

https://www.youtube.com/watch?v=d8IfclFVEOU&ab_channel=RonManalastas

https://www.youtube.com/watch?v=wwHqpY_1riM&ab_channel=LecturioMedical

Zoologija

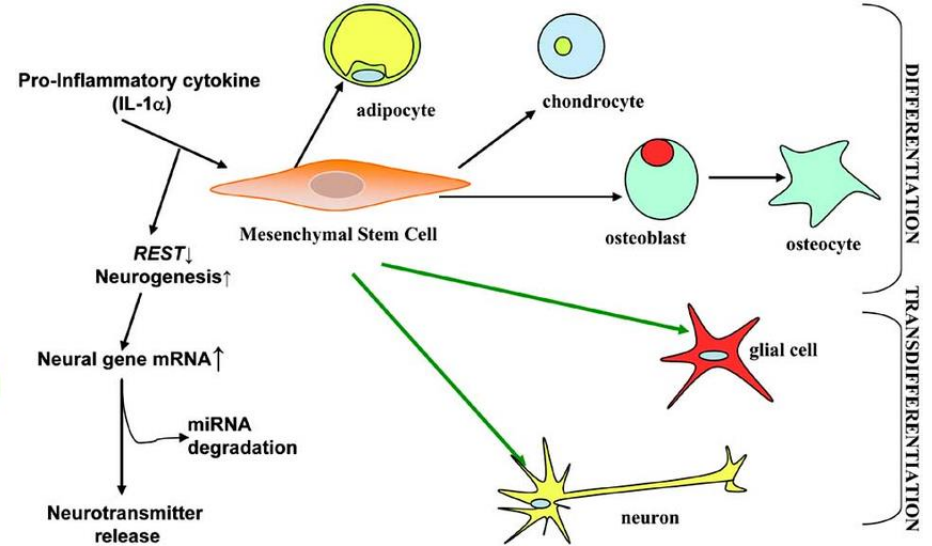
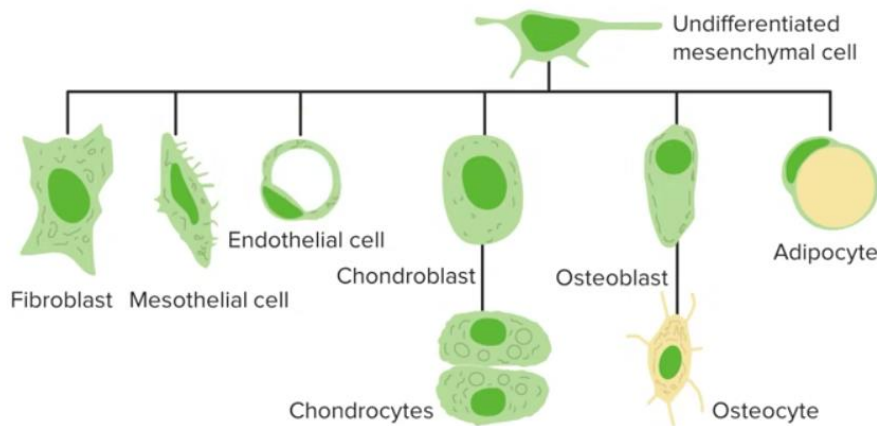
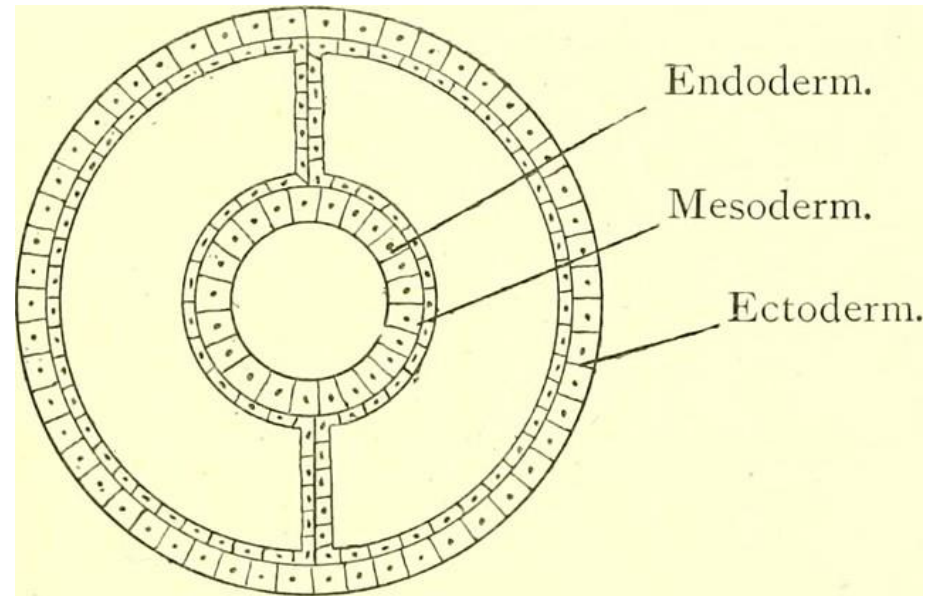
Predavanje 4
Vezivna tkiva
2022



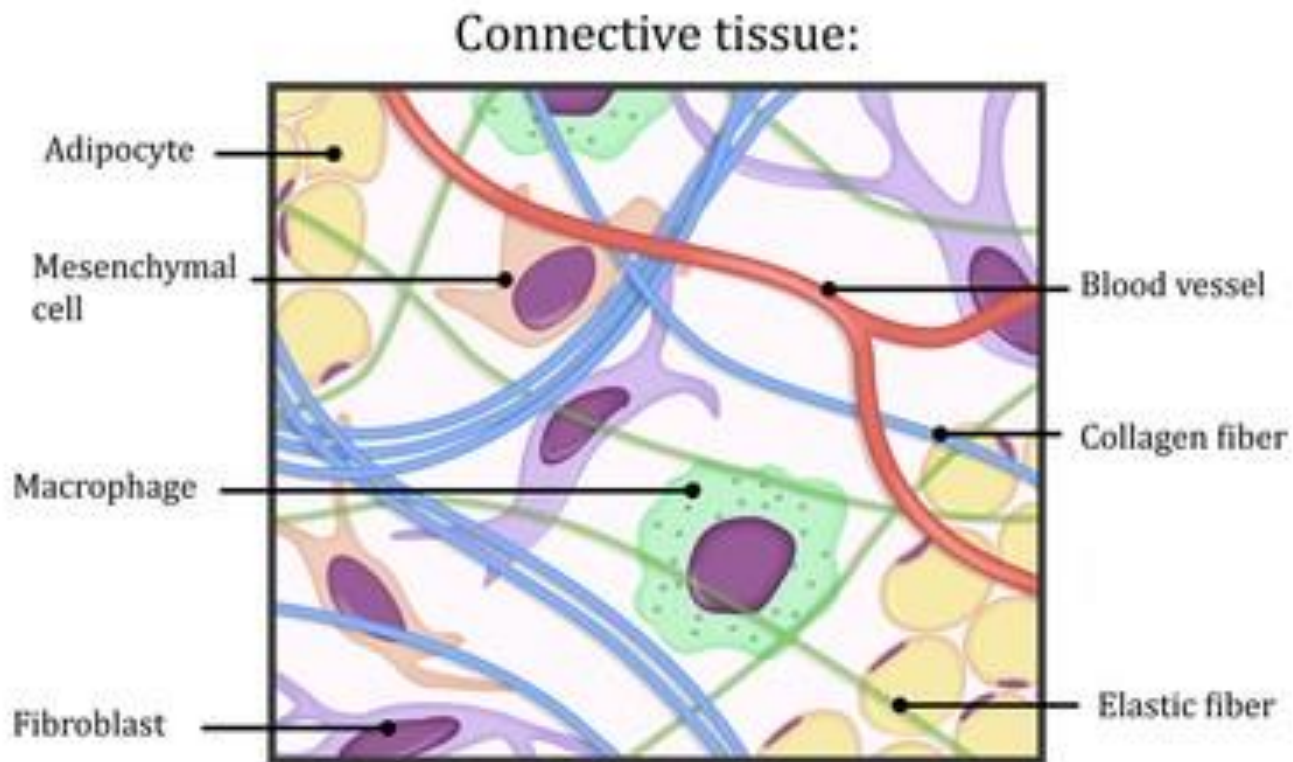
https://www.youtube.com/watch?v=LSxDtCql4Ww&ab_channel=TheHistologyWizard

https://www.youtube.com/watch?v=b-mnFW4Zn3Q&ab_channel=TheHistologyWizard

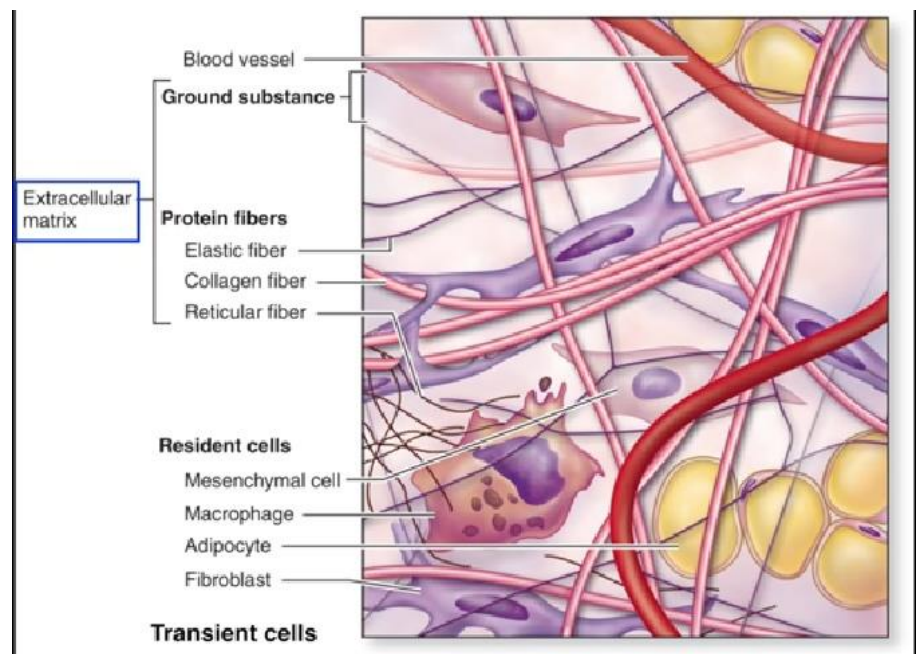
- Vezivna tkiva povezuju epitelno, mišićno i nervno tkivo u veće celine, odnosno organe i organske sisteme.
- Takođe, pružaju potporu i daju formu životinjskom organizmu.
- Vode poreklo od srednjeg klicinog listića (mezoderma).
- Od mezoderma se tokom embriogeneze razvija embrionalno vezivno tkivo, odnosno **mezenhim** od koga nastaju sva ostala vezivna tkiva, koja učestvuju u građi organa i organskih sistema u organizmu životinja.



- Vezivno tkivo se sastoji od **ćelija** i **ekstracelularnog matriksa** (ECM).
- Ekstracelularni matriks je izgrađen od **osnovne supstance** i **vezivnih vlakana**.

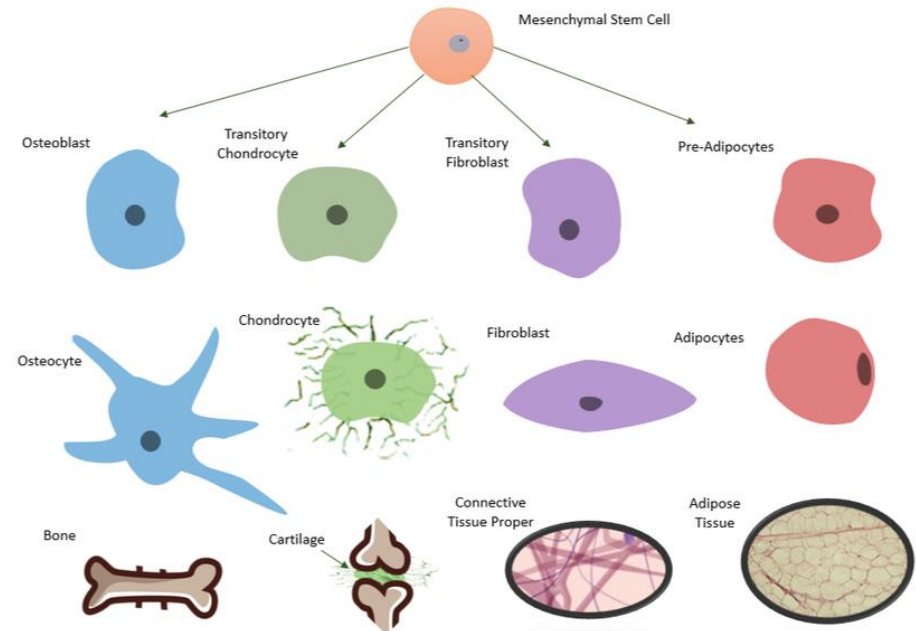


- **Ćelije** su osnovna komponenta vezivnih tkiva, jer njihovom aktivnošću nastaju **osnovna supstanca** i **vezivna vlakna**.
- Jedna od podela ćelija vezivnog tkiva je na **fiksne** i **lutajuće**.
- **Fiksne ćelije** nastaju i čitav životni vek provedu u istom vezivnom tkivu.
- U ovu grupu spadaju **fibroblasti, fibrociti, hondroblasti, hondrociti, osteoblasti, osteociti, adipociti, mezenhimske** i **retikularne ćelije**.
- Nastavak „-blasti“ ukazuje da su u pitanju mlade ćelije sa izrazitom sposobnošću deobe, dok nastavak „-citi“ znači da su u pitanju zrele ćelije, potpuno diferencirane, sa tačno određenom ulogom u tom tkivu.
- Većina pobrojanih fiksnih ćelija je vezana za tačno određeno tkivo, dok se fibroblasti mogu naći u različitim tipovima vezivnog tkiva.



www.ScientistCindy.Com

Mesenchymal Stem Cell Differentiation Into Connective Tissue Cells



- Lutajuće ćelije nastaju u kostnoj srži iz koje odlaze u krvotok.
- Putem krvotoka se transportuju u pojedine delove gde, zahvaljujući određenim stimulusima, napuštaju krvotok i dolaze do odgovarajućeg vezivnog tkiva.
- U lutajuće vezivne ćelije se ubrajaju **leukociti**, **makrofagi**, **plazmociti** i **mastociti**.



Neutrophil



Eosinophil



Basophil



Macrophage

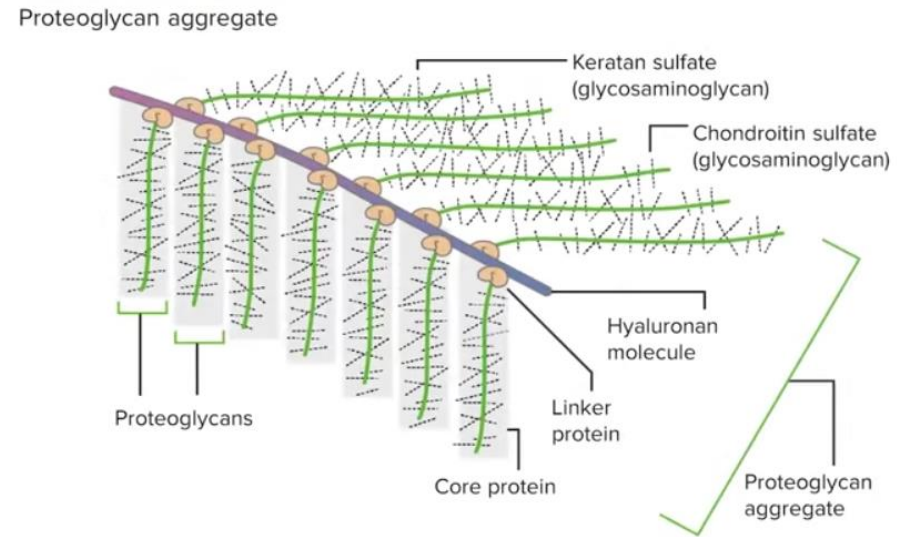


Plasma cell

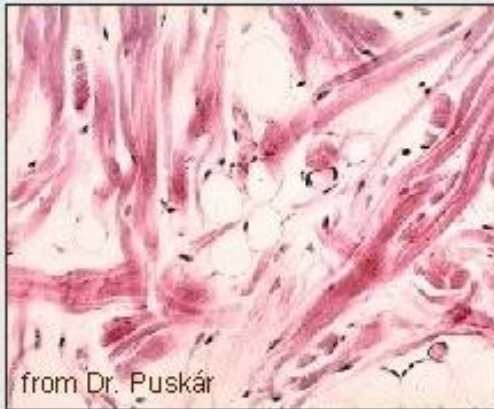


Mast cell

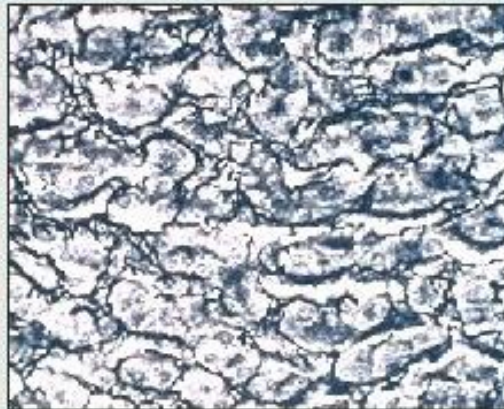
- Osnovna supstanca je **visokohidratisan gel** koji ispunjava ekstracelularni matriks, odnosno prostor oko vezivnih ćelija.
- Sastoji se od **glikozaminoglikana, proteoglikana i glikoproteina**.
- Ove komponente učestvuju u interakciji vezivnih vlakana sa ćelijama vezivnog i epitelnog tkiva, a luče ih vezivne ćelije.



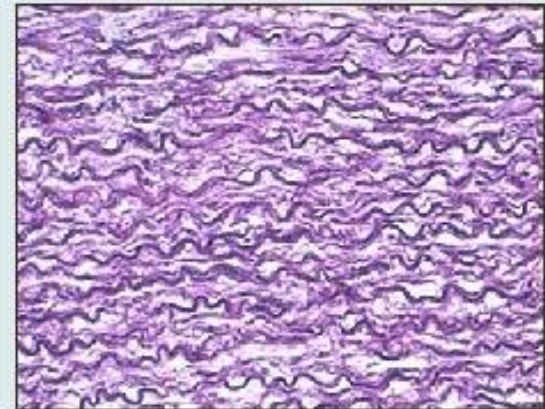
- Vezivna vlakna su komponente ekstracelularnog matriksa, nastala od prekursora sintetisanih od strane vezivnih ćelija.
- Osnovna uloga im je da vezivnim tkivima daju čvrstinu i elastičnost.
- Mogu biti: **kolagena**, **elastična** i **retikularna**.
- Sama funkcija tkiva određuje zastupljenost vlakana u njima.



**collagen
fibres**

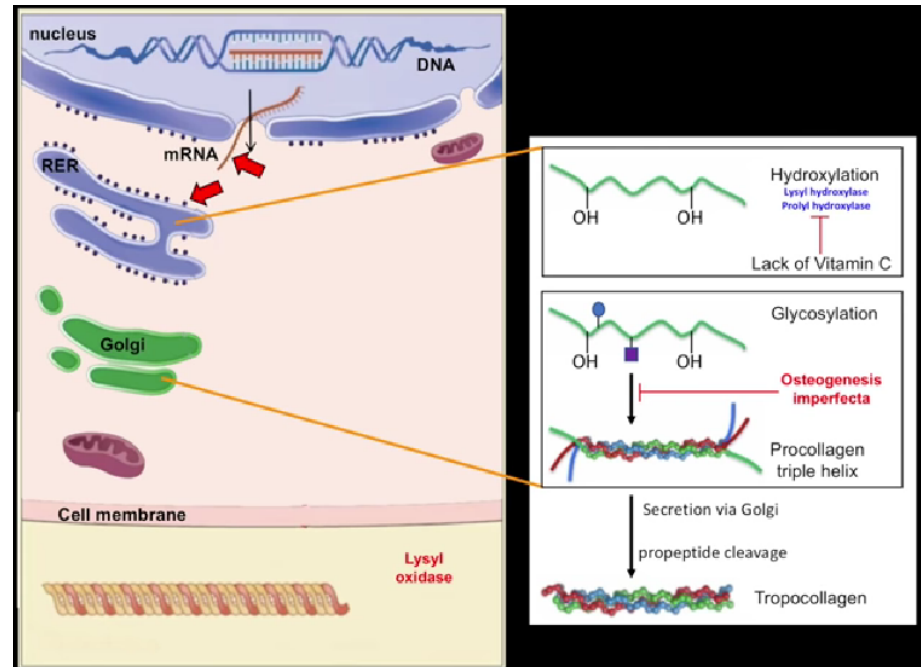


reticular fibres

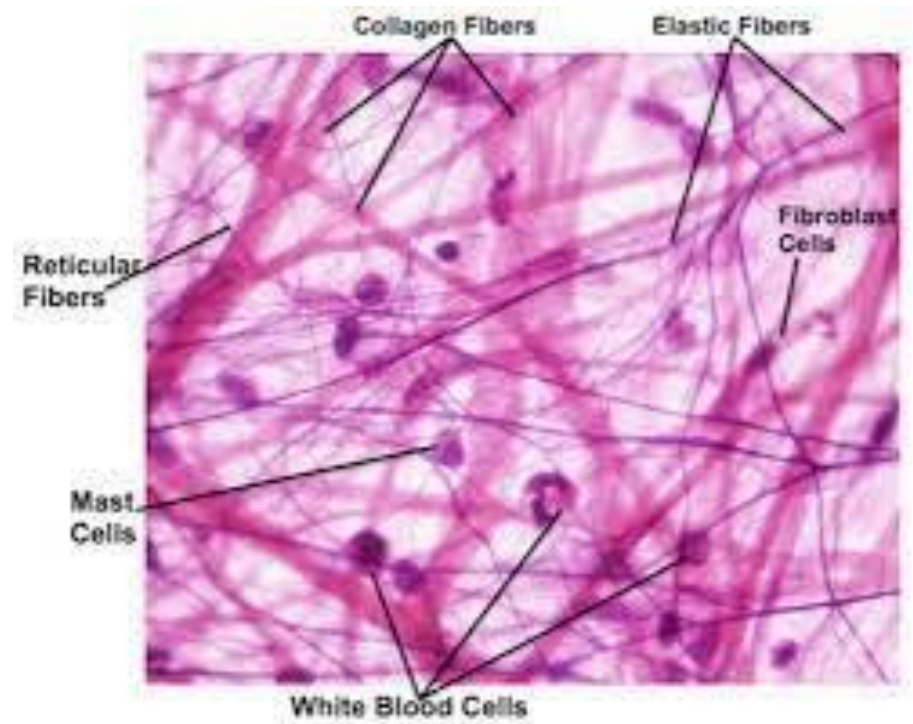


elastic fibres

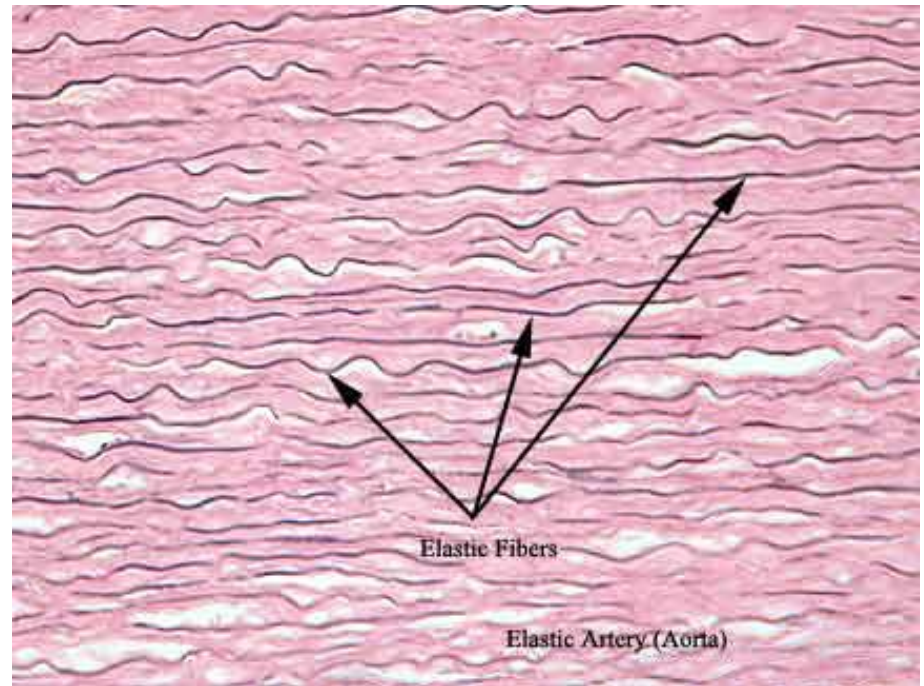
- **Kolagena vezivna vlakna** su proteinske niti otporne na istezanje.
- Ova vlakna se ne granaju, ali se često međusobno ukrštaju.
- Prisutna su u svim vezivnim tkivima, osim u krvi.
- U osnovi kolagenih vlakana nalazi se protein **kolagen**, najrasprostranjeniji protein u organizmu.
- Duga kolagena vlakna nastaju spajanjem molekula **tropokolagena**.
- Do sada je otkiveno dvadesetak tipova kolagenih vlakana koji se razlikuju po aminokiselinskom sastavu, a obeleženi su brojevima od I do XX (kolagen tipa I, kolagen tipa II...).
- U organizmu je najzastupljeniji **kolagen tipa I**, koji čini **90% telesnih kolagena**.
- Kolagen tipa III formira retikularna vezivna vlakna.



- **Retikularna vezivna vlakna** formiraju trodimenzionalnu mrežu i zastupljena su u rastresitom i retikularnom vezivnom tkivu.
- Retikularna vezivna vlakna su prisutna **u stromi hematopoeznih organa.**
- U ovim organima proizvode ih retikularne ćelije.
- Pored hematopoeznih organa, ova vlakna se nalaze **u rastresitom vezivnom tkivu oko žlezdanih acinusa, mišićnih i masnih ćelija, u perifernim nervima.**
- U većini organa ova vlakna sintetišu **fibroblasti.**
- Međutim, sposobnost njihove sinteze imaju i **miociti, Švanove ćelije i neke ćelije jetre.**



- **Elastična vezivna vlakna**, kao komponenta ekstracelularnog matriksa, obezbeđuju elastičnost tkiva i organa.
- Sastoje se od proteina **elastina** i **mikrofibrila**.
- Molekuli elastina su međusobno povezani kovalentnim vezama i čine prostorno unakrsno povezanu mrežu.
- S obzirom da se svaki molekul elastina može rastezati i skupljati poput opruge, cela mreža ima mogućnost da se rastegne i ponovo skupi.
- Pri istezanju, molekuli elastina se mogu izdužiti i za 150% u odnosu na dužinu u relaksiranom stanju.
- Mikrofibrili su niti izgrađene od glikoproteina **fibrilina**.
- Prekursore za elastična vezivna vlakna sintetišu **fibroblasti i fibrociti**.



- Prekursori se, putem sekretornih granula, oslobađaju u ekstracelularni matriks gde se formiraju vlakna.

Provera znanja

I Ukoliko je tvrdnja tačna, zaokružiti T, a ako je netačne N

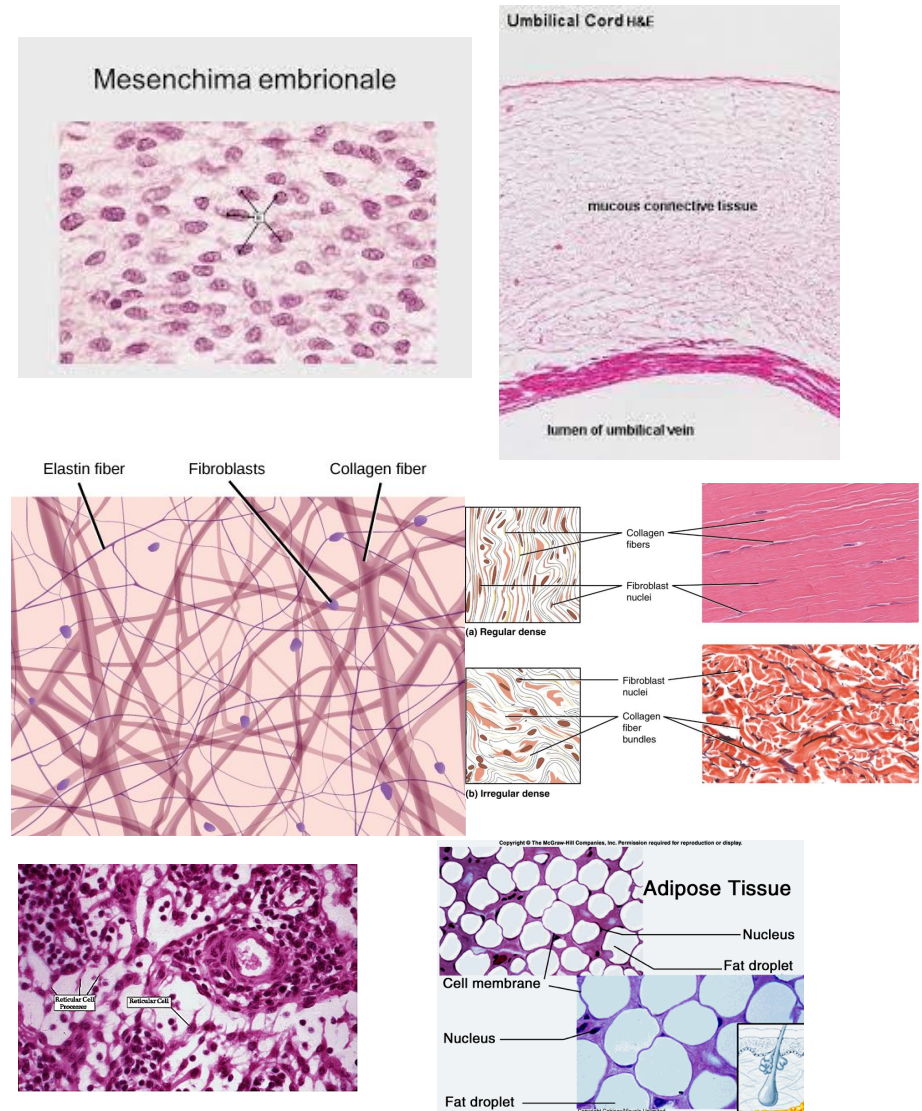
1. Fibroblasti su ćelije koje se mogu naći u različitim tipovima vezivnog tkiva.	T	N
2. Lutajuće ćelije vezivnog tkiva nastaju u kostnoj srži iz koje odlaze u krvotok.	T	N
3. Zastupljenost vezivnih vlakana u tkivu ne zavisi od njegove funkcije.	T	N
4. Kolagena vlakna su bogato razgranata.	T	N
5. Kolagena vlakna su prisutna u svim vezivnim tkivima, osim u krvi.	T	N

III Dopisati reči koje nedostaju.

1. Grupa tkiva koja povezuje epitelno, mišićno i nervno tkivo u veće celine, odnosno organe i organske sisteme, a takođe pruža potporu i daje formu životinjskom organizmu, naziva se _____.
2. Vezivna tkiva vode poreklo od srednjeg klicinog listića (_____).
3. Od mezoderma se tokom embriogeneze razvija embrionalno vezivno tkivo, odnosno _____ od koga nastaju sva ostala vezivna tkiva koja učestvuju u građi organa i organskih sistema u organizmu životinja.
4. Vezivno tkivo se sastoji od _____ i _____.
5. Ekstracelularni matriks vezivnog tkiva je izgrađen od _____ i _____.
6. Vezivna vlakna mogu biti: _____, _____ i _____.
7. U osnovi kolagenih vlakana nalazi se protein _____, najrasprostranjeniji protein u organizmu.
8. Elastična vezivna vlakna se sastoje od proteina _____ i _____.
9. Vezivna tkiva se mogu podeliti u dve osnovne grupe: _____ i _____ vezivna tkiva.

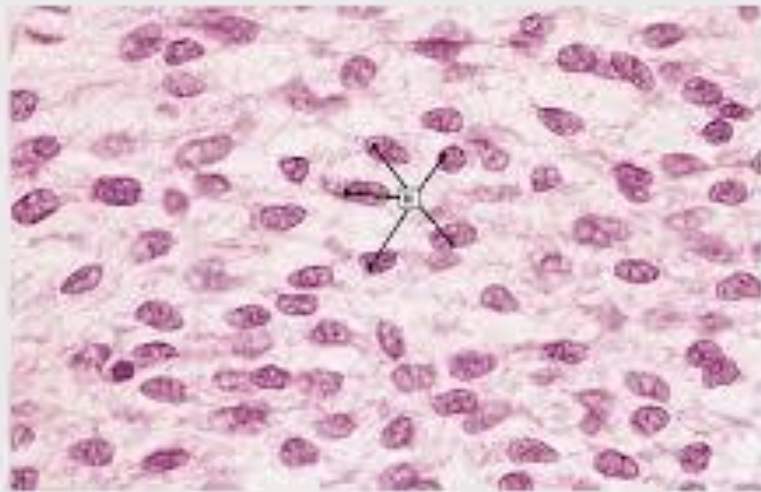
Klasifikacija vezivnih tkiva

- Vezivna tkiva se mogu podeliti u dve osnovne grupe: **embrionalna** i **adultna** vezivna tkiva.
- **Embrionalna vezivna tkiva** su **mezenhimno** i **sluzno** vezivno tkivo.
- Kao što samo ime sugerise, u pitanju su tkiva koja se nalaze u embrionalnom periodu razvicia.
- **Adultna vezivna tkiva** se mogu podeliti u dve podgrupe i to: **vezivna tkiva sa opstim karakteristikama** i **specijalizovana vezivna tkiva**.
- U podgrupu sa opstim karakteristikama spadaju **rastresito** i **gusto** vezivno tkivo, a u specijalizovana vezivna tkiva spadaju **retikularno**, **masno**, **hrskavičavo**, **kostno** i **krv**.

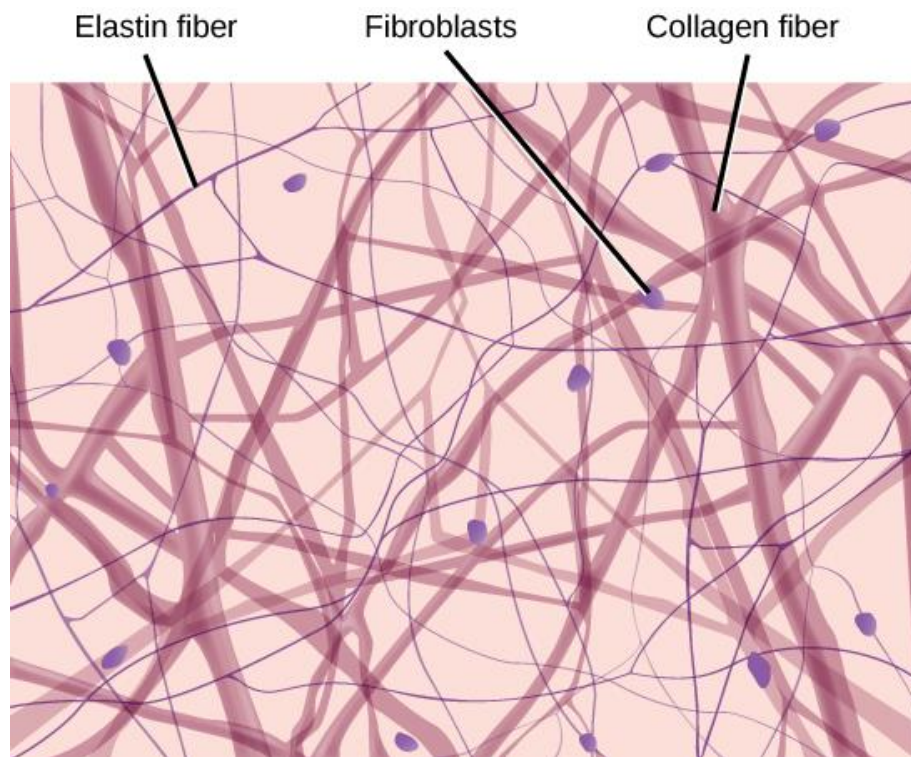


- **Mezenhimno vezivno tkivo** se nalazi **samo kod embriona**.
- Izgrađeno je od mezenhimskih ćelija, velike količine osnovne supstance i retkih retikularnih vezivnih vlakana.
- Mezenhimske ćelije su vretenastog ili zvezdastog oblika, sa relativno krupnim jedrom i oskudnom citoplazmom.
- Ćelije međusobno komuniciraju brojnim citoplazmatskim produžecima.
- **Sluzno vezivno tkivo** sastoji se od zvezdastih ćelija, potopljenih u osnovnu supstancu.
- Osnovna supstanca je sluzave konzistencije i u njoj se nalaze kolagena vezivna vlakna.
- Po morfološkim karakteristikama je slično mezenhimnom vezivnom tkivu, ali za razliku od njega nema sposobnost dalje diferencijacije.
- Nalazi se u pupčanoj vrpci.

Mesenchima embrionale

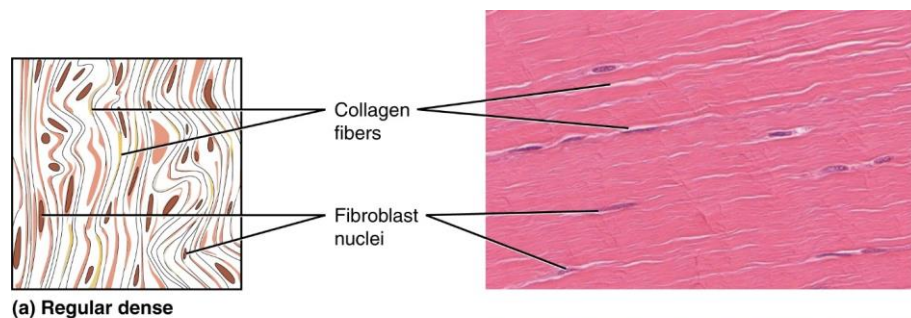


- **Rastresito vezivno tkivo** se sastoji od sve tri komponente vezivnih tkiva: ćelija, vlakana i osnovne supstance.
- Od vezivnih ćelija u rastresitom tkivu, kao fiksne, najzastupljeniji su **fibroblasti**, a u većoj ili manjoj meri nalaze se i **adipociti**.
- Od lutajućih ćelija prisutne su **makrofage, mastociti, plazmociti, limfociti, eozinofilni granulociti**.
- Od vezivnih vlakana prisutna su sva tri tipa: **kolagena, elastična i retikularna**.
- Osnovna supstanca je viskozne prirode.
- Zbog svoje građe, rastresito vezivno tkivo ima nežnu građu, savitljivo je, ali ima slabu otpornost na delovanje mehaničkih sila.
- Dobro je prokrvljeno i inervisano.
- Rastresito vezivno tkivo je **najzastupljenija vrsta vezivnih tkiva u organizmu**.

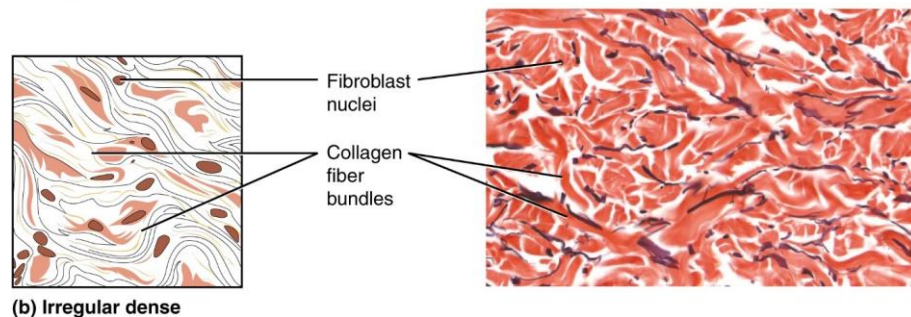


- Ovo tkivo čini podlogu i potporu epitelima (sastavni deo sluzokože digestivnog, respiratornog, urogenitalnog trakta, kože), ispunjava prostore između grupa mišićnih ćelija, formira slojeve oko limfnih i krvnih sudova.
- Uloga rastresitog vezivnog tkiva je u **pokretljivosti**, ali ima ulogu i u **transportu i skladištenju metabolita** i procesima **regeneracije**.

- **Gusto vezivno tkivo** se sastoji od istih komponenti (vezivnih ćelija, vezivnih vlakana i osnovne supstance), kao i rastresito vezivno tkivo, ali u značajno promijenjenom odnosu.



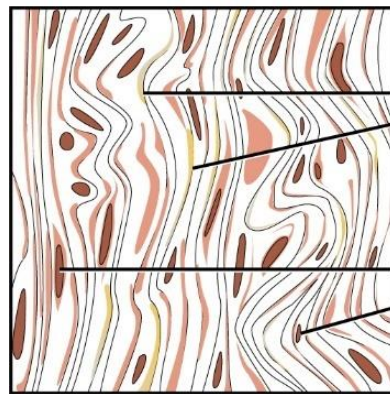
- Dominantna komponenta ove vrste vezivnog tkiva su **vezivna vlakna**.
- Ovo tkivo se naziva i **fibrozno vezivno tkivo**.



- Dominiraju **kolagena vezivna vlakna**.
- Količina osnovne supstance je smanjena i smeštena u prostoru između vezivnih vlakana.
- Između vezivnih vlakana se nalaze i retke vezivne ćelije, najčešće **fibroblasti** i **makrofagi**.

- Ovo tkivo nije savitljivo kao rastresito, ali je mnogo otpornije na delovanje mehaničkih sila.
- Prilagođeno je pružanju otpora i zaštiti.
- U zavisnosti od rasporeda kolagenih vezivnih vlakana, ovo tkivo se deli na **regularno** i **iregularno** gusto vezivno tkivo.

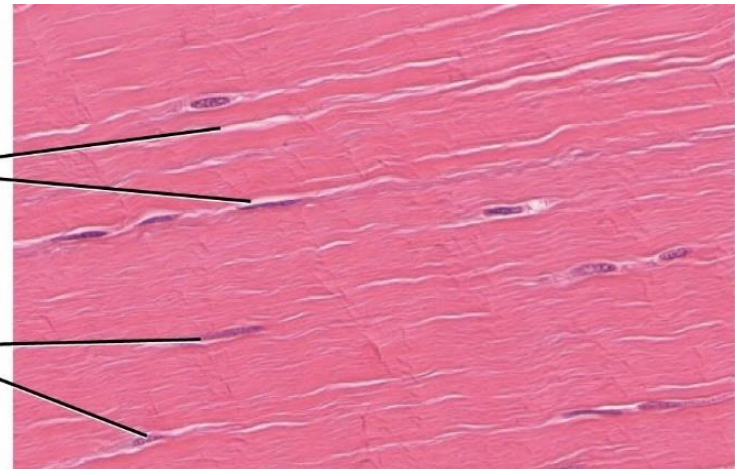
- U **regularnom gustom vezivnom** tkivu kolagena i elastična vezivna vlakna su raspoređena u paralelno orijentisanim snopovima.
- U zavisnosti od toga koja vlakna preovlađuju može biti
- **kolageno regularno gusto vezivno tkivo** i
- **elastično regularno gusto vezivno tkivo**, mada se često za elastično koristi i kraći naziv elastično vezivno tkivo.
- Od kolagenog regularnog gustog vezivnog tkiva izgrađene su **tetive, ligamenti, fascije, tvrda moždanića** itd.
- Elastično regularno gusto vezivno tkivo je građeno od debelih snopova elastičnih vezivnih vlakana, koja ovom tkivu daju žućkastu boju.
- Prisutno je u **nekim ligamentima** (*lig. nuchae*) i u **zidu velikih arterija** (arterijama elastično-mišićnog tipa).



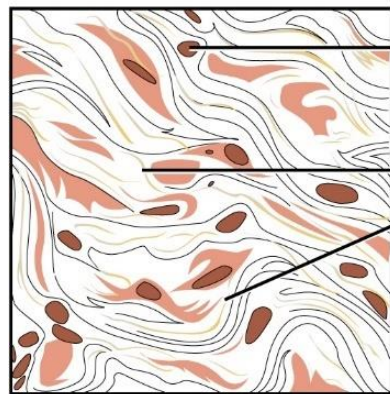
(a) Regular dense

Collagen
fibers

Fibroblast
nuclei

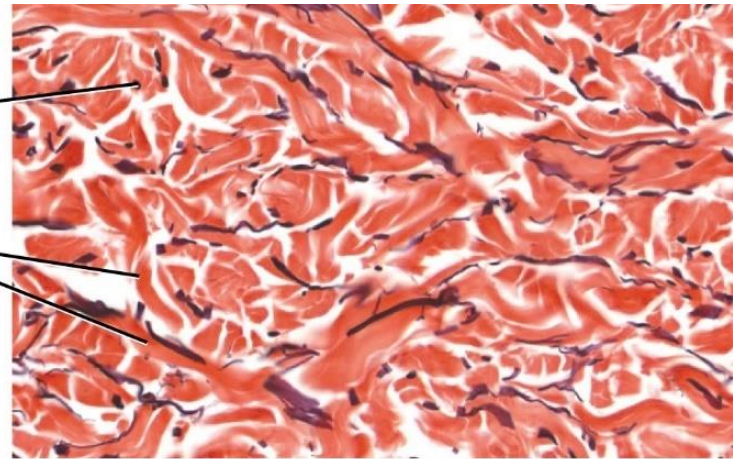


- **Iregularno gusto vezivno tkivo** se sastoji od snopova kolagenih vezivnih vlakana, koja se prostiru u različitim pravcima.
- Između ovih snopova se nalazi fina mreža elastičnih vlakana.
- Ovaj vid organizacije vlakana ima za posledicu odolevanje mehaničkim silama iz više pravaca, kao i određen, mali, stepen elastičnosti.
- Između snopova vlakana nalaze se retki **fibroblasti** i **makrofagi**.
- Ova vrsta tkiva formira **kapsule pojedinih organa** (jetra, semenik, bubrež, limfni čvorovi) i **pregrade** (septe), koje organe dele na režnjeve i režnjiće.



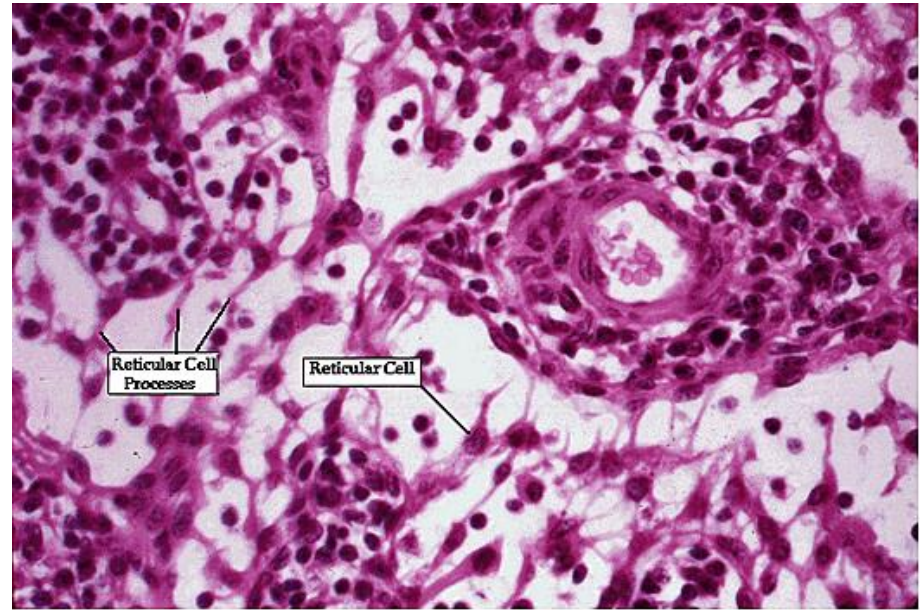
Fibroblast
nuclei

Collagen
fiber
bundles

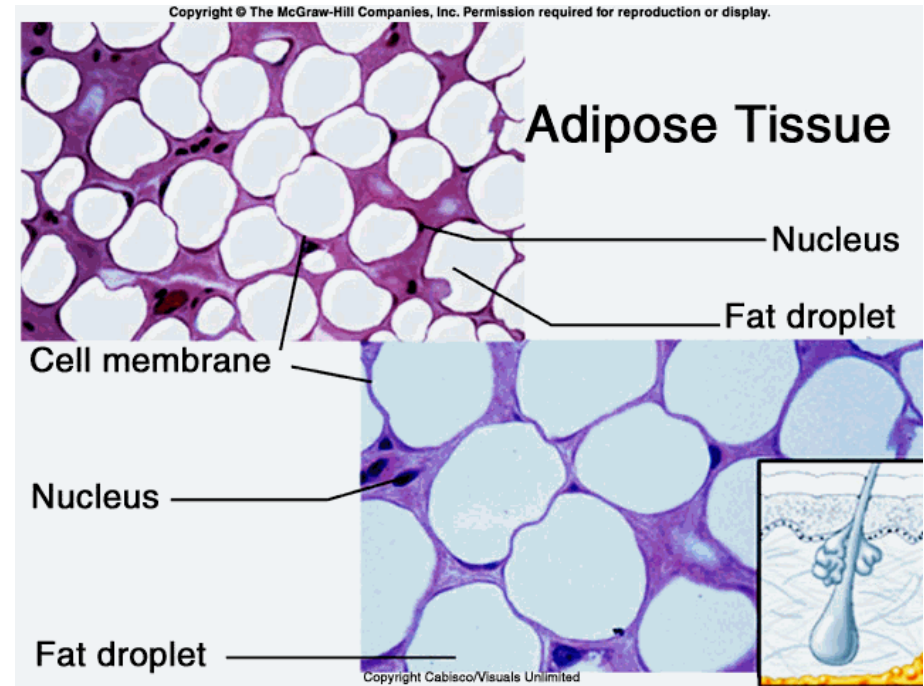


(b) Irregular dense

- **Retikularno vezivno tkivo** je specijalizovano tkivo koje se sastoji od **retikularnih ćelija**, **retikularnih vezivnih vlakana** i **osnovne supstance**.
- Retikularne ćelije su vretenastog ili zvezdastog oblika, a njihovi nastavci omotavaju retikularna vezivna vlakna.
- Deo populacije retikularnih ćelija ima **sposobnost sinteze vezivnih vlakana**, a drugi deo populacije ima **sposobnost fagocitoze**.
- Vezivna vlakna formiraju trodimenzionalnu mrežu, a ćelije čine potporu.
- U osnovi, tkivo ima sunderastu strukturu i čini **osnovu hematopoeznih i limfnih organa** (kostnu srž, limfne folikule i čvorove, slezinu).

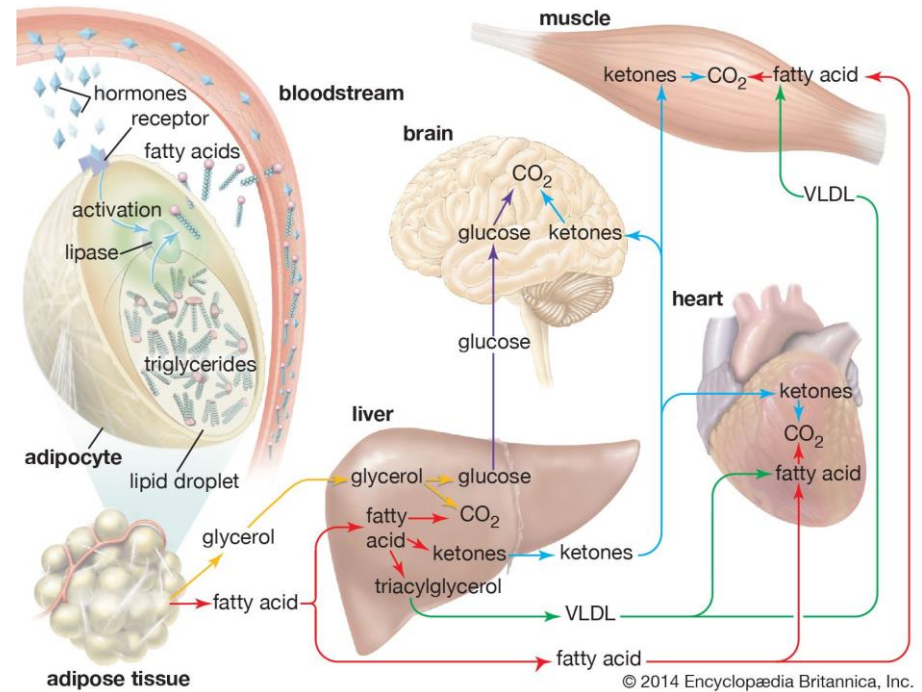


- **Masno tkivo** je specijalizovano vezivno tkivo sa funkcijom skladištenja masti (lipida).
- Najznačajnija komponenta masnog tkiva su **masne ćelije (adipociti, lipociti)**.
- U vezivnim tkivima se mogu naći **pojedinačno ili u manjim grupama**, ali najčešće formiraju **velike nakupine** koje čine masno tkivo.
- Adipociti se razvijaju od **lipoblasta** i imaju sposobnost sinteze i akumulacije masti.
- Veličine su od 50 do 150 μm , pojedinačno su okruglog oblika, a u grupi su poligonalnog oblika.
- Najveći deo adipocita zauzima **masna kap**, a ostale ograde, uključujući i jedro su potisnute na periferiju.

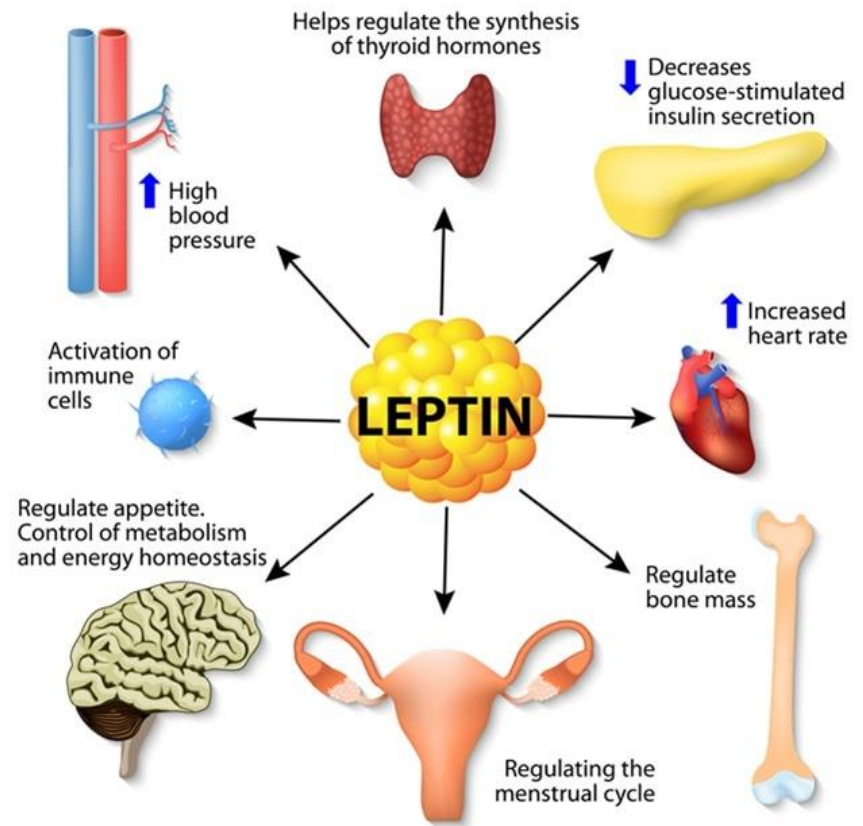


- Masne kapi nisu okružene membranom, ali od citoplazme su odvojene mrežom aktinskih filamenata.
- Plazmina membrana adipocita poseduje **receptore za brojne signalne molekule**, kao što su **insulin, hormon rasta, noradrenalin, glukokortikoidi**.

- Masne kapi deponovane u masnom tkivu su uglavnom **trigliceridi**, tj. estri masnih kiselina i glicerola.
- Masne kiseline deponovane u ovom tkivu su poreklom od masti iz hrane, koje se u jetri metabolišu u trigliceride koji u ćelije ulaze u obliku **lipoproteina vrlo male gustine (VLDL)**.
- Međutim, sinteza triglicerida je moguća i u samim masnim ćelijama i to od slobodnih masnih kiselina i glicerola, poreklom od glukoze.



- Masno tkivo ima više uloga.
- Najznačajnija je skladištenje i sinteza masti, što ovo tkivo čini depoom energije.
- Ovo tkivo ima i **potpornu ulogu**, odnosno, prisustvom oko pojedinih organa pruža im zaštitu i potporu.
- S obzirom da je masno tkivo slab provodnik toplote, ovo tkivo ima ulogu i u **termoregulaciji**.
- Masno tkivo je i **sekretorni organ**, jer ima sposobnost sinteze više molekula, koji se putem krvi transportuju po organizmu, ali najbolje izučen je **leptin**.
- Leptin učestvuje u regulaciji količine masnog tkiva u organizmu i kontroli unosa hrane.



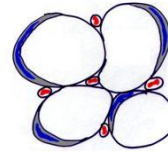
- U zavisnosti od vremena pojave, načina distribucije masnih kapljica u samim ćelijama, a i od uloge u organizmu u građi životinja susrećemo dve vrste masnih tkiva: **mrko masno tkivo** i **belo masno tkivo**.

- **Mrko masno tkivo (multilokularno)** je u manjoj meri zastupljeno i javlja se u većem obimu u toku embrionalnog perioda razvića, ali postoji i kod odraslih životinja.

- **Belo masno tkivo (unilokularno)** je masno tkivo koje je zastupljeno u većem obimu kod odraslih životinja i predstavlja tkivo u kome se deponuje višak masnih materija (potkožno masno tkivo – slanina, masno tkivo oko organa).

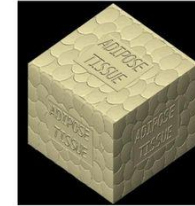
ADIPOSE TISSUE

Unilocular (white) Fat

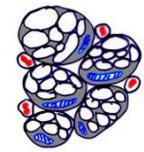


Male
greater omentum
(pot belly)

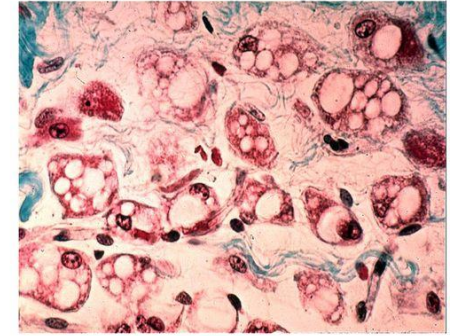
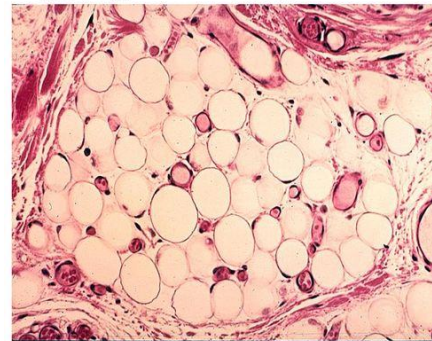
Female
buttocks, thighs
breasts



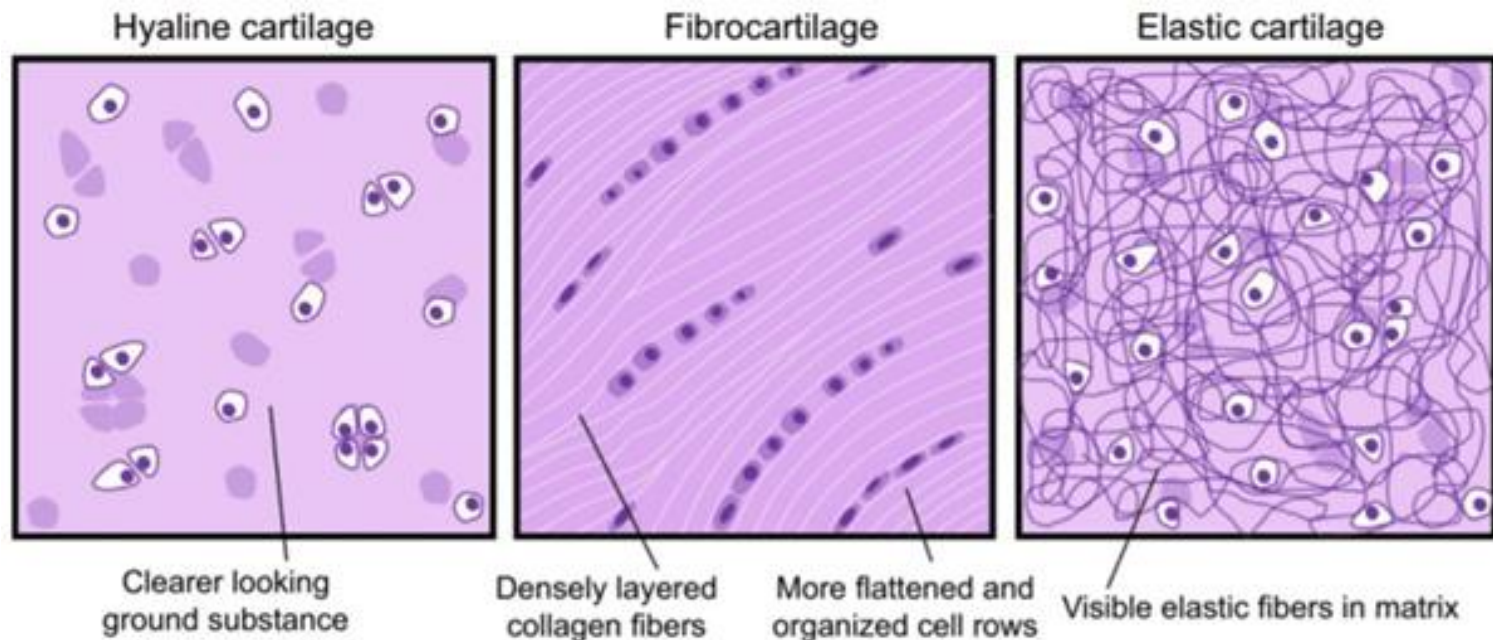
Multilocular (brown) Fat



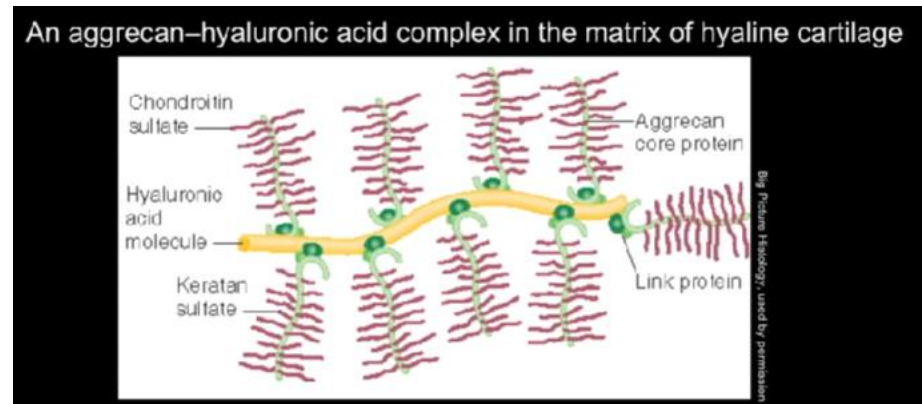
developing fat- cuddly babies
brown fat of hibernating animals



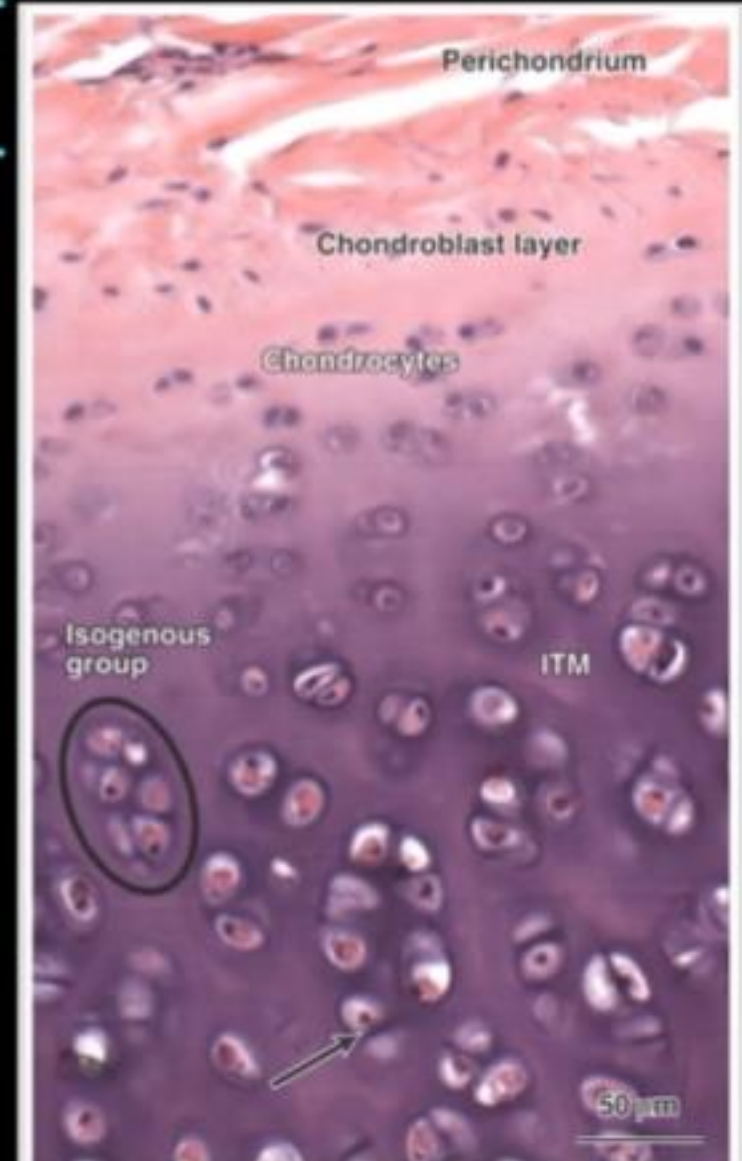
- **Hrskavičavo vezivno tkivo** je specijalizovani oblik vezivnih tkiva, sa glavnom ulogom u **potpori mekih tkiva**.
- Glatka površina i elastičnost omogućavaju nesmetane pokrete kostiju, odnosno klizanje zglobova, kao i ublažavanje udaraca.
- Sastoji se od vezivnih ćelija – **hondroblasta** i **hondrocita**, i **međucelijskog matriksa**.
- Matriks je čvrste konzistencije, ali je savitljiv, što omogućava dobro podnošenje mehaničkih opterećenja.
- Elastičnost i savitljivost ovog tkiva omogućavaju vezivna vlakna (kolagena i elastična) koja se nalaze u ekstracelularnom matriksu.



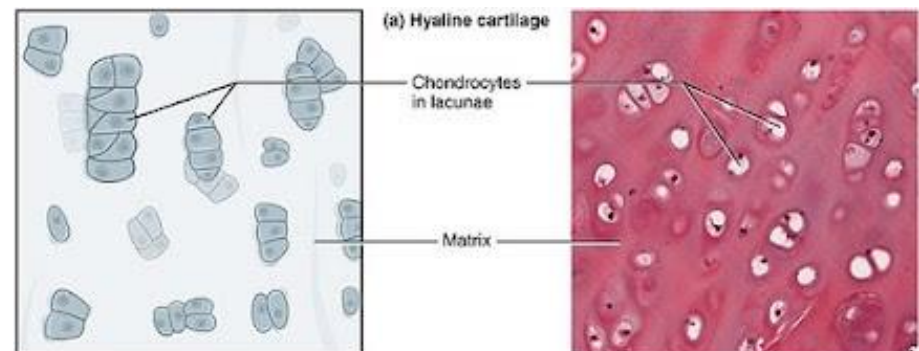
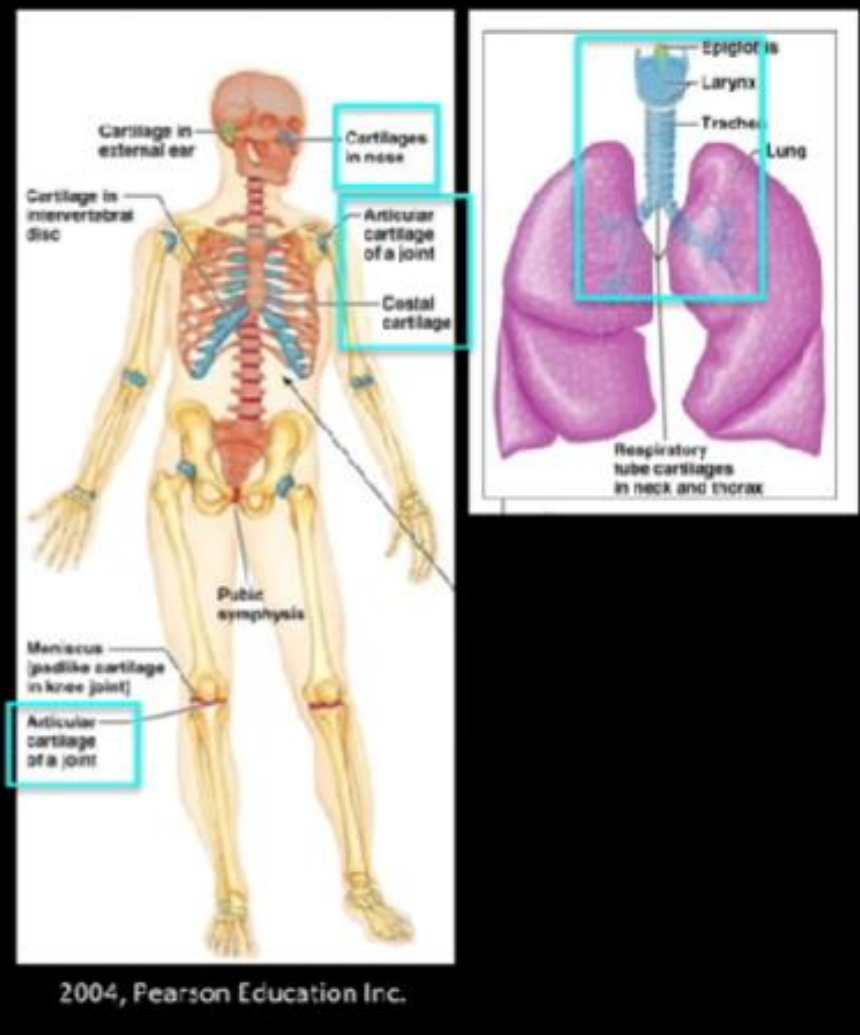
- Matriks je homogene prirode i u toploj vodi se rastvara na **želatin** i **hondromukoprotein**.
- Osnovna supstanca sadrži **proteoglikane**, **glikoproteine** i **veliku količinu vode**.
- Ove komponente matriksa nastale su kao proizvod sinteze hondrocita.
- Hondrociti se nalaze u šupljinama ekstracelularnog matriksa, u lakunama koje se nazivaju i **hondroplastima**.
- U zavisnosti od sastava ekstracelularnog matriksa i rasporeda ćelija u ECM-u razlikuju se tri tipa hrskavica i to: **hijalina**, **elastična** i **fibrozna**.



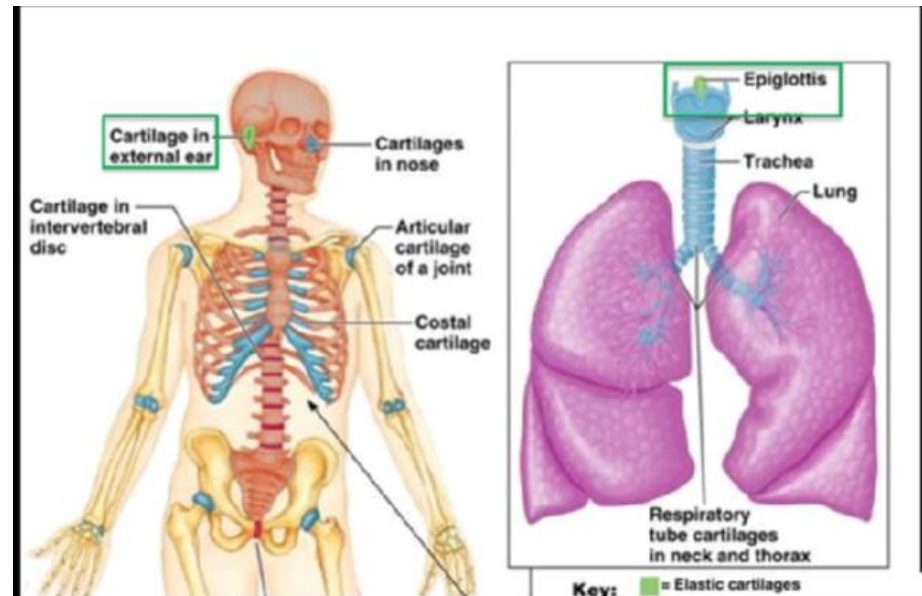
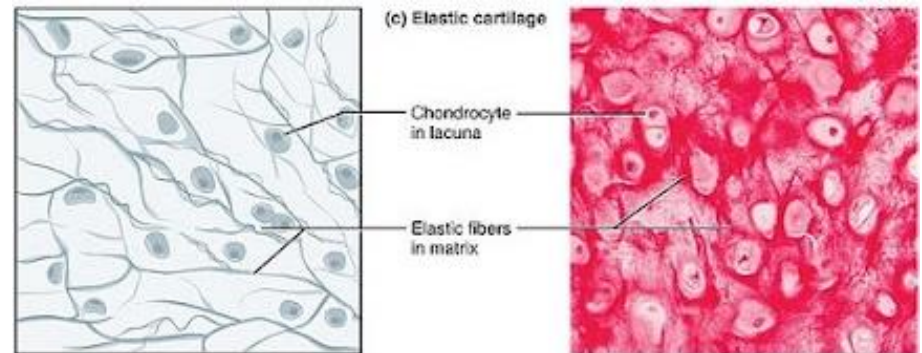
- Sva tri tipa hrskavice su vaskularne, a vaskularizacija se vrši pomoću **perihondrijuma**.
- Perihondrijum predstavlja omotač od gustog vezivnog tkiva koje obavija hrskavicu i odvaja je od ostalog tkiva.



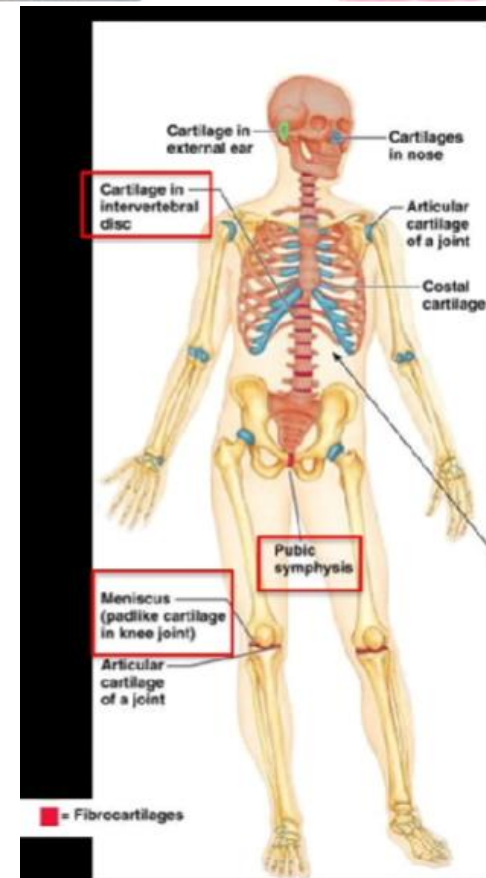
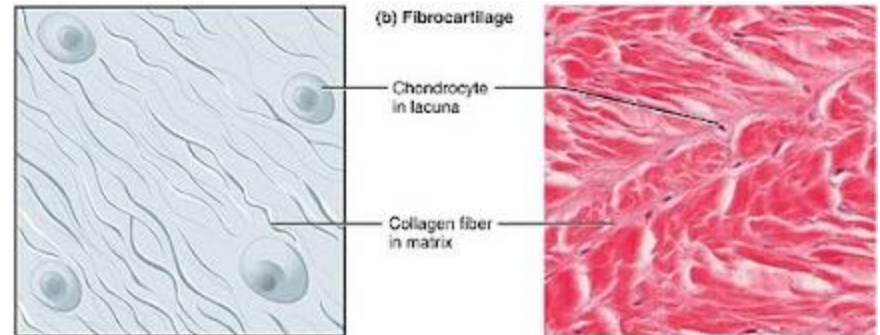
- **Hijalina hrskavica** je najrasprostranjeniji tip hrskavice.
- Nalazi se na zglobnim površinama, u zidovima većih disajnih puteva (grkljan, dušnik), na krajevima rebra koji se vežu za grudnu kost.
- U matriksu se nalazi znatna količina **mukopolisaharida** i **hondroitin sulfata**.
- Od vezivnih vlakana nalaze se **kolagena**, čija vlakanca formiraju mrežu unutar ekstracelularnog matriksa.
- Hondrociti, kao zrele vezivne ćelije, formiraju **izogene grupe**, odnosno 2, 4, 8 ili više ćelija se nalaze u jednoj lakuni.
- Izogene grupe mogu formirati niz ili biti kružno orijentisane.



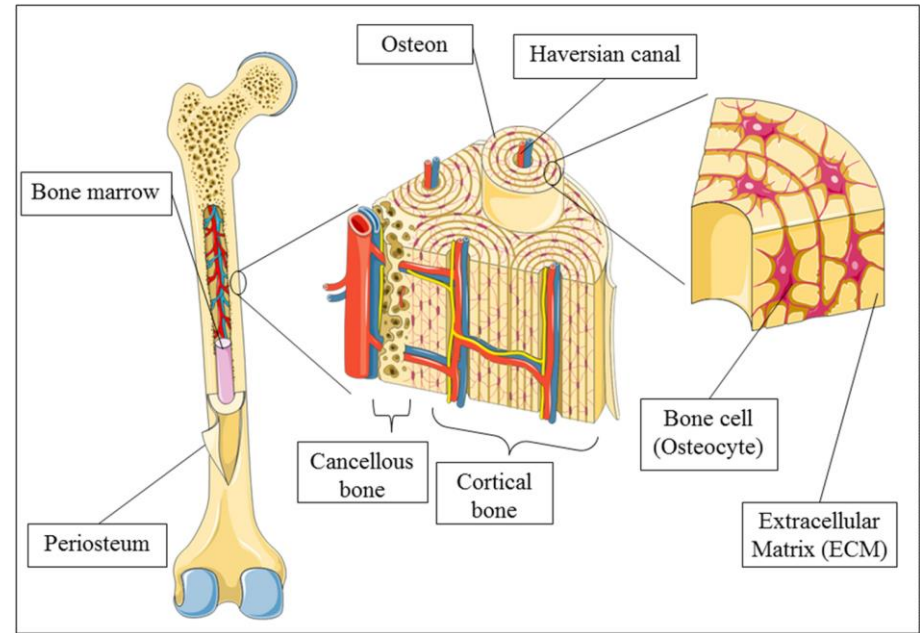
- **Elastična hrskavica** se nalazi u ušnoj školjci, spoljašnjem ušnom kanalu, delovima hrskavice grkljana i epiglotisa.
- U osnovi je slične građe kao i hijalina, ali u matriksu se, pored kolagenih, nalazi i **veća količina razgranatih elastičnih vlakana**.
- Prisustvo elastičnih vlakana daje veću savitljivost i elastičnost, ali i **žutu boju**.
- U pogledu hondrocita, u elastičnoj hrskavici njihov broj je veći, a imaju i veći dijametar u odnosu na hondroците hijaline hrskavice.
- Ne formiraju veće izogene grupe, već se u lakunama nalaze po dve ili četiri ćelije.



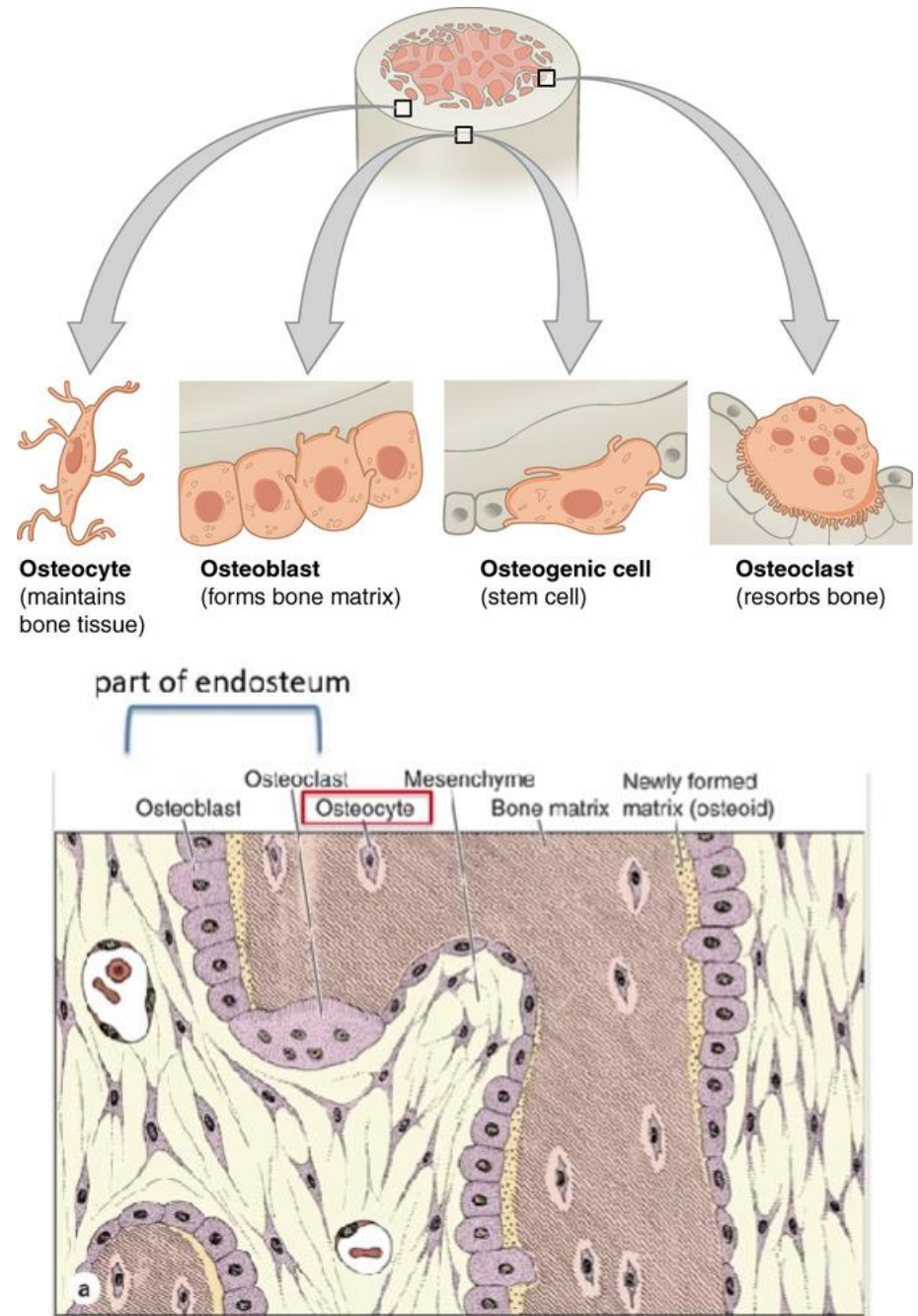
- **Fibrozna hrskavica** se nalazi u intervertebralnim diskusima, spojevima nekih ligamenata za kosti i simfizi karlične kosti.
- Ova hrskavica predstavlja intermedijerni oblik između gustog vezivnog tkiva i hijaline hrskavice.
- Hondrocyte su raspoređene pojedinačno ili u izogenim grupama koje formiraju duge nizove.
- Oko njih se nalaze brojna kolagena vlakna koja formiraju snopove koji se jasno uočavaju na svetlosnom mikroskopu.
- Raspored i orijentacija snopova kolagenih vlakana zavise od sila koje na hrskavicu deluju.
- Fibrozna hrskavica ne poseduje perihondrijum.



- **Kostno tkivo** je potpuno vezivno tkivo čiji je **matriks mineralizovan**.
- Ovo tkivo gradi kosti, koje su deo skeleta, odnosno deo lokomotornog sistema.
- Odlikuje se tvrdoćom i čvrstinom.
- Tvrdoća ovog tkiva potiče od mineralnih materija, prvenstveno od **kalcijum fosfata**, a čvrstina od **kolagenih vlakana**.
- Uklanjanjem organskog dela, kosti postaju krte i lako lomljive.
- Sa druge strane, pri demineralizaciji, kosti zadržavaju oblik, ali postaju savitljive.



- Kostno vezivno tkivo je izgrađeno od vezivnih ćelija, ekstracelularnog matriksa i kolagenih vezivnih vlakana.
- Od vezivnih ćelija u kostnom vezivnom tkivu razlikuju se tri vrste: **osteoblasti**, **osteociti** i **osteoklasti**.
- **Osteoblasti** su mlade ćelije odgovorne za stvaranje i mineralizaciju ekstracelularnog matriksa.
- Ove ćelije sintetišu organske sastojke kostnog matriksa (kolagena vlakna, proteoglikane i glikoproteine).
- Smešteni su na površini kostnog tkiva, poređani u nizu, kao ćelije jednoslojnih epitela.
- U toku intenzivne sinteze su prizmatičnog oblika, a sa smanjenjem aktivnosti postaju spljoštene.
- Kada se osteoblasti potpuno okruže izlučenim matriksom, postaju osteociti.



- **Osteociti**, nastaju od osteoblasta i smešteni su u lakunama koje se nalaze između lamela kostnog matriksa.
- Osteociti međusobno komuniciraju pomoću citoplazmatskih produžetaka koji sa susednim ćelijama formiraju komunikativne spojeve **gap junction**.
- Pomoću ovih veza omogućen je transport hranljivih materija od krvnih sudova ka najudaljenijim osteocitima.
- Samo najbliže ćelije su u kontaktu sa krvnim sudovima, a ostale hranjive materije dobijaju međucelijskim kontaktima.
- Osteociti su spljošteni i aktivno su uključeni u održavanju kostnog matriksa.

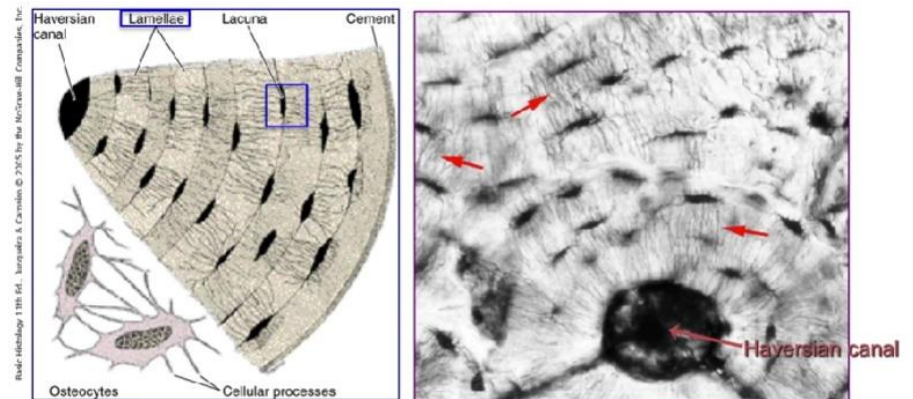
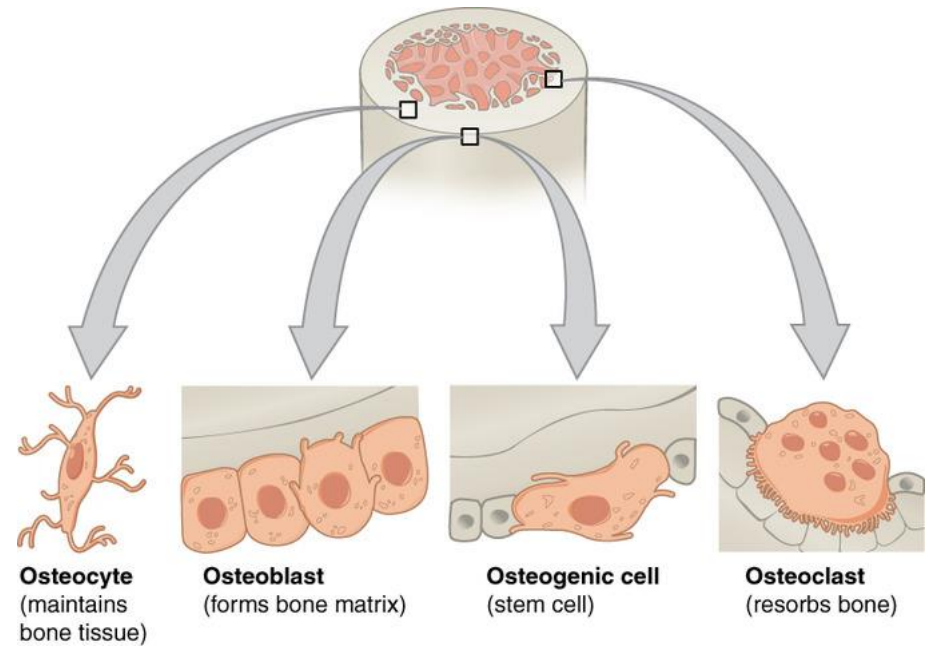


Fig. 8-8, Basic Histology, 13th ed

- **Osteoklasti** su vrlo krupne, pokretne ćelije.
- Nastaju spajanjem **monocita** poreklom iz kostne srži i spadaju u mnogojedarne ćelije.
- Broj jedara varira i može biti od 5 do 50, pa i više.
- Sa dobro razvijenim enzimskim sistemom ove ćelije **učestvuju u razgradnji kostnog matriksa**.
- Tu svoju ulogu obavljaju pomoću **kolagenaza** i drugih enzima koji učestvuju u razlaganju kolagena i kristala kalcijumovih soli.
- Aktivnost osteoklasta je pod kontrolom citokina i hormona.

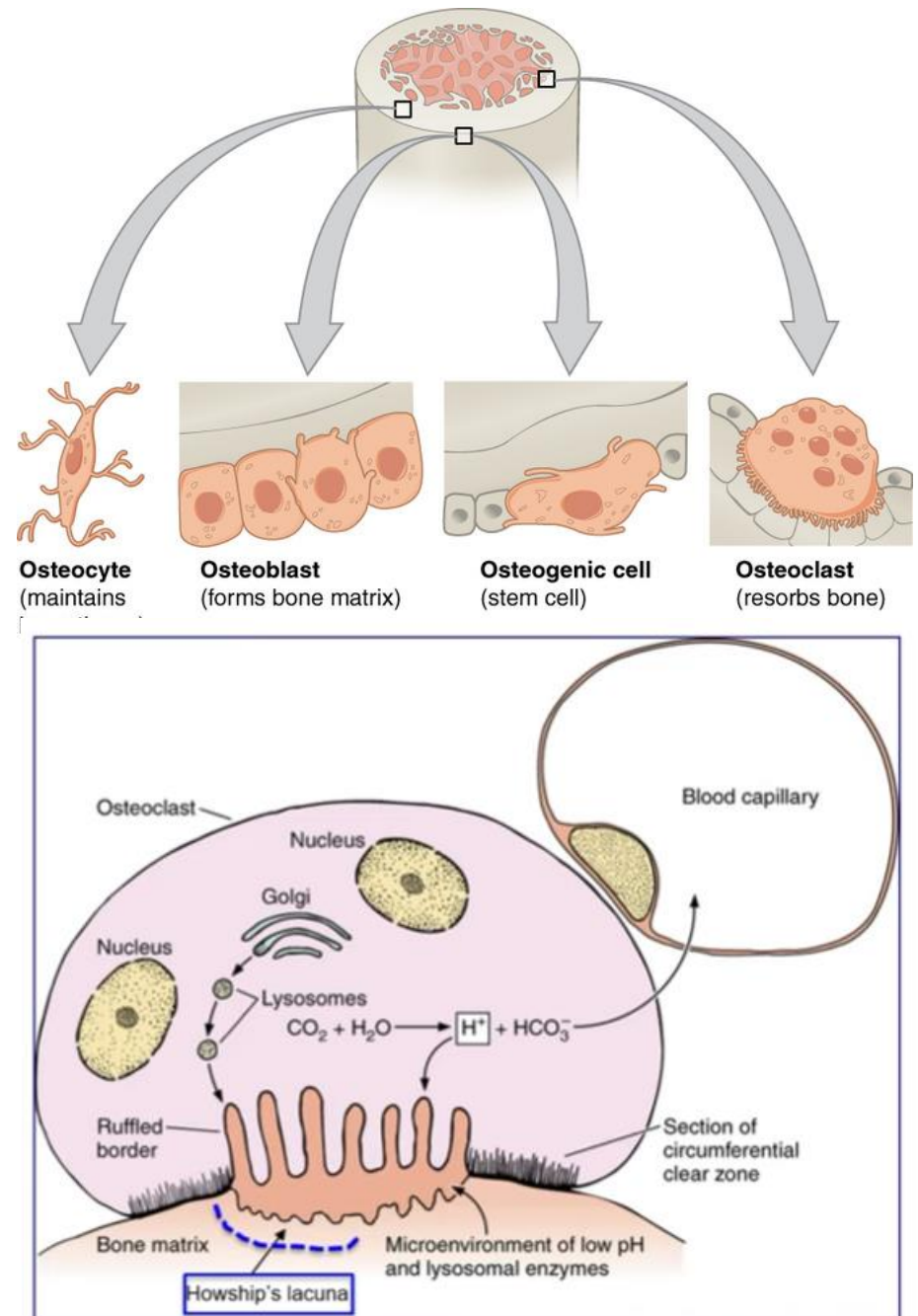
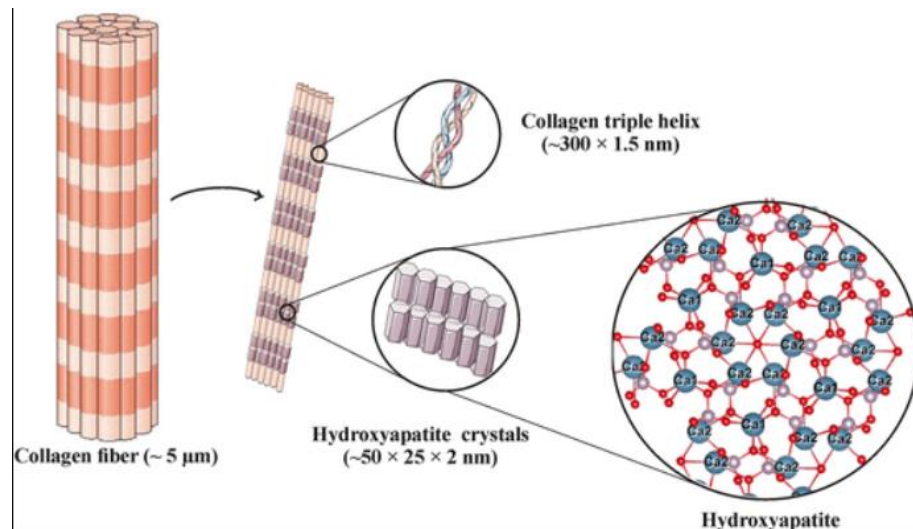
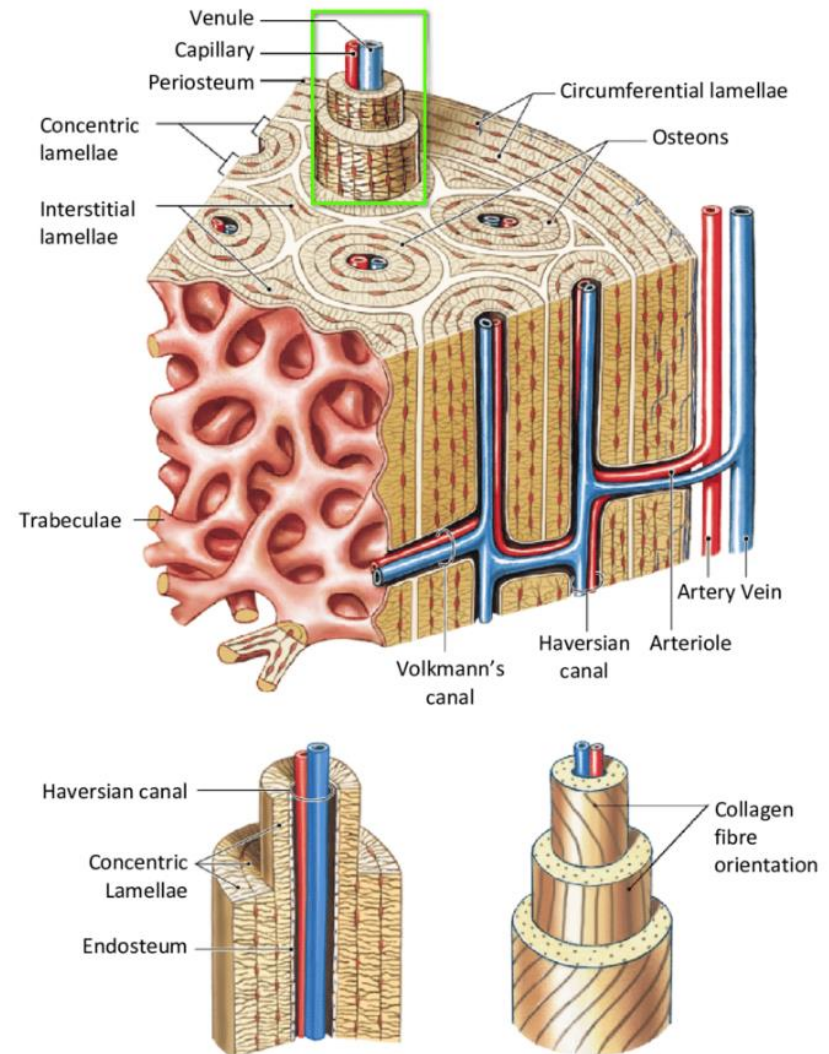


Fig. 8-5, Basic Histology, 13th ed

- **Kostni matriks** se sastoji od organskog i neorganskog dela.
- Organsku materiju kostnog matriksa čine kolagena vezivna vlakna i amorfna osnovna supstanca koja sadrži **proteoglikane i glikoproteine**.
- Neorganska materija čini 50% suve mase kostnog matriksa.
- U najvećoj meri ima kalcijuma i fosfora, ali i bikarbonate, citrate, magnezijum, natrijum i kalijum.
- Kalcijum i fosfor se najvećim delom nalaze u obliku kristala **hidroksiapatita**, ali ima i amorfnog kalcijum fosfata.
- Povezanost hidroksiapatita sa kolagenim vlaknima je objašnjenje za čvrstinu i otpornost kostnog tkiva.



- Kostno tkivo je organizovano u obliku **lamela** ili **osteona**.
- **Osteon** se drugačije naziva i **Haverzov sistem lamela**, a predstavlja koncentrične kostne lamele oko kanala (**Haverzov kanal**).
- U unutrašnjosti ovog kanala nalaze se krvni sudovi.
- Između samih lamela smešteni su osteociti koji se nalaze u ležištima (**lakunama**).



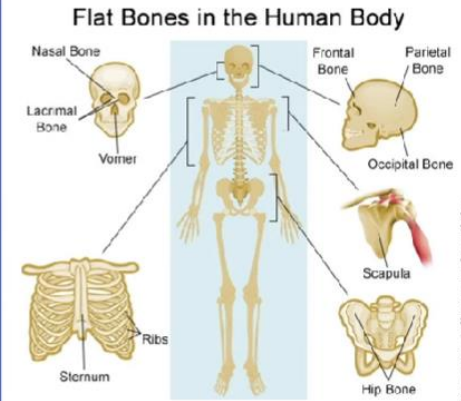
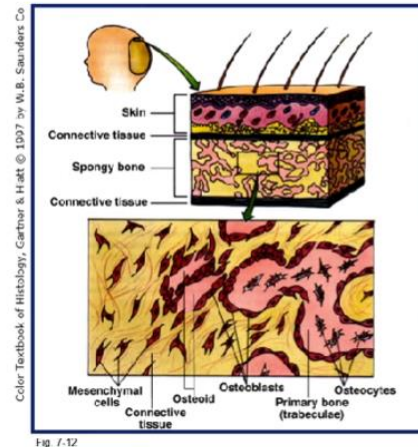
- Proces nastanka kostnog vezivnog tkiva se naziva **okoštavanje**, a započinje u embrionalnom periodu razvoja.
- Postoje dve vrste okoštavanja, **direktno** i **indirektno**.

- **Direktno (intramembranozno) okoštavanje** nastaje nakon diferencijacije osteoblasta od mezoderma.

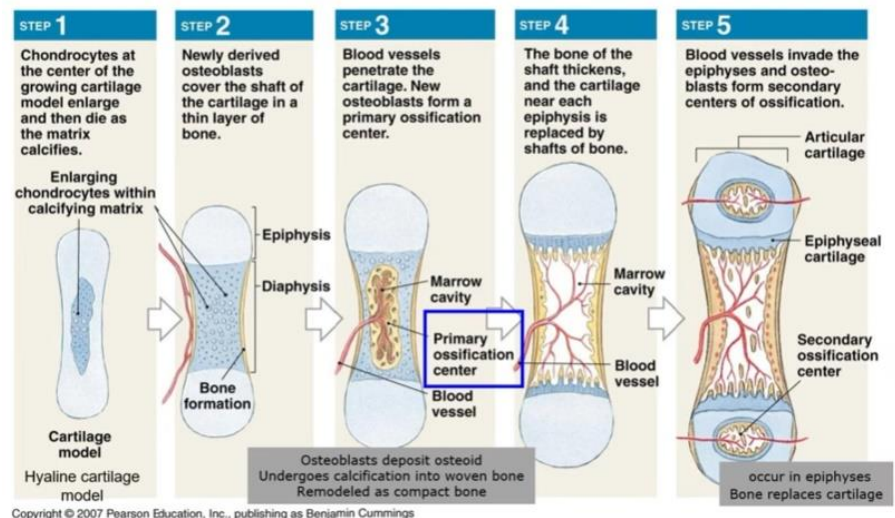
- Aktivnošću osteoblasta nastaje međucelijska supstanca koja se mineralizuje.

- **Indirektno (endohondralno) okoštavanje** nastaje kao delimično ili potpuno okoštavanje hijaline hrskavice.

- Indirektnim okoštavanjem nastaje veći broj kostiju u organizmu, u odnosu na direktno okoštavanje.



- Responsible for development and growth of flat bones of skull & mandible



- Responsible for growth in length of long bones

6. Mezenhimno vezivno tkivo imaju samo adultne jedinke.	T	N
7. Sluzno vezivno tkivo imaju samo embrioni.	T	N
8. Rastresito vezivno tkivo je najzastupljenija vrsta vezivnih tkiva u organizmu.	T	N
9. U regularnom gustom vezivnom tkivu kolagena i elastična vezivna vlakna su raspoređena u paralelno orijentisanim snopovima.	T	N
10. Masne kapi su organele okružene membranom.	T	N
11. Masne kapi su od citoplazme su odvojene mrežom aktinskih filamenata.	T	N
12. Plazmina membrana adipocita poseduje receptore za brojne signalne molekule, kao što su insulin, hormon rasta, noradrenalin, glukokortikoidi.	T	N
13. Najznačajnija uloga masnog tkiva je skladištenje i sinteza masnih materija, što ovo tkivo čini depoom energije.	T	N
14. Masno tkivo ima potpornu ulogu, odnosno, prisustvom oko pojedinih organa pruža im zaštitu i potporu.	T	N
15. S obzirom da je masno tkivo slab provodnik toplote, ovo tkivo ima ulogu i u termoregulaciji.	T	N
16. Masno tkivo je i sekretorni organ, jer sintetiše više molekula koji se putem krvi transportuju po organizmu.	T	N
17. Leptin učestvuje u regulaciji količine masnog tkiva u organizmu i kontroli unosa hrane.	T	N
18. Uklanjanjem organskog dela, kosti postaju krte i lako lomljive. Sa druge strane, pri demineralizaciji, kosti zadržavaju oblik, ali postaju savitljive.	T	N
19. Indirektnim okoštavanjem nastaje veći broj kostiju u organizmu, u odnosu na direktno okoštavanje.	T	N

II Zaokružiti tačan odgovor.

1. Sluzno vezivno tkivo se nalazi

- a) u usnoj duplji
- b) u crevima
- c) u pupčanoj vrpci

2. Tetive, ligamenti, fascije i tvrda moždanica su izgrađeni od

- a) rastresitog vezivnog tkiva
- b) kolagenog regularnog gustog vezivnog tkiva
- c) elastičnog regularnog gustog vezivnog tkiva

3. U nekim ligamentima (*lig. nuchae*) i u zidu velikih arterija prisutno je

- a) rastresitog vezivnog tkiva
- b) kolagenog regularnog gustog vezivnog tkiva
- c) elastičnog regularnog gustog vezivnog tkiva

4. Kapsule pojedinih organa (jetra, semenik, bubreg, limfni čvorovi) i pregrade (septe) koje ograne dele na režnjeve i režnjiće gradi

- a) rastresito vezivno tkivo
- b) regularno gusto vezivno tkivo
- c) iregularno gusto vezivno tkivo

5. Osnovu hematopoeznih i limfnih organa (kostnu srž, limfne folikule i čvorove, slezinu) čini

- a) rastresito vezivno tkivo
- b) gsto vezivno tkivo
- c) retikularno vezivno tkivo

6. Masne ćelije se nazivaju i

- a) adipociti
- b) lipociti
- c) adipociti i lipociti

7. Mrko masno tkivo je

- a) unilokularno
- b) bilokularno
- c) multilokularno

8. Belo masno tkivo je

- a) unilokularno
- b) bilokularno
- c) multilokularno

9. Na zglobnim površinama, u zidovima većih disajnih puteva (grkljan, dušnik), na krajevima rebara koji se vežu za grudnu kost nalazi se

- a) hijalina hrskavica
- b) elastična hrskavica
- c) fibrozna hrskavica

10. U ušnoj školjci, spoljašnjem ušnom kanalu, delovima hrskavice grkljana i epiglotisa se nalazi

- a) hijalina hrskavica
- b) elastična hrskavica
- c) fibrozna hrskavica

11. U intervertebralnim diskusima, spojevima nekih ligamenata za kosti i simfizi karlične kosti se nalazi

- a) hijalina hrskavica
- b) elastična hrskavica
- c) fibrozna hrskavica

12. Mnogojedarne ćelije su

- a) osteoblasti
- b) osteocyte
- c) osteoklasti

10. Embrionalna vezivna tkiva su _____ i _____ vezivno tkivo.

11. Adultna vezivna tkiva se mogu podeliti u dve podgrupe i to: _____ i _____.

12. Vezivna tkiva sa opštim karakteristikama su _____ i _____ vezivno tkivo, a specijalizovana vezivna tkiva su _____, _____, _____, i _____.

13. Od vezivnih ćelija u rastresitom tkivu, kao fiksne, najzastupljeniji su _____, a u većoj ili manjoj meri nalaze se i _____. Od lutajućih ćelija prisutne su _____, _____, _____. Od vezivnih vlakana prisutna su sva tri tipa: _____, _____ i _____.

14. Dominantna komponenta gustog vezivnog tkiva su _____ i to dominiraju _____.

15. Gusto vezivno tkivo se naziva i _____.

16. U zavisnosti od rasporeda kolagenih vezivnih vlakana, gusto vezivno tkivo se deli na _____ i _____.

17. U zavisnosti od toga koja vlakna preovlađuju može biti _____ i _____ regularno gusto vezivno tkivo.

18. Retikularno vezivno tkivo je specijalizovano tkivo koje se sastoji od _____, _____ i _____.

19. Specijalizovano vezivno tkivo sa funkcijom skladištenja lipida se naziva _____.

20. Najveći deo adipocita zauzima _____, a ogranele, uključujući i jedro su potisnute na periferiju.

21. Masne kapi deponovane u masnom tkivu su uglavnom _____.

22. Masne kiseline deponovane u ovom tkivu su poreklom od masti iz hrane, koje se u jetri metabolišu u trigliceride koji u ćelije ulaze u obliku _____ (_____).

23. U zavisnosti od vremena pojave, načina distribucije masnih kapljica u samim ćelijama, a i od uloge u organizmu u građi životinja susrećemo dve vrste masnih tkiva: _____ i _____.

24. Vezivne ćelije hrskavičavog vezivnog tkiva su _____ i _____.

25. Matriks hrskavičavog vezivnog tkiva je homogene prirode i u toploj vodi se rastvara na _____ i _____.

26. Hondrociti se nalaze u šupljinama ekstracelularnog matriksa, u lakunama koje se nazivaju i _____.

27. U zavisnosti od sastava ekstracelularnog matriksa i rasporeda ćelija u ECM-u razlikuju se tri tipa hrskavica i to: _____, _____ i _____.

28. Sva tri tipa hrskavice su vaskularne, a vaskularizacija se vrši pomoću _____.

29. Omotač od gustog vezivnog tkiva koje obavija hrskavicu i odvaja je od ostalog tkiva se naziva _____.

30. Prema svojstvima matriksa hijalina hrskavica može biti _____ i _____.

31. Hondrociti, kao zrele vezivne ćelije, formiraju _____, odnosno 2, 4, 8 ili više ćelija u jednoj lakuni.

32. Kostno tkivo je potpuno vezivno tkivo čiji je matriks _____.

33. Tvrdoća kostnog tkiva potiče od _____, prvenstveno od _____, a čvrstina od _____.

34. Od vezivnih ćelija u kostnom vezivnom tkivu razlikuju se tri vrste: _____, _____ i _____.

35. Kalcijum i fosfor se u kostnom tkivu najvećim delom nalaze u obliku kristala _____, ali ima i amornog kalcijum fosfata.

36. Osteon se drugačije naziva i _____, a predstavlja koncentrične kostne lamele oko kanala (_____). U unutrašnjosti ovog kanala nalaze se krvni sudovi. Između samih lamela smešteni su osteociti koji se nalaze u ležištima (_____).

37. Kostno tkivo se sastoji od velikog broja _____, a čitava struktura ulazi u građu kosti.

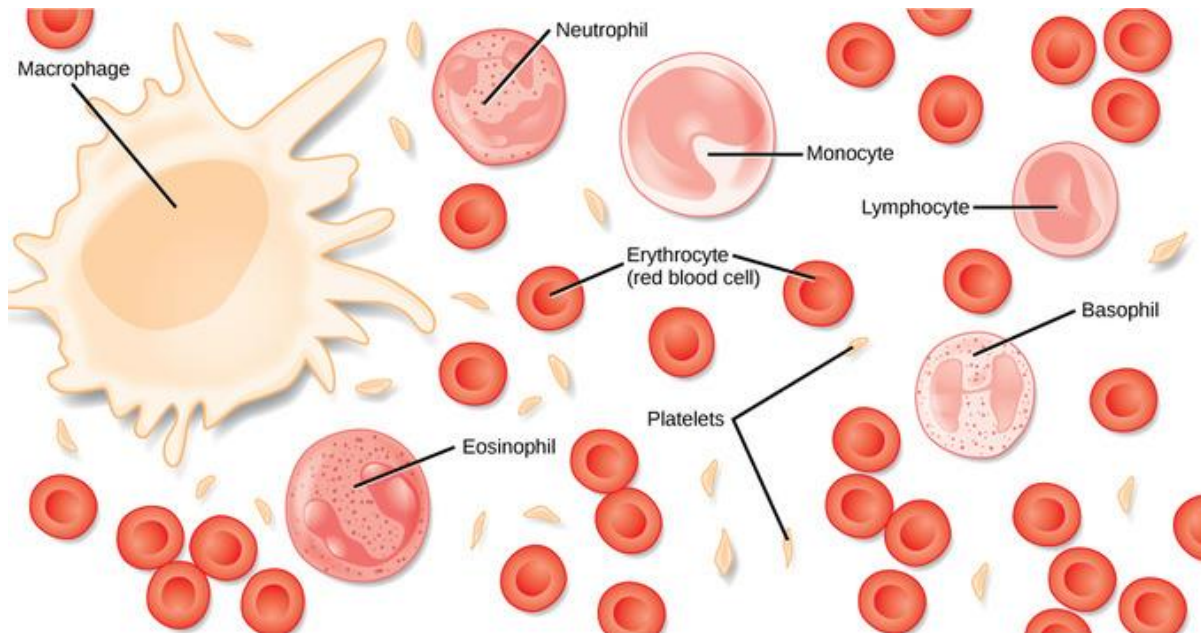
38. Proces nastanka kostnog vezivnog tkiva se naziva _____, a započinje u embrionalnom periodu razvoja.

39. Postoje dve vrste okoštavanja, _____ i _____.

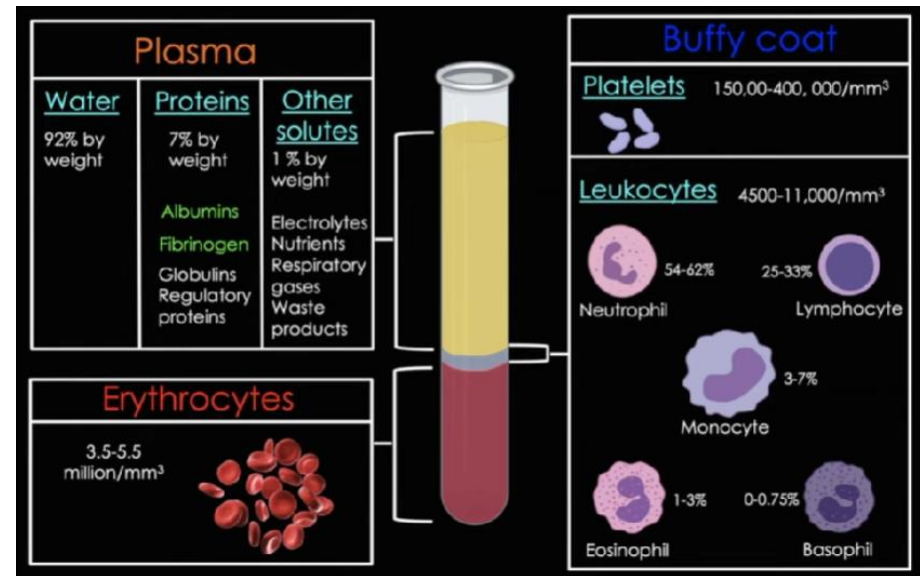
40. Okoštavanje koje nastaje nakon diferencijacije osteoblasta od mezoderma, pri čemu aktivnošću osteoblasta nastaje međucelijska supstanca koja se mineralizuje se naziva _____ (_____).

41. Okoštavanje koje nastaje kao delimično ili potpuno okoštavanje hijaline hrskavice se naziva _____ (_____).

- **Krv** je specijalizovano vezivno tkivo koje se sastoji od tečne međućelijske supstance (**krvne plazme**) i vezivnih ćelija (**uobličениh krvnih elemenata**).
- Krvna plazma čini oko 55% krvi, ćelije oko 45%.
- Uloge krvi u organizmu su: transport hranljivih materija i kiseonika do ćelija, odnosno transport produkata metabolizma i ugljen-dioksida od ćelija; prenos hormona po organizmu; regulacija acidobazne ravnoteže, osmotskog pritiska i telesne temperature; zaštita organizma od infekcija.

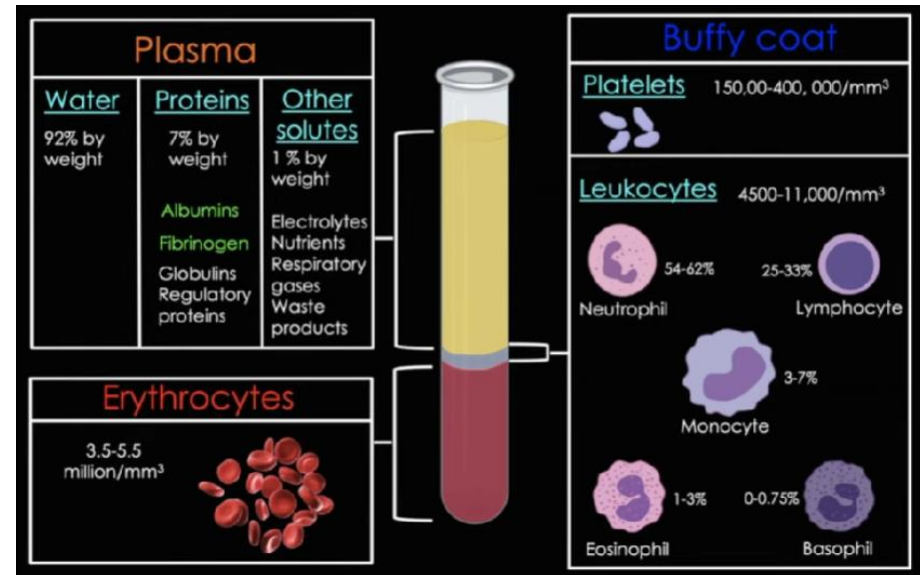


- **Krvna plazma** je žućkasta tečnost koja sadrži 90–92% vode.
- U vodi su rastvorena ili suspendovana brojna jedinjenja, ali među njima dominiraju proteini.
- Pored proteina, u krvnoj plazmi se nalaze hranljive supstance (glukoza, aminokiseline, lipidi, vitamini), gasovi (O_2 i CO_2), regulatorne supstance (hormoni i enzimi), kao i produkti metabolizma (urea, kreatinin itd.).
- Proteini plazme su **albumini** (zastupljeni sa 58% u odnosu na ukupne proteine), **globulini** (38%) i **fibrinogeni** (4%).
- **Albumini** imaju ulogu u održavanju koloidno-osmotskog pritiska u krvi, ali i za transport nerastvorljivih metabolita.
- **Globulini** su veoma raznovrsna grupa proteina u krvnoj plazmi, ali su posebno značajni **imunoglobulini**.
- Imunoglobulini su antitela, a sintetišu ih ćelije krvi koje se nazivaju **plazmociti**.

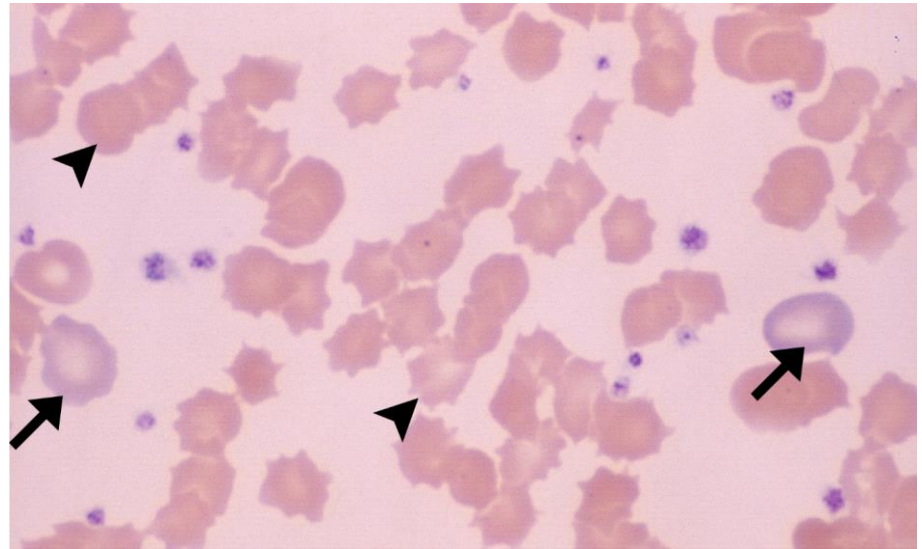


- **Fibrinogeni** su grupa proteina koja je neophodna za procese zgrušavanja krvi, prelaskom u fibrin.
- Krvna plazma koja ne sadrži fibrinogene naziva se **krvni serum**.
- Krvna plazma, na nivou kapilara može delimično napustiti cirkulaciju (prevashodno voda i sitniji molekuli krvne plazme) čineći tkivnu tečnost.
- **Vezivne ćelije krvi**, odnosno uobličeni krvni elementi, nalaze se u krvnoj plazmi i mogu se podeliti na: **eritrocite**, **leukocite** i **trombocite**.

- Centrifugiranjem krvi (uz koagulans) dolazi do odvajanja krvne plazme od uobličanih elemenata krvi.
- Eritrociti se talože na dnu epruvete i zauzimaju 45% zapremine krvi.
- Ova vrednost se naziva **hematokrit**.
- Iznad se talože bela krvna zrnca i trombociti i taj deo zauzima 1% ukupne zapremine krvi.
- Ostatak, oko 55% predstavlja krvnu plazmu.

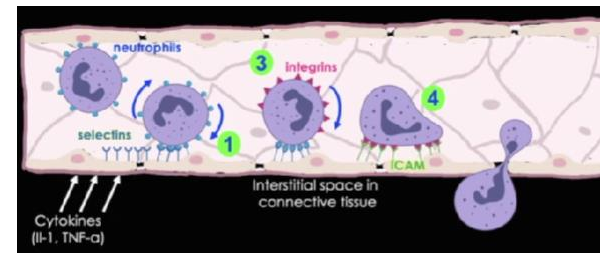
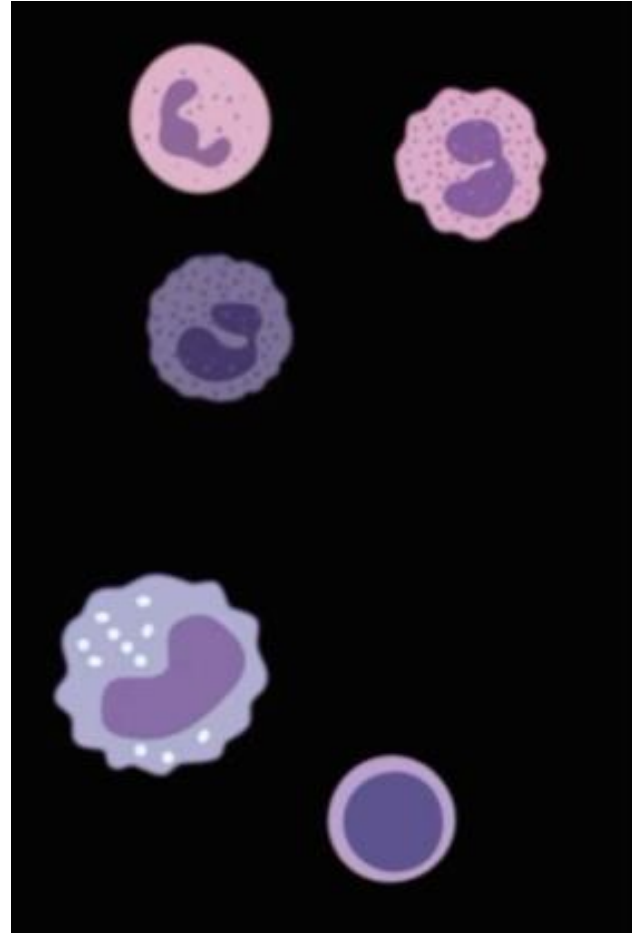


- **Eritrociti** (crvena krvna zrnca) su ćelije ispunjene hemoglobinom, a njihova uloga je vezana za transport gasova O_2 i CO_2 .
- U normalnim uslovima ove ćelije nikada ne napuštaju cirkulaciju, odnosno od svog nastanka u kostnoj srži, pa do njihovog uklanjanja eritrociti se putem krvi kreću po kardiovaskularnom sistemu.
- Eritrociti sisara su u obliku **bikonkavnog diska**, sa zadebljalim rubovima i istanjenim središnjim delom, dijametra od 4 do 9 μm .
- Zbog bikonkavnog oblika eritrociti imaju veću površinu za razmenu gasova, ali i odličnu fleksibilnost koja im je neophodna, naročito u malim lumenima kapilara.
- U toku sazrevanja, eritrociti **gube jedro**.
- Osnovna uloga eritrocita je transport gasova, zahvaljujući molekulu hemoglobinu koji se u eritrocitima nalazi.
- U toku normalnog razvoja eritrocita, hemoglobin se sintetise i zauzima 1/3 njegove zapremine.



- **Leukociti** (bela krvna zrnca) su ćelije uključene u humoralnu i celularnu odbranu organizma.
- Osim u krvi, ove ćelije se nalaze u različitim tkivima i organima.
- Veći deo svog životnog veka leukociti provode van cirkulacije, a krv koriste kao transportno sredstvo.
- Nastaju u kostnoj srži, a putem krvotoka se transportuju do tkiva koja će naseliti.
- Osnovni mehanizam odbrane organizma od invazije stranih materija, uključujući patogene, je korišćenje krvotoka za kretanje leukocita ka mestima napada.
- U krvi, leukociti su sferičnog oblika, ali u toku napuštanja krvotoka i prolaska između epitelnih ćelija (**diapedeza**) postaju **pleomorfni** i mogu brzo menjati oblik.

https://www.youtube.com/watch?v=sXz1UCCez8w&ab_channel=TheHistologyWizard



- Leukociti se mogu podeliti u dve grupe:

- **granulociti** – ćelije sa segmentiranim ili odvojenim režnjevima jedra i citoplazmom bogatom granulama i

- **agranulocite** – grupu koja nema segmentisana jedra i sa malo granula u citoplazmi.

- **Granulociti** se, u zavisnosti od bojenja granula u citoplazmi dele na

- **neutrofile,**

- **eozinofile** i

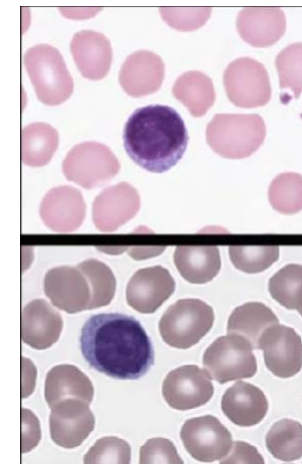
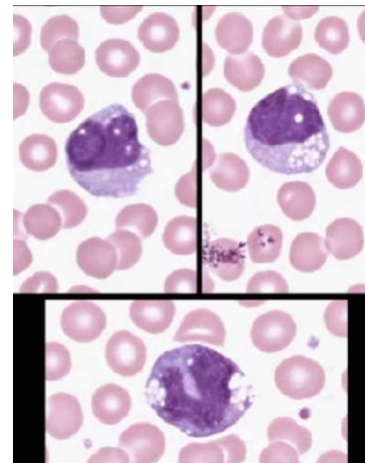
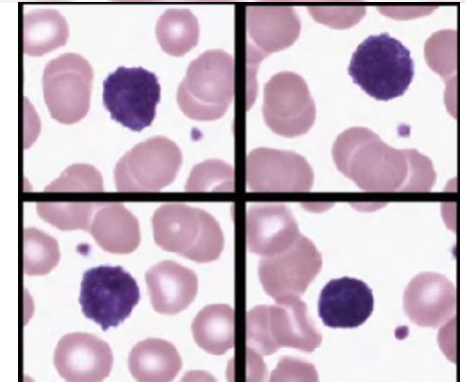
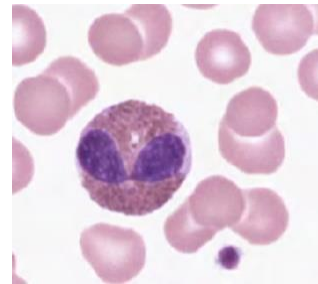
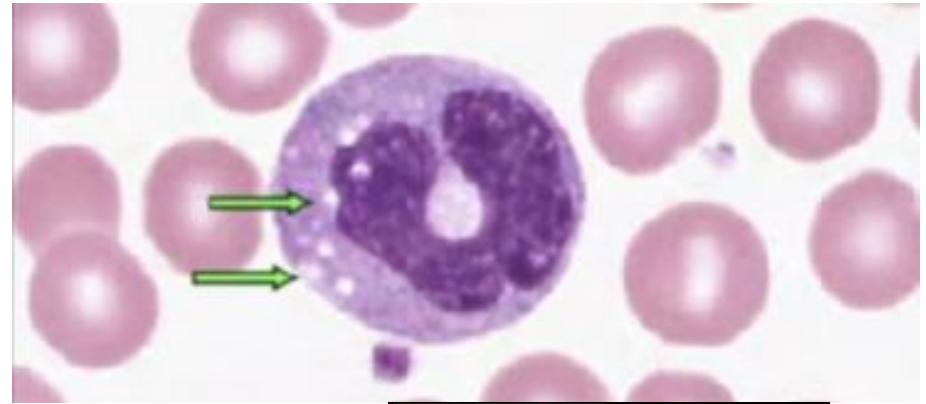
- **bazofile.**

- **Agranulociti** se dele na

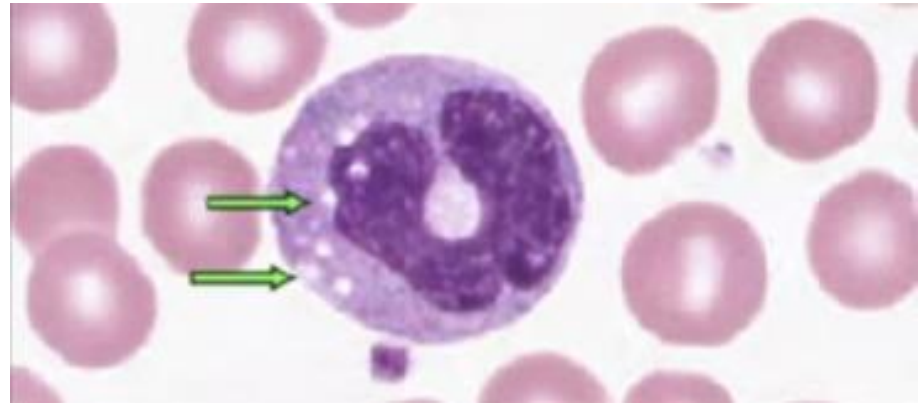
- **monocite** i

- **limfocite.**

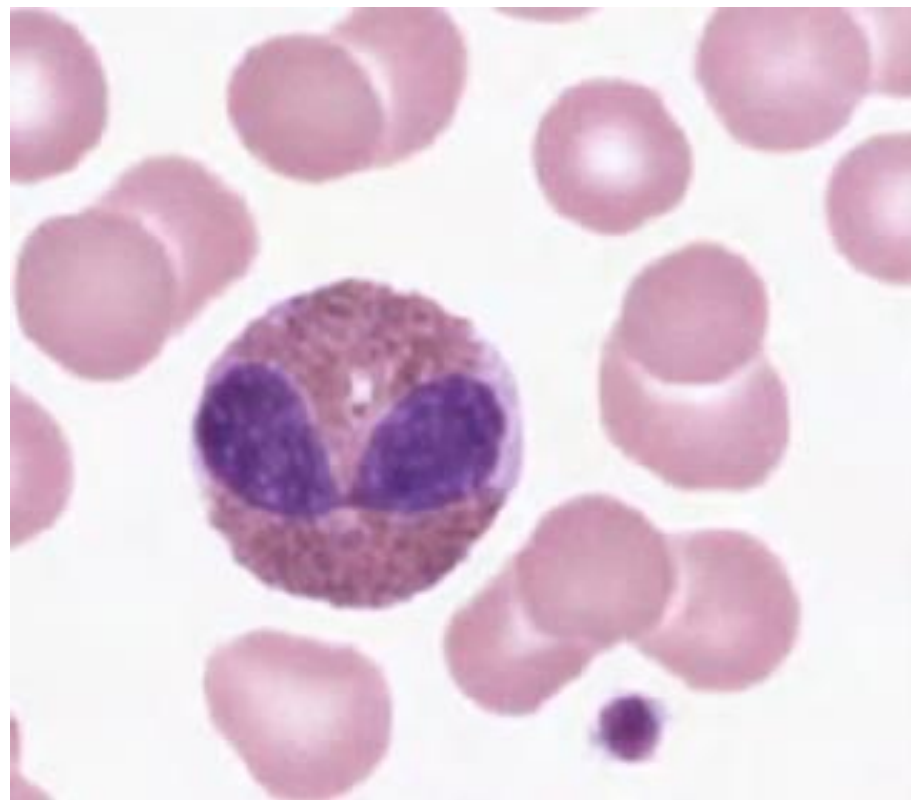
https://www.youtube.com/watch?v=sXz1UCCez8w&ab_channel=TheHistologyWizard



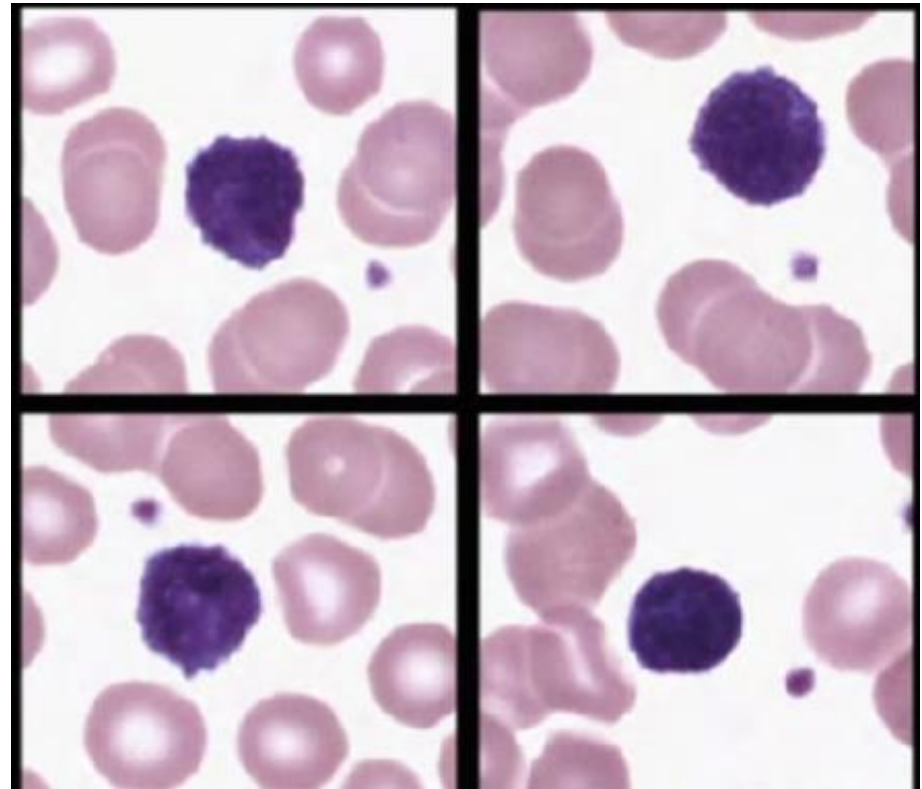
- **Neutrofili** su vrsta leukocita koja ima podjednako slab afinitet i prema baznim i prema kiselim bojama.
- Posmatranjem na krvnom razmazu, jedra neutrofila su heterohromatična i veoma segmentisana, sa različitim režnjevima, koji su međusobno povezani tankim nitima hromatina i nukleoplazme.
- Kod ženskih jedinki, može se videti i poseban režanj u obliku bubnjarskog štapa, takozvano **Barovo telo**.
- Citoplazma sadrži **brojne granule**, ali i polisome, Goldžij aparat, glikogen i retke mitohondrije.
- Kod većine vrsta granule su male i sadrže baktericidne enzime i druge supstance neophodne za antibakterijsku aktivnost.



- **Eozinofili** su vrsta granulocita koja je primarno uključena u zaštitu od **parazitskih zaraza** i regulaciju **alergijskih** i/ili **zapaljenskih procesa**.
- Posедуje polimorfno jedro koje je manje heterohromatično i segmentisano u odnosu na jedro neutrofila.
- Jedro najčešće ima dva režnja, ređe tri, a jako retko više.
- U principu, granule ovih ćelija reaguju eozinofilno (boje se kiselim bojama).
- Veličina granula varira u zavisnosti od vrste životinja.
- Kao i kod neutrofila, granule su lizozomi.
- Kod parazita velikih dimenzija, gde nisu u mogućnosti da ih fagocituju, uništavaju ih tako što u njihovoj blizini sekretuju specifične granule.
- U poređenju sa neutrofilima imaju slabije izraženu fagocitoznu aktivnost.

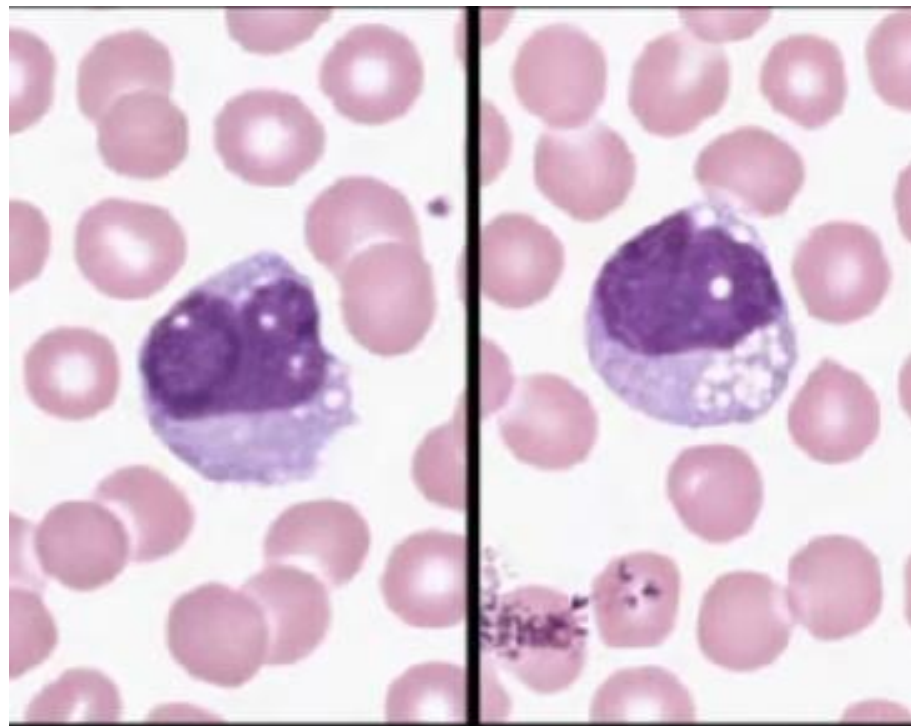


- **Bazofilni leukociti** su u normalnoj krvi najmalobrojnija vrsta leukocita i predstavljaju od 0–3% svih ćelija u krvi.
- Boje se plavo pri bojenju sa Gimsa bojom i, kao i eozinofili i neutrofili, imaju dve vrste granula: specifične granule i azurofilne granule.
- Specifičnih granula ima mnogo više od azurofilnih, locirane su u citoplazmi između gER, Goldži aparata i mitohondrija.
- Ove granule sadrže supstance nađene i u mastocitima (heparin, histamin, eozinofilni hemotaktični faktor).
- Veličina, oblik, broj i sadržaj ovih granula variraju u zavisnosti od vrste životinje.



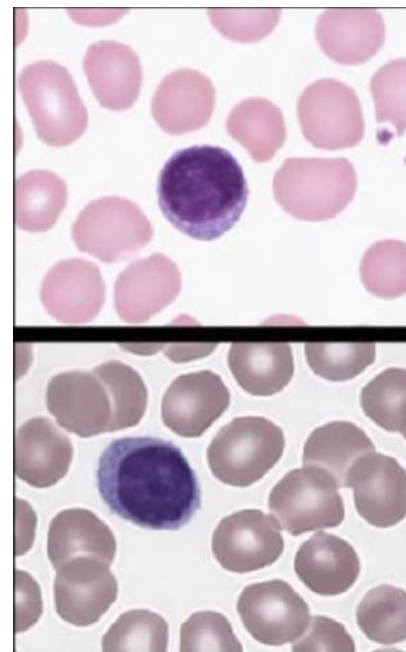
- Azurofilne granule se nalaze u citoplazmi i, kao i kod ostalih granulocita, sadrže supstance neophodne za proces fagocitoze.
- Ove ćelije imaju, prvenstveno, ulogu u zapaljenskim reakcijama, slično ulozi mastocita.

- **Monociti** su najkrupnije ćelije krvi (dijametra 12–19 μm).
- Jedro im je različitog oblika i ekscentrično postavljeno.
- Sama ćelija može biti okrugla ili ovalna, a jedro bubrežasto ili ovalno.
- U citoplazmi se nalazi veliki broj sitnih mitohondrija, polisoma, cisterne gER i aER i dobro razvijen Goldžij aparat.
- Pored ovih organela, u citoplazmi se nalaze fine azurofilne granule, rasute po čitavoj citoplazmi.
- Uloga monocita je u fagocitozi.
- Nakon nastanka u kostnoj srži, monociti u cirkulaciji ostaju svega nekoliko dana, ali kada napuste cirkulaciju i uđu u odgovarajuća tkiva transformišu se u tkivne makrofage gde mogu da prežive mesecima.
- Monociti u cirkulaciji i makrofage stacionirane u tkivima predstavljaju mononuklearni fagocitni sistem.



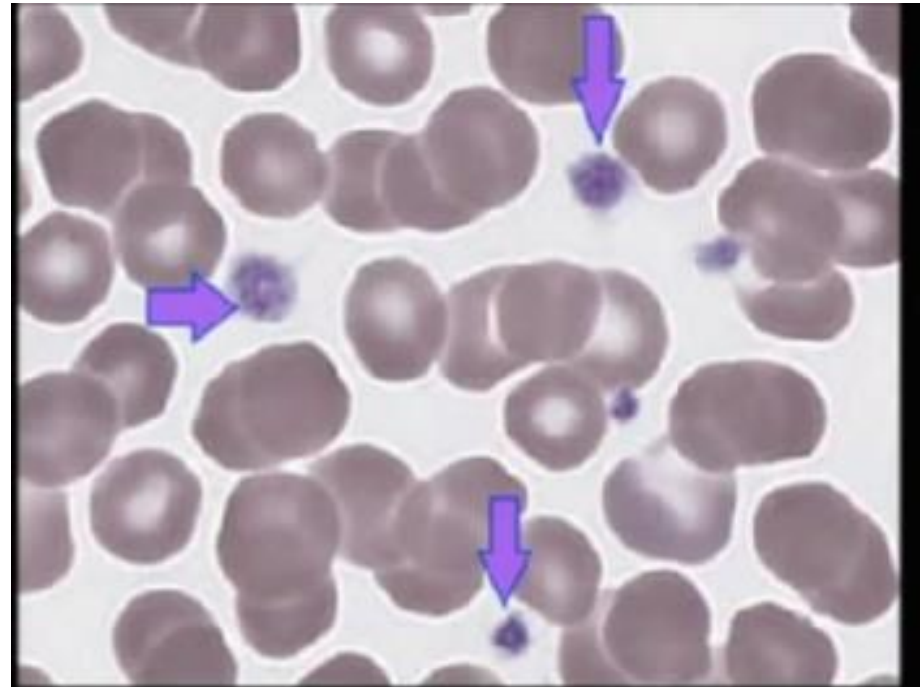
- Funkcija ovog sistema je zaštita od intra i ekstraćelijskih štetnih agenasa (bakterija, protozoa i virusa, oštećenih, mrtvih ili transformisanih ćelija).
- Ćelije ovog sistema luče i različite citokine koji učestvuju u zapaljenskom odgovoru i pomažu proliferaciju ćelija krvi.
- Vrsta makrofaga su i antigen prezentujuće ćelije, koje imaju mogućnost da svare strani materijal i naprave ga u obliku antigena.

- **Limfociti** su druga najzastupljenija grupa leukocita kod mnogih vrsta.
- Limfociti su loptaste ćelije, sa oskudnom citoplazom koja je u obliku obruča oko jedra.
- U ćeliji dominira jedro, koje može biti okruglo ili sa malim urezima.
- U zavisnosti od dijametra, limfociti se dele na **velike** (10–15 μm) i **male** (6–9 μm).
- Kao i druge ćelije odbrane koje se transportuju krvotokom, limfociti se aktiviraju u različitim tkivima u koja migriraju nakon izlaska iz cirkulacije.
- Posmatrano po funkcionalnim karakteristikama, limfociti se mogu podeliti u tri grupe: **B limfocite**, **T limfocite** i „prirodne ubice“ (NK-ćelije).



- T limfociti su najbrojniji i ima ih oko 80% svih limfocita u cirkulaciji.
- Od B limfocita nastaju plazma ćelije koje luče antitela i čine osnovu humoralnog imuniteta.
- NK ćelije mogu uništiti tumorske ćelije i ćelije inficirane virusima bez prisustva T i B limfocita izlučujući citotoksične materije koje vrše razgradnju ćelija.

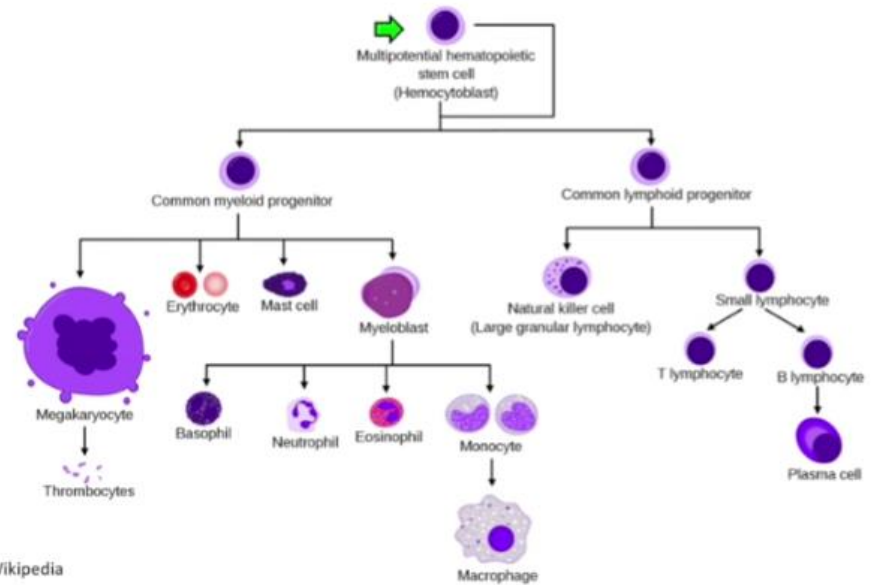
- **Trombociti** ili krvne pločice su diskoidni ćelijski fragmenti dijametra od 1–5 μm koji ne poseduju jedro.
- Oni nastaju odvajanjem delova citoplazme megakariocita, ćelija koje se nalaze u kostnoj srži.
- Krvne pločice imaju kratak životni vek, oko dve nedelje.
- Uloga im je zgrušavanje krvi, odnosno koagulacija.



- Krvne ćelije nastaju deobom matičnih ćelija u hematopoeznim organima, u procesu koji se naziva **hematopoeza**.

https://www.youtube.com/watch?v=qBpCnw-2eyY&ab_channel=TheHistologyWizard

- U embrionalnom periodu, krvne ćelije nastaju od žumančane kese, nešto kasnije u jetri i slezini, a nakon toga u kostnoj srži.
- Matične ćelije su pluripotentne ćelije sposobne za samoobnavljanje.
- Proliferacijom pluripotentne matične ćelije nastaje jedna ćelijska loza – limfoidna loza (od koje će nastati limfociti) i druga loza – mijeloidna (od koje će nastati granulociti, monociti, eritrociti i megakariociti).
- Umnožavanjem i sazrevanjem ćelija ove dve loze, nastaju progenitorne ćelije od kojih će nastati prekusorske ćelije, kasnijim sazrevanjem nastati pojedine krvne ćelije.



Provera znanja

I Ukoliko je tvrdnja tačna, zaokružiti T, a ako je netačne N

20. Eritrociti nekad napuštaju cirkulaciju i u fiziološkim uslovima.	T	N
21. Zbog bikonkavnog oblika eritrociti imaju veću površinu za razmenu gasova, ali i odličnu fleksibilnost koja im je neophodna, naročito u malim lumenima kapilara.	T	N
22. U toku sazrevanja, eritrociti gube jedro.	T	N
23. Eritrociti mačaka žive oko 2 meseca, a eritrociti goveda oko 6 meseci.	T	N
24. Eritrociti svih sisara su jasno bikonkavni.	T	N
25. Leukociti se ne nalaze samo u krvi, već i u različitim tkivima i organima.	T	N
26. Veći deo svog životnog veka leukociti provode van cirkulacije, a krv koriste kao transportno sredstvo.	T	N
27. Limfociti se aktiviraju u različitim tkivima u koja migriraju nakon izlaska iz cirkulacije.	T	N

42. Krv je specijalizovano vezivno tkivo koje se sastoji od tečne međućelijske supstance (_____) i vezivnih ćelija (_____).

43. Proteini plazme su _____, _____ i _____.

44. Proteini koji imaju ulogu u održavanju koloidno-osmotskog pritiska u krvi, ali i za transport nerastvorljivih metabolita su _____.

45. Globulini su veoma raznovrsna grupa proteina u krvnoj plazmi, ali su posebno značajni _____.

46. Imunoglobulini su antitela, a sintetišu ih ćelije krvi koje se nazivaju _____.

47. Grupa proteina koja je neophodna za procese zgrušavanja krvi su _____, koji pri zgrušavanju krvi prelaze u _____.

48. Krvna plazma koja ne sadrži fibrinogene naziva se _____.

49. Vezivne ćelije krvi, odnosno uobličeni krvni elementi, nalaze se u krvnoj plazmi i mogu se podeliti na: _____, _____ i _____.

50. Centrifugiranjem krvi (uz koagulans) dolazi do odvajanja krvne plazme od uobličanih elemenata krvi. Eritrociti se talože na dnu epruvete i zauzimaju 45% zapremine krvi. Ova vrednost se naziva _____.

51. Eritrociti (crvena krvna zrnca) su ćelije ispunjene _____, a njihova uloga je vezana za transport gasova _____ i _____.
52. Eritrociti sisara su u obliku _____, sa zadebljalim rubovima i istanjenim središnjim delom, dijametra od 4 do 9 μm .
53. Bikonkavan oblik eritrocita nastaje zahvaljujući postojanju kontraktilnog proteina, _____, koji je povezan sa membranom ovih ćelija.
54. Ćelije krvi uključene u humoralnu i celularnu odbranu organizma su _____ (_____).
55. U krvi, leukociti su _____ oblika, ali u toku napuštanja krvotoka i prolaska između epitelnih ćelija (_____) postaju _____ i mogu brzo menjati oblik.
56. Leukociti se mogu podeliti u dve grupe: _____ – ćelije sa segmentiranim ili odvojenim režnjevima jedra i citoplazmom bogatom granulama i _____ – grupu koja nema segmentisana jedra i sa malo granula u citoplazmi.
57. Granulociti se, u zavisnosti od bojenja granula u citoplazmi dele na _____, _____ i _____.
58. Agranulociti se dele na _____ i _____.
59. U neutrofilima ženskih jedinki, može se videti i poseban režanj u obliku bubnjarskog štapa, takozvano _____.
60. Vrsta granulocita koja je primarno uključena u zaštitu od parazitskih zaraza i regulaciju alergijskih i/ili zapaljenskih procesa su _____.

61. Monociti imaju ulogu u _____.

62. Nakon nastanka u kostnoj srži, monociti u cirkulaciji ostaju svega nekoliko dana, ali kada napuste cirkulaciju i uđu u odgovarajuća tkiva transformišu se u tkivne _____ gde mogu da prežive mesecima.

63. _____ Vrsta _____ makrofaga _____ su _____ i _____, koje imaju mogućnost da svare strani materijal i naprave ga u obliku antigena.

64. Posmatrano po funkcionalnim karakteristikama, limfociti se mogu podeliti u tri grupe: _____, _____ i _____.

65. Diskoidni ćelijski fragmenti u krvi dijametra od 1–5 μm koji ne poseduju jedro su _____ ili _____.

66. Trombociti nastaju odvajanjem delova citoplazme _____, ćelija koje se nalaze u kostnoj srži.

67. Na trombocitima se razlikuju središnji deo – _____ i periferni deo _____.

68. Krvne ćelije nastaju deobom matičnih ćelija u procesu koji se naziva _____.