Alergeni sprožijo alergični odgovor, rezultat pri astmi pa je astmatični napad (dihalne poti se nenadno zožijo in poveča se izločanje sluznice), ki ga ublažimo z vdihavanjem snovi, ki zavirajo vnetje.

## PLJUČNI MEŠIČKI

Funkcionalna enota pluć so pljučni mešički, njihove stene so zgrajene iz preprostega ploščatega enoslojnega epitela, ki za difuzijo plinov skorajda ne pomeni nikakršne pregrade. V prostorih med grozdi pljučnih mešičkov je prožno vezivno tkivo. V vsakem pljučnem krilu je na milijone pljučnih mešičkov, vsakega pa obdaja omrežje pljučnih kapilar. Tudi stene pljučnih kapilar so sestavljene samo iz enojnega ploščatega epitela. Tako med zrakom, ki je v notranjosti pljučnega mešička, in krvno kapilaro samo dvosloj izredno tankih sploščenih celic, skozi katere z lahkoto poteče difuzija.

## IZMENJAVANJE PLINOV S KRIVJO

V telesu prehajajo plini iz območja višje koncentracije k nižji. Koncentracijo vsakega plina na določenem mestu izražamo v enotah parcialnega tlaka (čim višji je tlak, večja koncentracija). Zrak v pljučnih mešičkih ima torej višji parcialni tlak kisika, kot je v kapilarah, hkrati pa nižji parcialni tlak  $\text{CO}_2$ . Pri vdihu se pljučni mešički napolnijo z zrakom in kisik zaradi višjega parcialnega tlaka preide v kapilare,  $\text{CO}_2$  pa v pljučne mešičke. Kisik svojo pot nadaljuje po pljučni veni v levi preddvor v prekat in nato po celotnem telesu.

Večina kisika potuje po krvi tako, da se veže na hemoglobin v rdečih krvničkah. V krvni plazmi se ga raztopi le malo, tako da tak način ni učinkovit. Vezava med kisikom in hemoglobinom je šibka, tako da se zlahka prekine, ko kri teče mimo celic. Ko se kisik sprostilo iz hemoglobina, se raztopi v tkivni tekočini okrog celic- potuje v celice z difuzijo. Tam kjer je parcialni tlak kisika nižji (celice so zelo aktivne in potrebujejo za nadaljno aktivnost še več energije) se bo sprostilo več kisika. Kisik se s hemoglobina hitreje sprostilo takrat, ko je okolje bolj zakisano. Velike koncentracije  $\text{CO}_2$  v raztopini pa okolje zakisa.

Večina  $\text{CO}_2$  se prenaša v krvni plazmi, tako da se  $\text{CO}_2$  in vodne molekule spojijo v hidrogenkarbonatni ion  $\text{HCO}_3^-$ , največ 30%  $\text{CO}_2$  pa se prenaša s hemoglobinom. Ko kri prispe

v pljuča (paracalni tlak  $\text{CO}_2$  nižji), se začne odvijati obratni proces- karbonatni ioni razpadejo na  $\text{CO}_2$  in vodo. Ta se raztopi v plazmi od tod pa preide v pljučne mešičke in plin izdihnemo.

Vez s kisikom na hem je zelo šibka. S hemoglobinom se veliko hitreje veže ogljikov monoksid CO, ki nastaja pri izgorevanju klasičnih goriv (drva, nafta, oglje, olje). Zelo nevarno je če pustimo prižgan avto v zaprti garaži, saj če vdihujemo zrak, ki ima le 0,1 % CO, se zasiti že polovica celega hemoglobina v krvi. Vez med CO in hemom je močnejša kot med hemom in kisikom. Če je CO vezan na hem, do celic ne pride kisik, celice ne morejo opravljati celičnega dihanja, posledica pa je zanesljiva smrt.

Ko  $\text{CO}_2$  reagira z vodo, se tvori ogljikova kislina ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), ki razpade na dva iona:  $\text{H}^+$  in  $\text{HCO}_3^-$ . Čim več je prisotnih  $\text{H}^+$  ionov tem višji je pH, ter obratno. Dihanje torej vpliva na pH telesnih tekočin (če se ravnotežje ppruši, ga popravi).

Kadar pade učinkovitost izmenjave plinov ( $\text{CO}_2$  se kopiči), povečana zakisanost telesnih tekočin vzdraži živčne celice v dihalnem središču v podaljšani hrbtenjači, da povečajo dejavnost in nas prisilijo k vdihu. Lahko pa se zgodi tudi obratno- velika bazičnost, s tem ko nekaj časa pospešeno dihamo, tudi izhidnemo veliko  $\text{CO}_2$  (visoko v gorah).

V podaljšani hrbtenjači imamo dihalno središče, v njem sta dve vrsti živčnih celic- za uravnavanje vdiha in izdiha. V stenah žil, ki vodijo kri iz velike arterije v glavo in tudi v steni velike arterije blizu srca imamo čutila, ki zaznavajo kisik in sporočajo koliko ga je. V podaljšani hrbtenjači imamo še čutila, ki zaznajo količino  $\text{H}^+$  ionov, torej pH. Na delovanje dihalnega središča pa lahko vplivamo tudi z voljo (govor), torej na delovanje dihalnega središča vplivajo tudi višja središča v možganski skorji.

# Izločala

Koločina vode v telesu ima izreden pomen, pomembna je tudi osmotska vrednost vodne raztopine. Sestava ionov oz. električno nabitih delcev, ki vežejo vodo, v vseh telesnih tekočinah je natančno določena. Sestava pa se menja zlasti s količino vode, saj se ta neprestano spreminja (potenje, lulanje, iztrebljanje, z dihanjem). Tudi količina električno nabitih delcev se stalno spreminja (v črevesju se absorbirajo ioni), kar pomeni da spreminjajo koncentracije tudi v telesnih tekočinah.

Pri delovanju celic se sproščajo številni električno nabiti delci, ki lahko spremenijo pH, ali pa se pri presnovi izločajo škodljive snovi, ki jih mora telo izločiti (pri presnovi beljakovin nastanejo sečnina, kreatin in amonijak). Vse spremembe, ki nastanejo v telesu zaradi presnove, ali spremembe pH uravnavajo ledvica. Ledvica tvorijo tudi nekatere hormone. Ledvica imajo torej pomembno vlogo pri homeostazi notranjega okolja.

Ledvica morajo uspešno precejati krvno plazmo, zato da se izločijo škodljive in odečne snovi, hkrati pa morajo druge snovi, ki so telesu potrebne, pa ponovno absorbirajo. Izločanje in prevzemanje poteka pod nadzorom hormonalnega sistema. Krvna plazma se precej v cevke, vzdolž katerih so krvne žile. Prek krvnih žil se potem vsrkavajo snovi in voda, odvisno od potreb vzdrževanja homeostaze.

LEDVICA

- ◆ ledvična skorja, mikroskopsko jo prepoznamo tako da so v njej kroglaste tvorbe, ki so na začetku dolgih zavitih cev
- ◆ ledvična telesca- so kroglaste tvorbe,
- ◆ sečne cevke- so cevke, ki izhajajo iz ledvičnih telesc nefron
- ◆ ledvična sredica- iz ledvične skorje se nadaljujejo zvijajoče se sečne cevke, ki se zravnavajo in segajo globoko v led. sredico. Tam se zasučejo, in v veliki zanki zopet približajo kroglastim ledvičnim telescem. Tam se zlivajo v posebno zbirno cevko-zbiralce.
- ◆ zbiralce- na eno zbiralce se priključuje več sečnih cev. Ko teče seč po sečni cevki in po zbiralcu, se precej spreminja, tako da je na koncu po sestavi popolnoma drugačen kot na začetku.

Nefron je sestavljen iz ledvičnega telesca in sečne cevke in je osnova gradbena ter funkcionalna enota ledvic. Nefron filtrira tekočino iz krvi in v njem nastaja seč/urin.

Zbiralca iz vsakega režnja v ledvični sredici se izlivajo v ledvično čašo, v katero se steka več zbiralc. Urin, ki tako priteka iz zbiralc v ledvične čase, se potem zbere v ledvičnem mehu, vanj se izlivajo vse ledvične čaše. Iz ledvičnega meha izhaja sečevod, po katerem dovaja seč do sečnega mehurja. Sečevod vstopa (gladke mišice za peristaltične valove) v mehur skozi nekakšen predor, ki poteka pod kotom, zato da seč ne teče nazaj v sečevod.

Sečni mehur (zbiranje in spuščanje seča) je mišična vreča, ki leži takoj za sramno kostjo, mišica v steni mu daje kroglasto obliko (s krčenjem se krog zmanjša- izločanje seča, ko se sprosti zbira seč). Na dnu mehurja izhaja sečnica (pri ženskah krajša kot pri moških). Pri moških je v zgornjem delu sečnice še obsečnica oz. prostata, ki izdeluje izločke, ki so del semenske tekočine. Okrog začetnega dela sečnice se mišična vlakna razporedijo v obliki obroča (niso pod našim nadzorom, gladke). Medtem ko preostala nadzorujemo s hotnim nadzorom (prečnoprogaste mišice).

## NEFRON

Temeljna funkcionalna enota ledvic je nefrona, začne se v ledvični skorji. Nefron dolga zavita cevka, ki se začne s kroglasto oblikovano strukturo v skorji in se zasteza do sredine ledvice.

Kroglasto oblikova začetek nefrona je ledvično telesce (kroglast lijak), v katerem se preceja krvna plazma. Zato je ledvično telesce (Malpigijevo telesce) sestavljeno iz kapilarnega klobčiča in klobčičeva ovojnice (Bowmanova kapsula). Bowmanova kapsula je razširjen konec ledvične cevke, ki jo tesno objema kapilarni klobčič. V kapsulo vstopa arteriola, ki se v notranjosti razdeli v številne kapilar- kapilarni klobčič (glomerulus). Žile klobčiča se potem spet združijo v eno samo izstopno arteriolo (ista kot vstopa v kapsulo). Premer izstopne je manjši kot v stopne, kar vzdržuje visok krvni tlak v žilnem klobčiču (plazma se filtrira).

Notranja stena Bowmanove kapsule je prav tako zelo porozna kot kapilarne stene, zunanja plast pa nima por in je skorajda nesprepusna. Kapsula se nadaljuje v ledvično cevko. Ravni del ledvične cevke se zavije iz skorje v sredico, kjer se spet ostro obrne v ledvični zanki oz Henlejevi zanki. Potem se ledvična cevka nekajkrat zavije, dokler se ne priključi zbiralcu.

Vsi deli sečne cevke so obdani z obcevnimi kapilarami, razvije se žilni preplet okoli sečne cevke. V prepletu kapilar prehajajo arteriole vzdolž nefronske zanke v venule, te pa v vene, ki se združijo v ledvično veno.

## TVORBA SEČA

V tvorbo seča se vključujejo trije procesi, ki potekajo med krvnimi kapilarami in nefronom. Prvi je filtracija, ki poteka v notranjosti ledvičnega telesca. Drugi in tretji proces pa potekata vzdolž ledvične cevke, kjer se številne snovi ponovno vsrkavajo v krvne kapilare, nekatere pa se z dodatnik izločanjem iz kapilar preidejo v sečne cevke in se tako dokončno izločijo v krvi.

Filtracija v ledvičnem telescu je proces, pri katerem krvni tlak prisili krvno plazmo in snovi, raztopljene v njej, da zapustijo krvne kapilare- **primarni seč**, v njem je so še velike beljakovine in krvničke. Razlika v tlakih je glavni vir energije za filtriranje krvne plazme v ledvičnem telescu. V Bowmanovo kapsulo vstopi približno 25% krvi.

V filtratu se znajdejo odpadne snovi, ki so raztopljene v krvni plazmi, hkrati pa so tu tudi številne koristne snovi. Te snovi je treba po potrebi ponovno vsrkati v krvne kapilare. To se dogaja v procesu reabsorpcije (glukoza, aminokisliline, majhne beljakovine, ioni) vzdolž ledvične cevke. Reabsorpcija poteka za zadnjem delu sečne cevke in v zbiralcu. Tako se reabsorbira približno 99% primarnega seča. V ledvično časo torej steče 1 % seča, ki ni več podoben krvni plazmi niti primarnemu seču- **sekundarni seč**. Ta se steka v ledvične čase in v ledvični meh. .

V sečnih cevkah poleg reabsorpcije poteka še dodatno izločanje, pri katerem se iz krvnih kapilar aktivno izkločajo v primarni seč odpadni produkti (amonijak, dušikove snovi, vodikovi ioni- vzdrževanje pH).

Sekundarni sel ima svoje lastnosti, zato lahko na podlagi njega ugotavljamo različna stanje (bolezenska, nosečnost...), saj s sečem izločamo presežke snovi ali pa odpadne snovi (sečnina- odpadki pri beljakovinski razgradnji, sečna kislina- razgradnja nukleinskih kislin, kreatin-mišice, ioni, ...).

## URAVNAVANJE VODE IN PH

Skorja nadledvične žleze izloča hormon, ki preprečuje pretirano izgubo vode- aldosteron (spodbuja izločanje  $\text{Na}^+$  ionov, saj so ti osmotsko aktivni in jim zato voda sledi- voda prehaja iz filtrata nazaj v kri). Reženj hipofize izloča hormon, ki vpliva na delovanje ledvic- antidiuretični hormon (preprečuje preveliko izločanje vode s sečem, telo pa kljub temu odstrani vse škodljive snovi).

Ledvica preprečujejo odklone od normalne vrednosti pH s puferski sistemi. Če postanejo telesne tekočine preveč kisle, se bo v ledvicah začelo iz krvne plazme izločati v sečne cevke več  $\text{H}^+$  ionov, ponovno pa se bo začelo črpati v kri več ionov  $\text{HCO}_3^-$ . Tako procesi v ledvicah hitro izpostavijo ravnotežje pH na normalno vrednost.

Neppravilno delovanje ledvi nastane iz 3 spločni razlogov- predledvični, ledvični in poledvični. Dializa je način umetnega čiščenja krvi.