

Krv

**odeljak ekstracelularne tečnosti
u kome se nalaze krvne ćelije**

Krv

Krv je tečnost koja struji **kroz krvne sudove**

4 - 6 litara

52 - 62% je tečni deo - **krvna plazma**

38 - 48% su **ćelijski elementi**

Arterijska svetlo crvene boje (O_2)

Venska tamnija (CO_2)

Krv

pH 7.35 - 7.45

Viskozitet, (gustina 3 - 5 puta gušća od vode)
zavisi od celularnih elemenata i krvnih
belančevina

Funkcije krvi

1. Transportna **gasovi**

Od pluća do svake ćelije i obrnuto

hranljive materije

Od digestivnog trakta do svake ćelije

hormoni

Od endokrinih žljezda do ciljnog / ih tkiva

produkti metabolizma

Od svake ćelije do ekskretornih organa

Funkcije krvi

2. Regulatorna

elektrolitni balans (fiziološke vrednosti elektrolita)

acidobazna ravnoteža (fiz.vrednosti pH)

telesna temperatura

3. Zaštitna

Nosioci **imunskih reakcija** (ćelije i antitela)

mehanizam koagulacije

Krvna plazma

Krvna plazma

Tečni deo krvi

1. Hranljive materije absorbovane iz digestivnog trakta

2. Otpadni produkti iz tkiva

3. elektroliti

4. Hormoni

Krvna plazma

5. Plazma proteini

Albumini i globulini

Albumini 30-50g/l, odgovorni za
koloidno-onkotski pritisak

Globulini – **antitela** i **faktori koagulacije**
(fibrinogen, protrombin i drugi)

Hematopoeza

Sve krvne ćelije nastaju od pluripotentne matične ćelije hematopoeze (engl. stem cell)

Matična ćelija hematopoeze

Morfološki nije identifikovana

Nalazi se u

kostnoj srži

perifernoj krvi

krvi pupčane vrpce

**mononuklearna ćelija koja ima CD34
antigen na membrani**

Matična ćelija hematopoeze

Funkcije

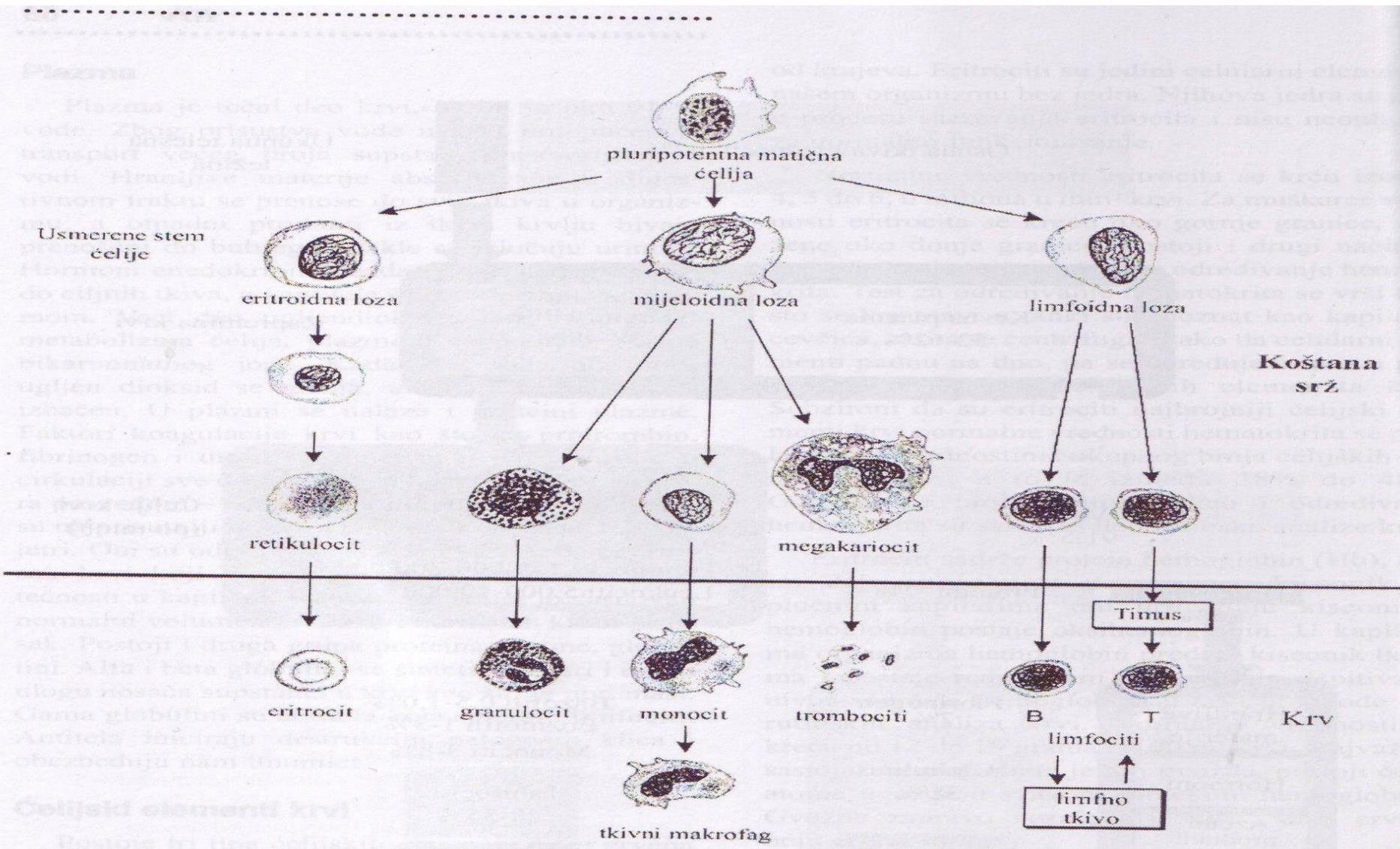
Samoobnavljanje

Diferentovanje u sve krvne ćelije

Terapijska primena

Transplantacija MČH

Hematopoeza

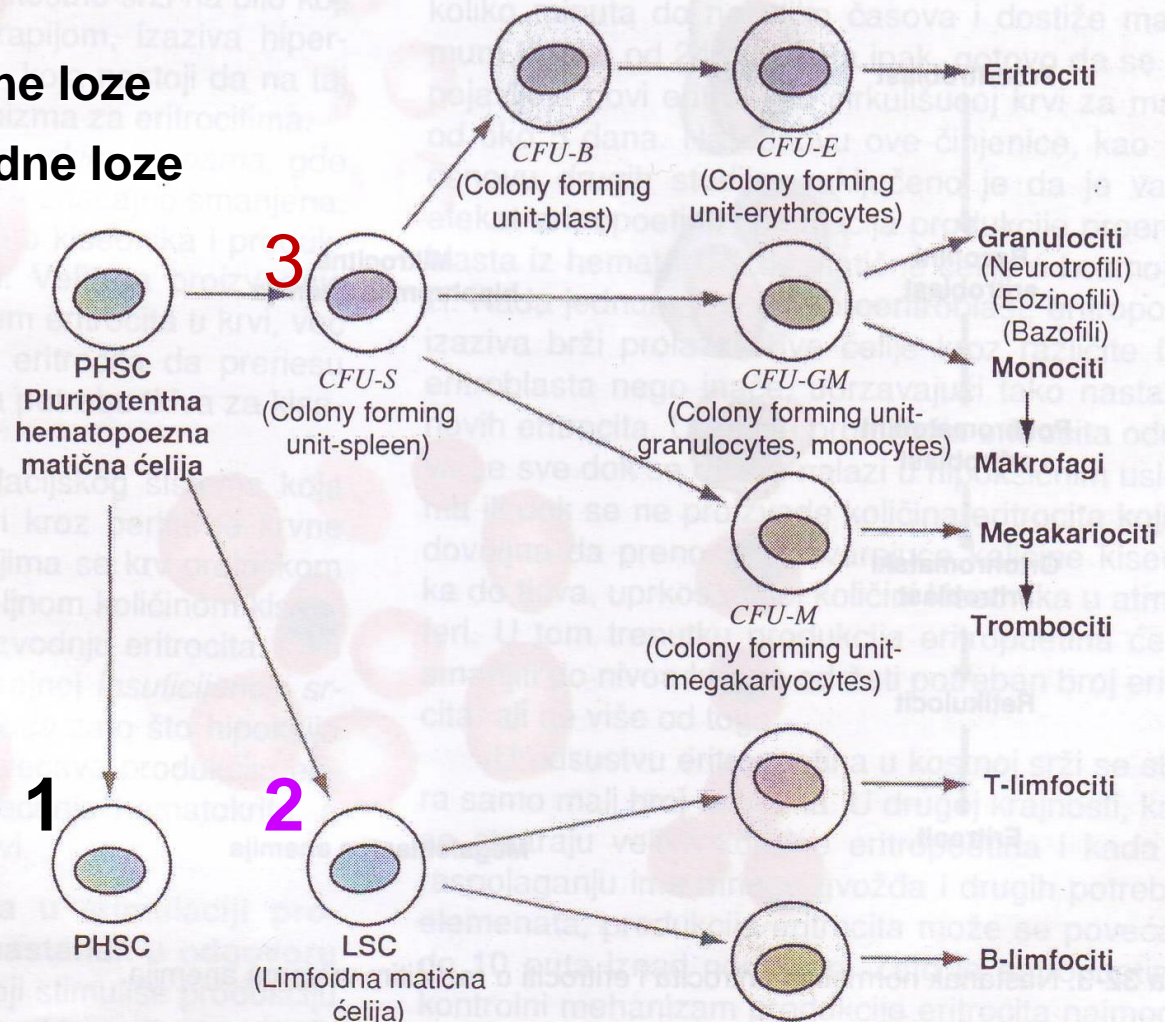


Hematopoeza

1. samoobnavljanje

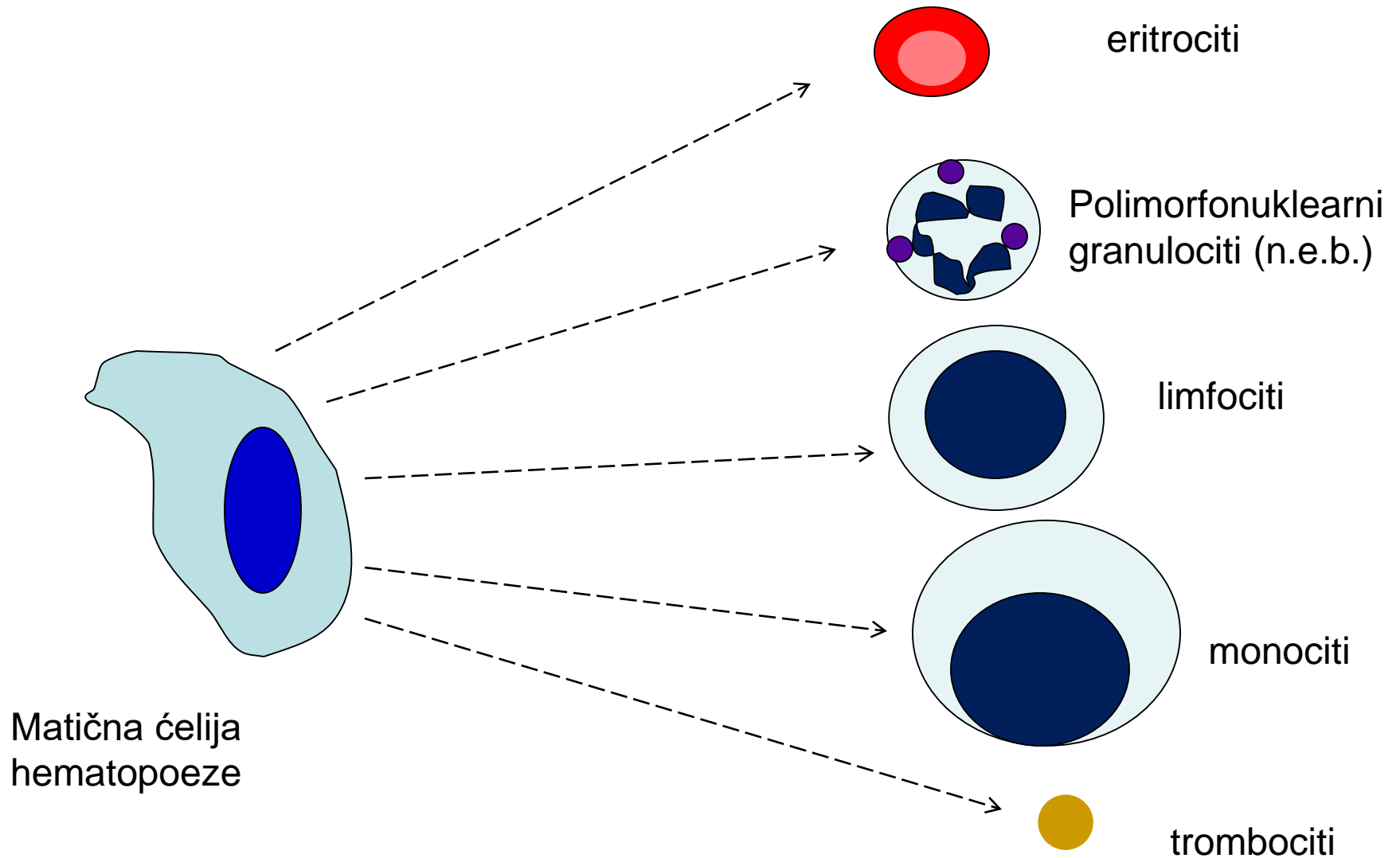
2. diferentovanje limfoidne loze

3. Diferentovanje mijeloidne loze



Slika 32-2. Nastanak mnoštva različitih ćelija periferne krvi od prvobitne pluripotentne hematopoezne matične ćelije (PHSC) u kostnoj srži.

Zrele krvne ćelije



Eritrociti

jedina ćelija bez jedra

4 – 6 x10¹² / L

Hematokrit 38 - 48%

Hemoglobin 120-180g / L (transport kiseonika)

eritrocitopoeza

GENEZA ERITROCITA

Proeritroblast

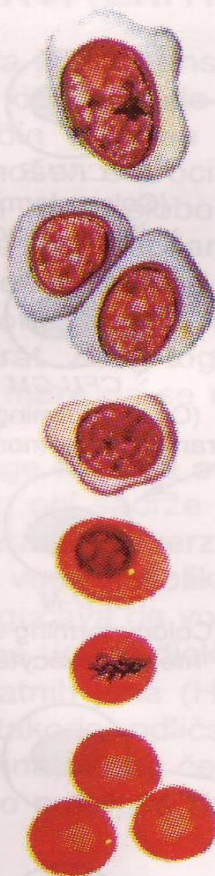
Bazofilni eritroblast

Polihromatofilni eritroblast

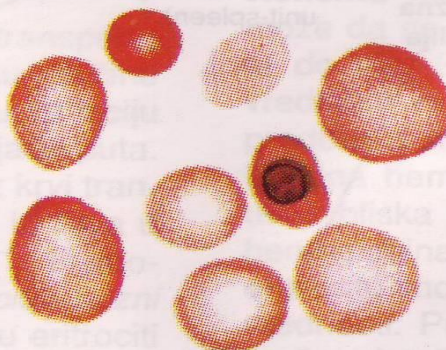
Ortohromatski eritroblast

Retikulocit

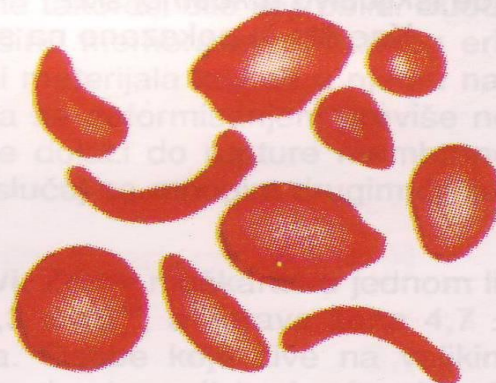
Eritrocit



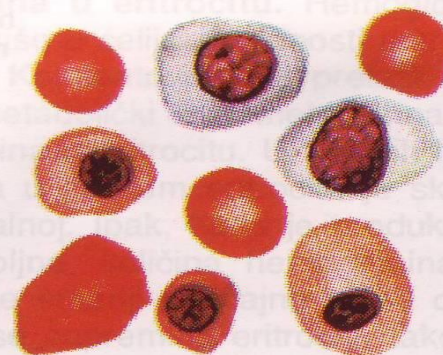
Mikrocitna hipohromna anemija



Megaloblastna anemija



Srpasta anemija



Eritroblastosis fetalis

Slika 32-3. Nastanak normalnih eritrocita i eritrociti u različitim vrstama anemija.

Eritrociti

Stvaranje eritrocita stimulirano **eritropoetinom**
(luče ga bubrezi u hipoksiji)

Vek 120 dana

Razgradnja u makrofagnom sistemu (slezina)

Fe iz hemoglobina se **deponuje u jetri**, a
proteinski ostatak se razgrađuje u žučne boje
(**bilirubin**)

Krvne grupe

ABO i Rh sistem

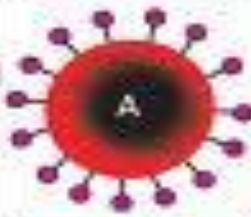
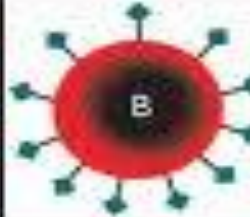




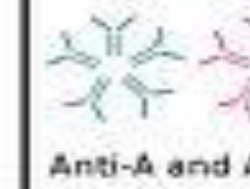
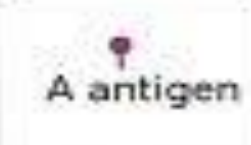


Antigeni na membrani eritrocita
(oligosaharidi) **A, B, AB**

Krvne grupe A, B, AB i O (bez antigena)

Prirodna antitela k.grupe A su anti-B, B anti-A ,
O anti-A i anti-B, AB nema antitela

Rh (D antigen) Rh pozitivna, bez antigena **Rh negativna**

ABO system

	Group A	Group B	Group AB	Group O
Red blood cell type	 <p>A</p>	 <p>B</p>	 <p>AB</p>	 <p>O</p>
Antibodies present	 <p>Anti-B</p>	 <p>Anti-A</p>	None	 <p>Anti-A and Anti-B</p>
Antigens present	 <p>A antigen</p>	 <p>B antigen</p>	 <p>A and B antigens</p>	None

INTERREAKCIJA

I pored kompatibilnosti krvi davaoca i krvi primaoca, **pre transfuzije se radi interreakcija:**

- **Plazma primaoca + eritrociti davaoca**
- i**
- **Plazma davaoca + eritrociti primaoca**

Ako nema aglutinacije krv se može dati

Leukociti

Odbrambena funkcija

Nespecifična odbrana

(mikrofagi - PMN i makrofagi – monociti)

Specifična odbrana

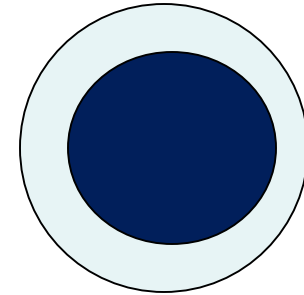
T i B limfociti (*makrofagi*)

*Odbrana od parazita, alergijske reakcije
koagulacija*

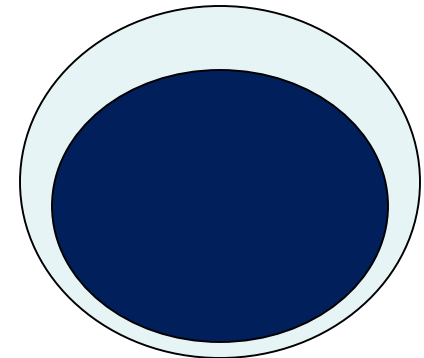
Leukociti

Mononuklearni

limfociti

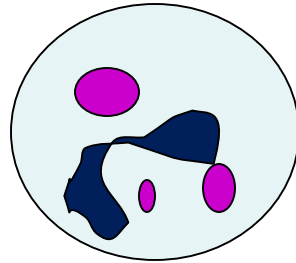


monociti

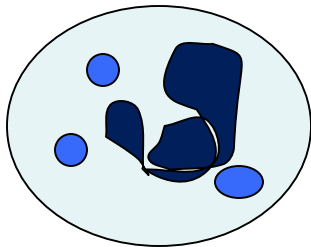


PMNL

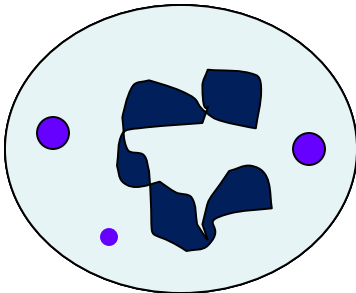
eozinofilni



bazofilni



Neutrofilni



Leukociti

(Leukocitna formula)

5.0 -1 0.0x10⁹/ L

Granulociti

– **Neutrofilni (PMN); 43-65%**

– **Bazofilni; 0.2 -1%**

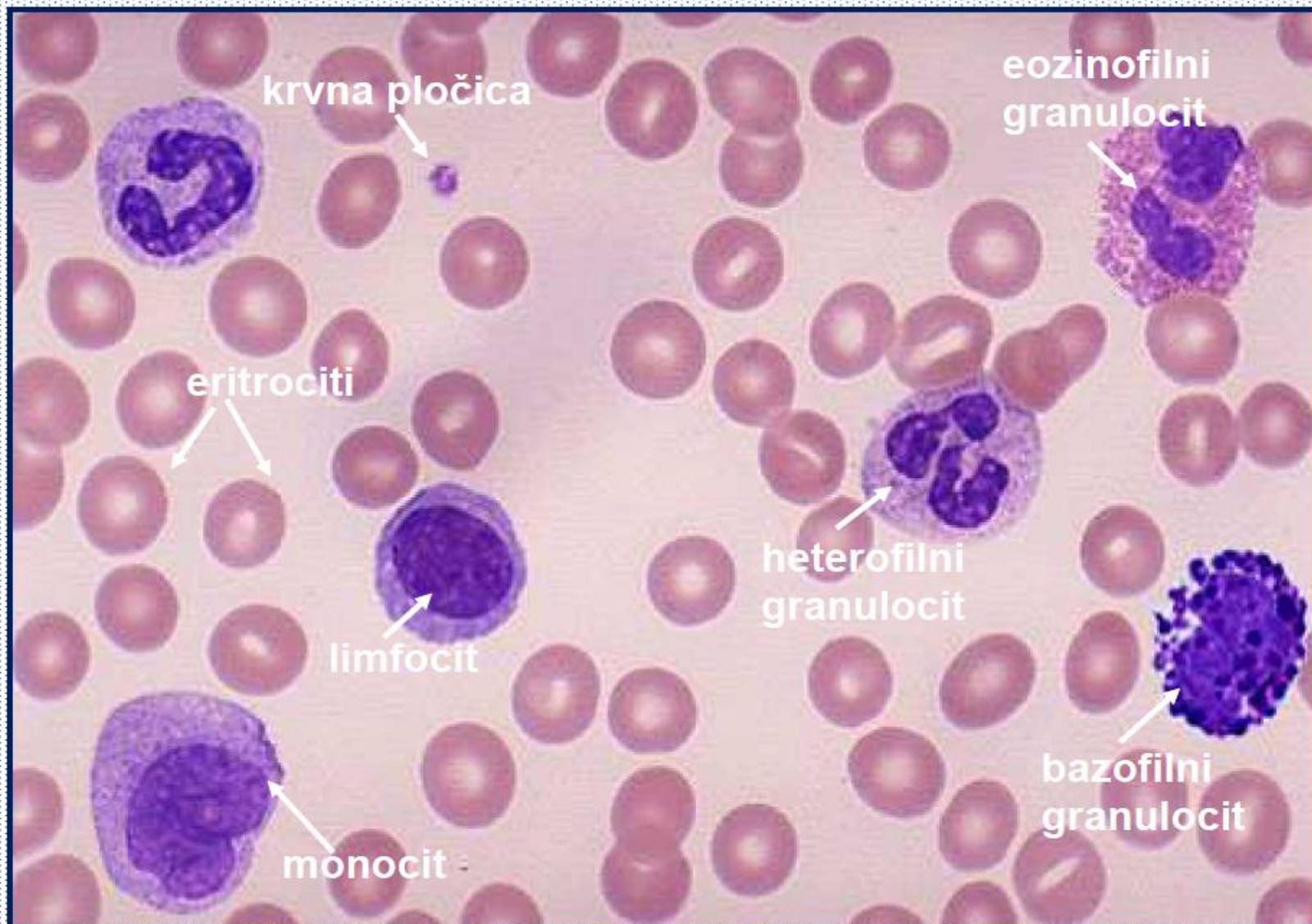
– **Eozinofilni; 0.9 -2.9%**

Mononuklearni

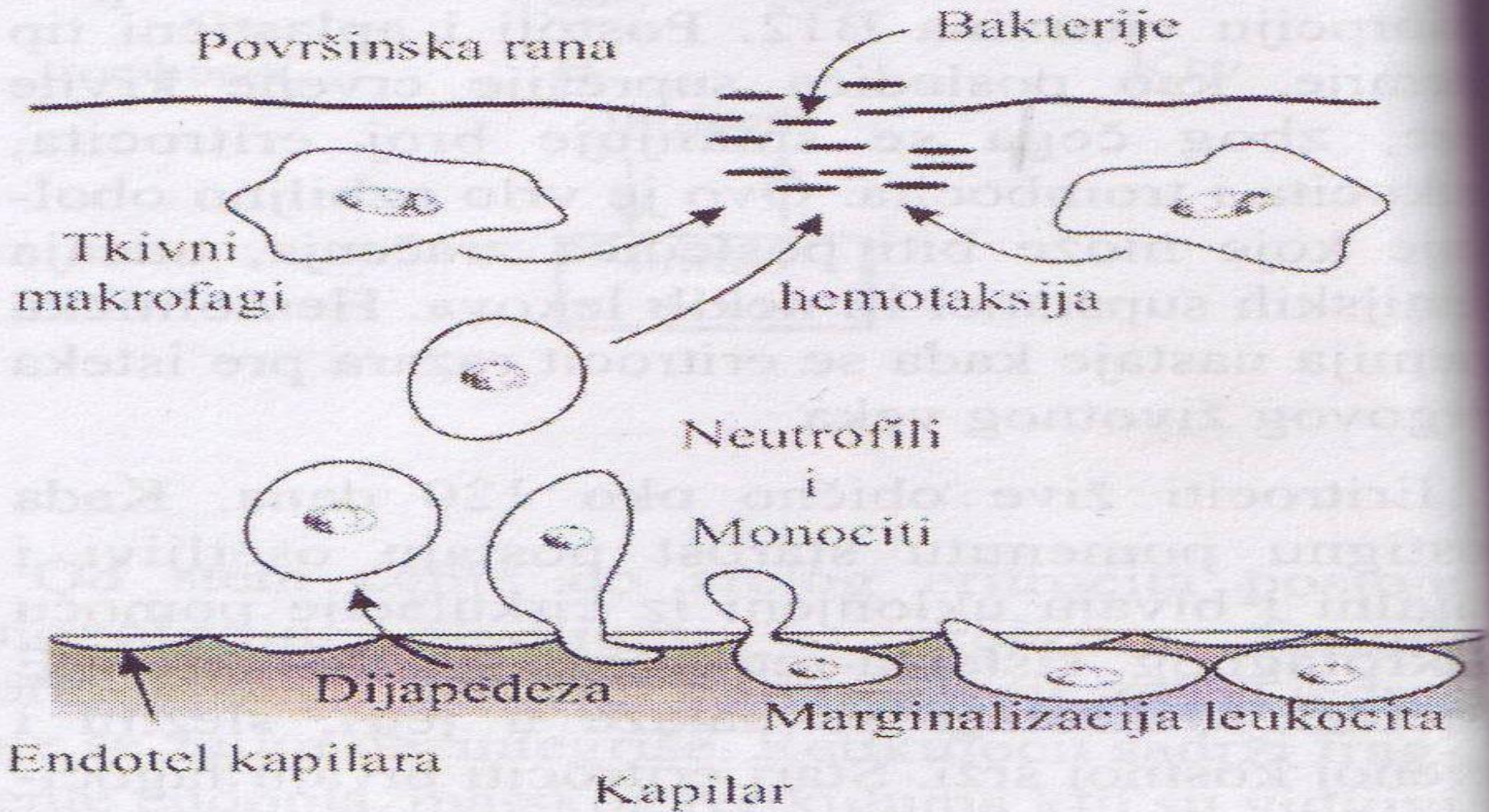
– **Limfociti 20.5 - 45.5%**

– **Monociti 5.5 -11.7%**

FORMIRANI ELEMENTI KRVI



Kretanje leukocita (dijapedeza)



Funkcije leukocita

antigeni leukocita

HLA kompleks (Human leukocyte antigens)

prezentacija stranih antigena (odbrambena)

tipizacija tkiva u lečenju **transplantacijom**

Funkcije leukocita

odbrambene

Neutrofilni (mikrofagi) - fagocitoza

Eozinofilni -u alergijskim reakcijama i
parazitarnim oboljenjima

Bazofilni u koagulaciji

Funkcije leukocita

T limfociti obzbedjuju **celularni**

B limfociti humoralni imunitet (antitela)

Monociti (makrofagi) / Nastanak tkivnih makrofaga

Monocitno – makrofagni sistem

1. fagocitoza
2. **prezentacija antigena** limfocitima

Imunski sistem

Centralni organi

Timus i kostna srž

Periferni organi

Limfni čvorovi, slezina

Ćelije nosioci funkcije

Monocitno-makrofagni sistem

T limfociti (diferentovani u timusu)

B limfociti (diferentovani u k.srži)

Molekulska osnova: antitela, citokini, i dr.produkti imunokompetentnih ćelija

Imunski sistem

Pojmovi

Antigen ili imunogen je svaka organizmu strana (tuđa) struktura, koja uzrokuje reakciju imunskog sistema

Antitelo (imunoglobulini) belančevine koje sintetizuju i izlučuju plazmociti (poslednji stupanj diferentovanja B limfocita)

Imunski sistem

Nespecifične reakcije im.sistema

Fiziološke prepreke

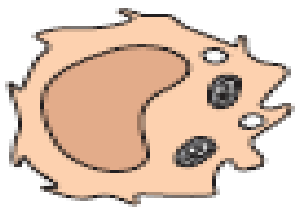
Monocitno-makrofagni sistem

Granulociti

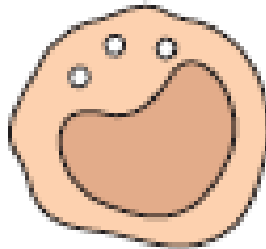
Proteini sistema Komplementa

Specifične humoralne i celularne reakcije imunskog sistema

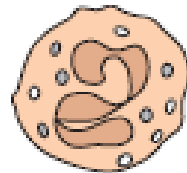
Ćelije nespecifične imunosti



makrofag



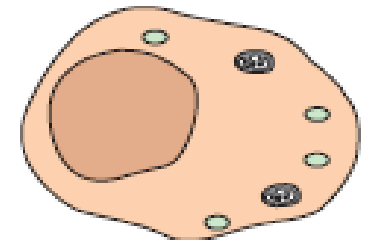
monocit



PMNL

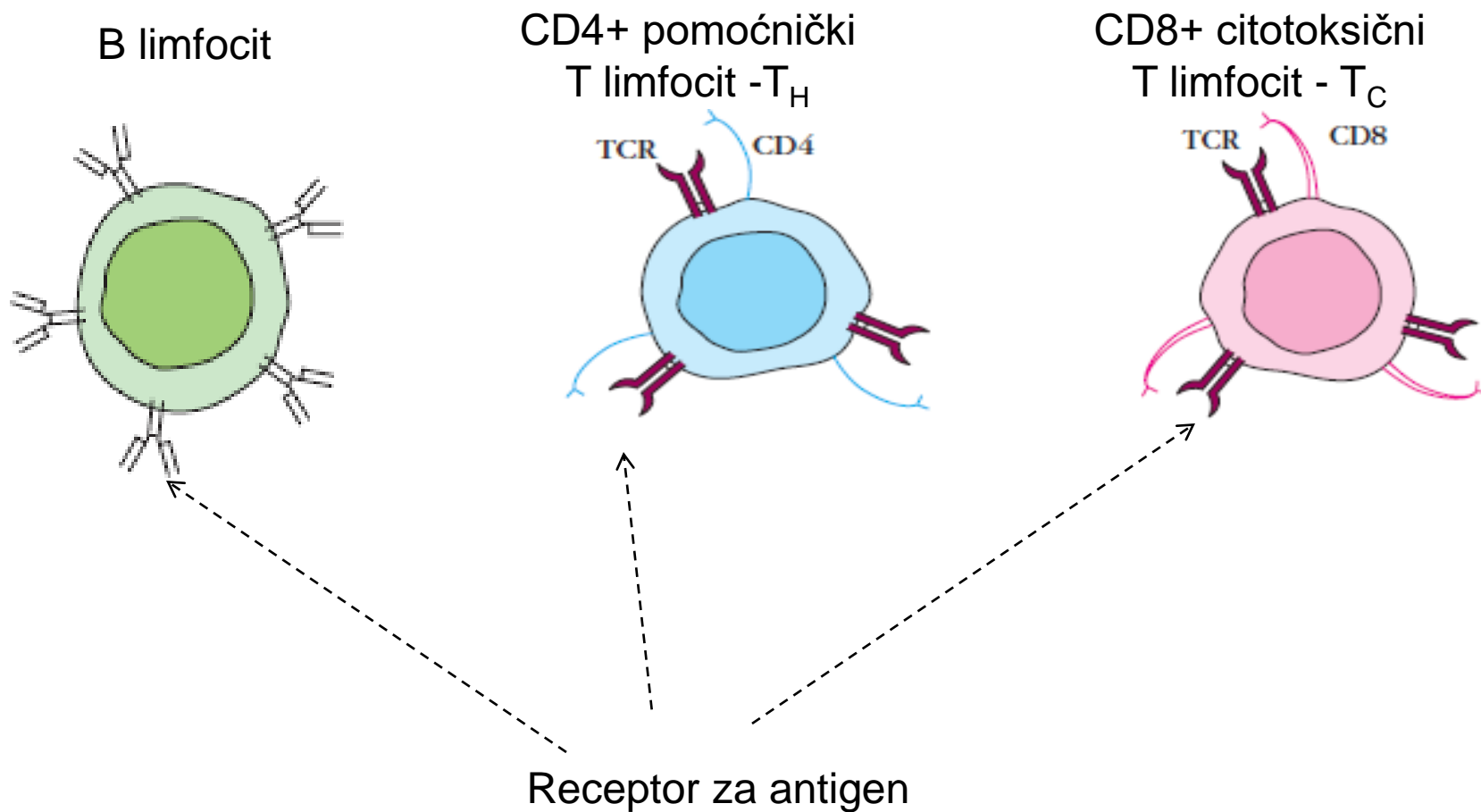


Dendritične ćelije
(mijeloidnog i limfoidnog porekla)

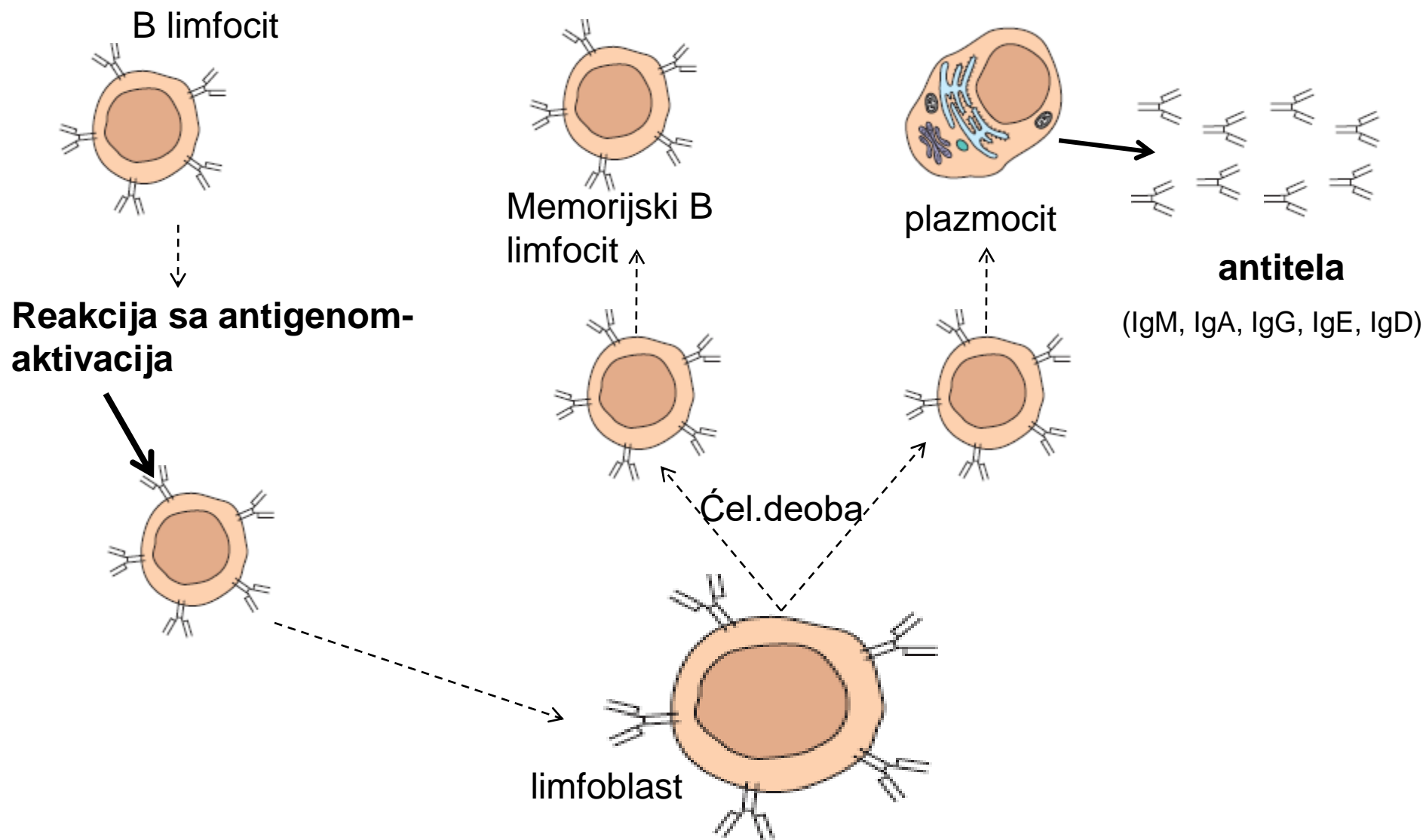


Urodjenoubilački
limfocit (NK)

Ćelije specifične imunosti

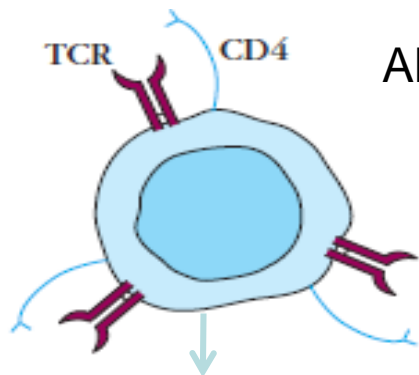
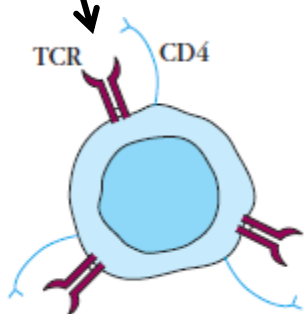


Humoralni odgovor



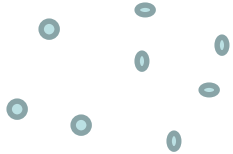
Celularni imunski odgovor

Antigen-MHC II

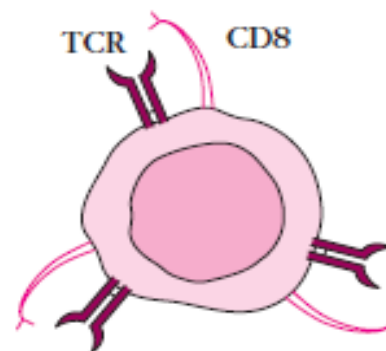
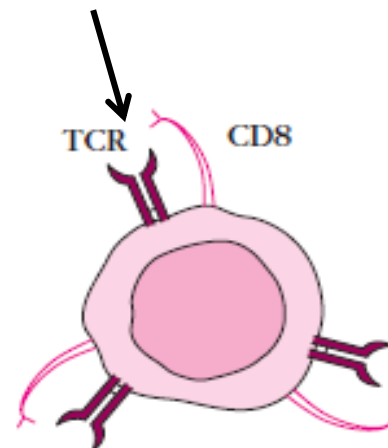


Aktivisan TH

citokini



Antigen-MHC I



Citotoksični T limfocit

Trombociti

150 - 450x10⁹/L

Učešće u *hemostazi* (sprečavanje gubitka krvi)

Trombociti

U *vaskularnom spazmu*

luče serotonin, koji **pojačava spazam**

Trombocitni čep

na mestu rupture kapilara se **nagomilaju zatvarajući otvor**

Hemijsko zgrušavanje - stvaranje tromba

Osim **trombocita i proteini faktori koagulacije**

HEMOSTAZA

ZAUSTAVLJANJE KRVARENJA

Faze procesa hemostaze

1. Reakcija krvnog suda – **vazokonstrikcija**
2. Stvaranje **trombocitnog čepa**
3. **Koagulacija** (zgrušavanje) krvi

Vazokonstrikcija

Izazivaju je **refleksni i lokalni humoralni faktori**

Traje kratko, sprečava preteran gubitak krvi

Trombocitni čep

- 1. Adhezija** trombocita na **subendotelni kolagen** oštećenog suda
uz pomoć vonVilebrandovog faktora, koga proizvode endotelne ćelije i koji se kao most **veže za kolagen i glikoprotein Ib trombocita.**

Trombocitni čep

2. Oslobađanje **sadržaja trombocitnih granula**

3. **Agregacija** trombocita uz učesće **fibrinogena**, koji se spaja sa glikoproteinskim kompleksom **memrane trombocita**.

Stimuliše je: **trombin, tromboksan A₂ i ADP**

Koagulacija krvi

Niz reakcija u kojima učestvuju **faktori koagulacije I-XIII** (faktor VI ne postoji)

Proteini plazme koji cirkulišu **u inaktivnom obliku**

Joni Ca^{++}

K vitamin (za faktore II, VII, IX, X, protein C i protein S).

Anti-koagulacijski mehanizmi dominiraju

Spoljašnji put

Oštećenje zida krvnog suda i okolnog tkiva

Tkivni tromboplastin (faktor III) aktivira
prokonvertin (faktor VII)

Faktor VIIa, uz **Ca jone** i fosfolipide membrane trombocita i oštećenih ćelija, **aktivira faktor X**
(Stuart)

Unutrašnji put

Oštećenje endotela, ekspozicija subendotelnog kolagena.

Vezuje se **faktor XII** (Hageman) i time aktiviraše **Faktor XI** (prethodnik tromboplastina) i prekalikrein vezani za kininogen koji ih vezuje na mesto oštećenja. **Faktor XIIa** aktiviraše prekalikrein u kalikrein, a ovaj stvara još **faktora XIIa**.

Unutrašnji put

Aktivisani faktor XIIa aktiviraju faktor XI, a ovaj aktiviraju faktor IX (Christmas), koji u prisustvu faktora VIIIa i fosfolipida aktiviraju faktor X.

Za sve reakcije sem prve potrebni joni Ca^{++} .

Završni put

Započinje aktivacijom **faktora X** (Suart)

Aktivisani f.X u prisustvu aktivisanog faktora V (proakcelerin), koga je aktivisao trombin, fosfolipida i jona Ca

aktiviše **faktor II (protrombin)** u trombin

Završni put

Trombin prevodi **fibrinogen (faktor I)**
u fibrin – koagulum (krvni ugrušak)

Fibrinske niti **zarobljavaju trombocite i druge krvne ćelije.**

Stabilizaciju koaguluma vrši faktor XIII (faktor stabilizacije fibrina) aktivira ga trombin

Zaustavljanje procesa koagulacije

Antikoagulacioni mehanizmi

Uglavnom **inhibitori pojedinih faktora koagulacije**

Najznačajniji **antitrombin III**, dejstvo mu je **potencirano heparinom i heparinu sličnim supstancama,**

inaktivniše: trombin i faktore IXa, Xa, XIa, XIIa.

Zaustavljanje procesa koagulacije

Alfa1- antitripsin i alfa2- makroglobulin

Trombin vezivanjem za trombomodulin aktivira **protein C**, koji u prisustvu **proteina S** inaktivira faktor Va i VIIIa.

Razgradnja koaguluma

1. Fibrinoliza

Plazmin ili fibrinolizin (serin proteaza)

-U plazmi u inaktivnom obliku, aktiviraju ga **tkivni plazminogen aktivator** i **urokinazni plazminogen aktivator**

2. Organizacija koaguluma

(zamena vezivom)

Testovi koagulacije

Brojni testovi, najčešće:

PTT- parcijalno tromboplastinsko vreme

PT- protrombinsko vreme (**INR**)

TT- trombinsko vreme

ISPITIVANJE FUNKCIJE JETRE

Jetra ima centralnu ulogu u metabolizmu. U njoj se odvijaju mnogi procesi biosinteze i razgradnje molekula. Takođe, jetra uklanja potencijalno toksične molekule, bilo da su oni nastali kao krajnji proizvodi metabolizma (npr NH_4^+), ili su uneti u organizam (npr etanol, ksenobiotici).

Testovi za ispitivanje funkcije jetre:

1. Testovi za ispitivanje ekskretorne funkcije jetre
2. Testovi za ispitivanje sintetske funkcije jetre
3. Testovi za ispitivanje metaboličke funkcije jetre
4. Testovi koji se zasnivaju na ispitivanju supstanci oslobođenih iz oštećenog tkiva jetre
Enzimaska dijagnostika

1. ISPITIVANJE EKSKRETORNE FUNKCIJE JETRE

BILIRUBIN i BILIVERDIN su žučne boje

- * Nastaju razgradnjom **HEM**-a
- * **HEM** je prostetična grupa proteina (HEMOGLOBINA - proteina u Er koji prenosi kiseonik) i različitih enzima (katalaza, citohromi, peroksidaze i mioglobin)
- * Za nastanak **bilirubina** i **biliverdina** značajan je **HEM** iz hemoglobina iz Er
- * 85-90% bilirubina nastaje iz hemoglobina
- * Proces degradacije **HEM**-a započinje u ćelijama retikuloendotelijalnog sistema slezine, jetre i kostne srži

Stvoreni bilirubin se otpušta u krv i pošto je **nerastvorljiv** u vodi vezuje se:

- Za **proteine krvne plazme** – albumine
- U **vezanom obliku** za albumine bilirubin se transportuje do jetre
- Vezivanje bilirubina za albumine krvne plazme ima i zaštitni efekat, jer ovaj makromolekulski kompleks (bilirubin-albumin) ne može da prođe kroz ćelijske membrane, čime se sprečava njegovo toksično delovanje, prema kome je naročito osetljiv mozak

Bilirubin se iz krvi transportuje u ćelije jetre **mehanizmom aktivnog transporta**

- U ćelijama jetre se bilirubin vezuje za specifične intraćelijske proteine - **ligandine** i **Z-proteine**, čime se sprečava njegovo vraćanje u krv
- U ćelijama jetre bilirubin se **konjuguje** sa jednim ili dva molekula **glukuronske kiseline**, pri čemu nastaje **BR-mono-glukuronid** ili **BR-di-glukuronid**

U **tankom crevu** se glukuronska ili sumporna kiselina otpušta, a bilirubin delovanjem bakterija normalne crevne flore se **redukuje** u **urobilinogen**

Jedan deo **urobilinogena** (20- 50%) se apsorbuje preko enterocita tankog creva i putem cirkulacije najvećim delom ponovo dospeva do ćelija jetre a iz njih ponovo u sastav žuči - **enterohepatično kruženje urobilinogena**

- Mali deo urobilinogena (2-5%) iz cirkulacije se preko **bubrega** izluči u definitivni urin (**urinarni urobilinogen**)

- U **debelom crevu** **urobilinogen** se pri delovanju bakterija crevne flore dalje redukuje i prelazi u **sterkobilinogen**, koji može da se oksiduje i pređe u **sterkobilin**
- Urobilinogen i sterkobilinogen su bezbojni
- **Sterkobilin** je završna žučna boja koja daje normalnu prebojenost stolici

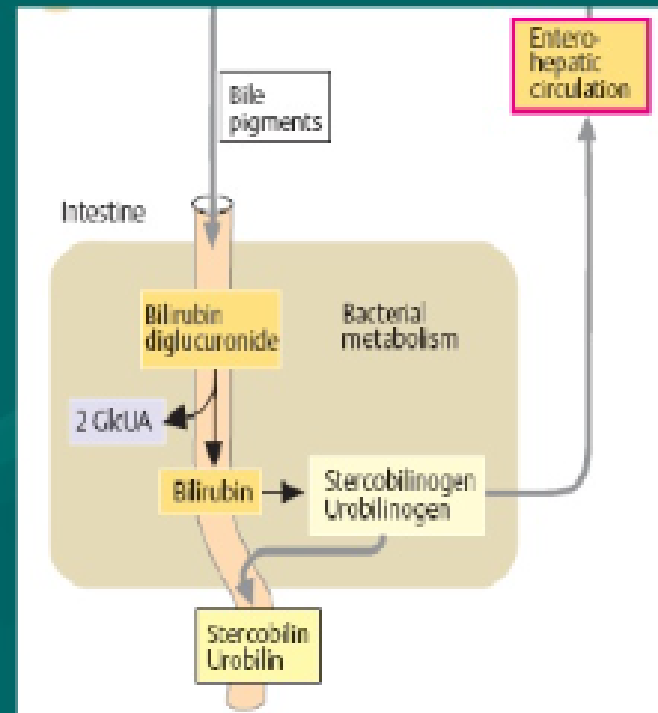
Enterohepatičko kruženje bilirubina

Pod uticajem bakterijskih gama-glukuronidaza konjugati BR se raspadaju

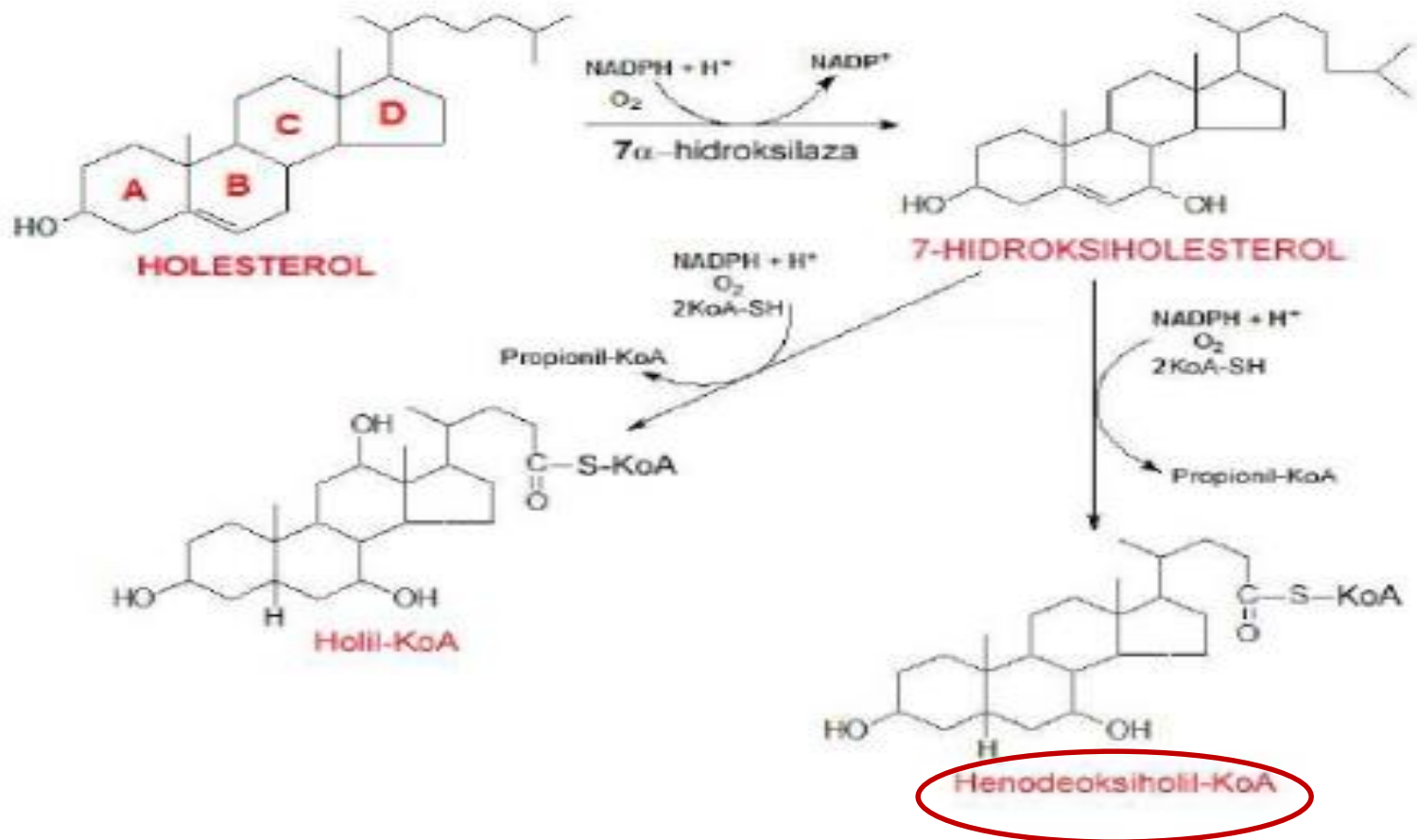
BR se redukuje do bezbojnog **STERKOBILINOGENA** (oksidise se do **STERKOBILINA**)

Mali deo pigmenata podleže entero-hepatičkom kruženju, ostatak se izbacuje fecesom

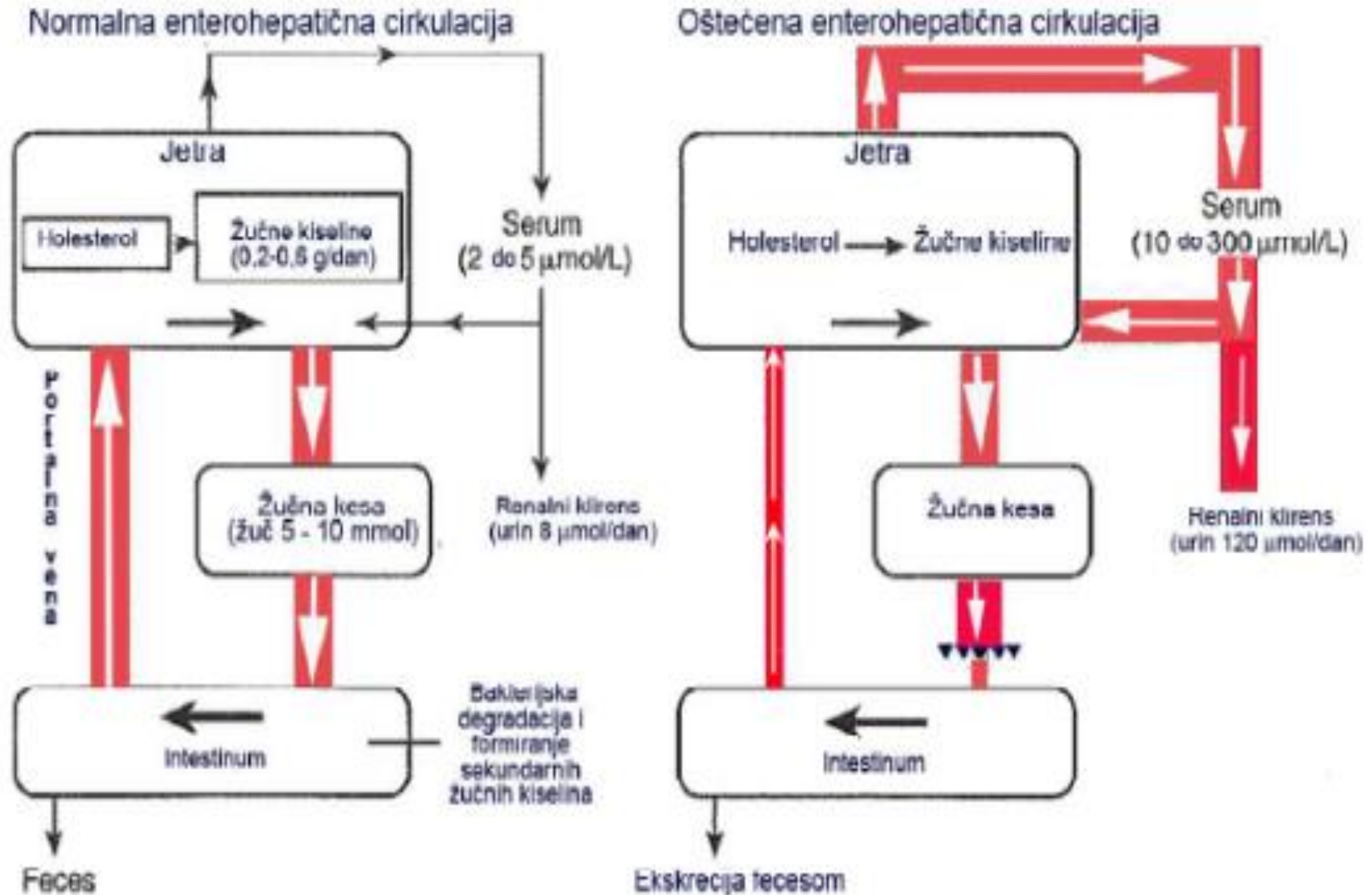
Kada je nivo degradacije HEM-a intenzivan sterkobilinogen se u urinu pojavljuje kao **UROBILINOGEN**. Stajanjem urina urobilinogen podleže oksidaciji i nastaje **UROBILIN**



ŽUČNE KISELINE



POREMEĆAJ METABOLIZMA ŽUČNIH KISELINA



2. ISPITIVANJE SINTETSKE FUNKCIJE JETRE

Pozitivni	Negativni
C-reaktivni protein	Albumin
Alfa-1-antitripsin	Transferin
Alfa-1-antihimotripsin	Prealbumin
Fibrinogen	Kortikosteroid-vezujući protein
Protrombin	Retinol-vezujući protein
Alfa-1-kiseli glikoprotein	
Ceruloplazmin	
Haptoglobin	
Feritin	

Testovi sintetske funkcije jetre

- **Albumini:**

- 65% proteina seruma
- najbolji pokazatelj hronične hepatocelularne insuficijencije jetre

- **Faktori koagulacije**

- većina faktora koagulacije se sintetizuje u jetri
- sinteza većine faktora koagulacije zavisi od vitamina K (**izuzetak faktor V**)
- PT - protrombinskog vremena se najčešće se koristi u ispitivanju sintetske funkcije jetre
- protrombinsko vreme = skrining test za akutnu insuficijenciju jetre

Sintetske funkcije jetre su od velikog značaja za procenu težine i prognoze fulminantnog hepatitisa.

i drugi parametri od značaja

- LIPOPROTEINI
- HOLESTEROL
- TRIGLICERIDI
- UREA
- PSEUDOHOLINESTERAZA

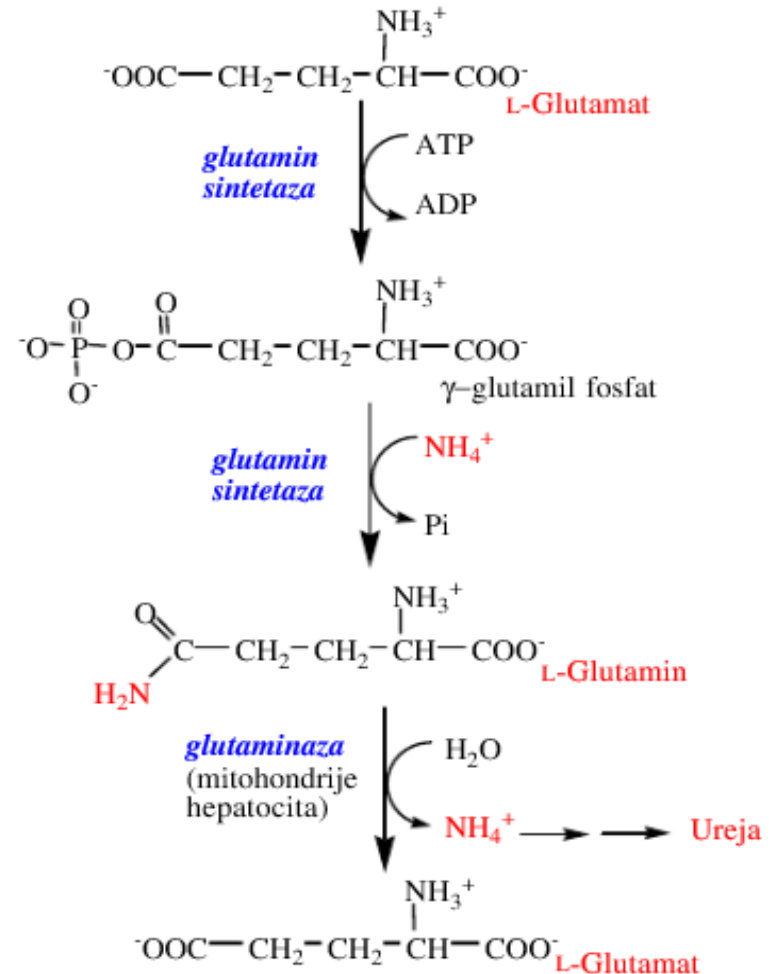
3. METABOLIČKA FUNKCIJA JETRE

- Amonijak je najbolji **INDIKATOR** metaboličke funkcije jetre.

- HIPERAMONIJEMIJA** - koncentracija amonijaka u arterijskoj krvi već od $50 \mu\text{mol/L}$. **Uzrokovana je:**

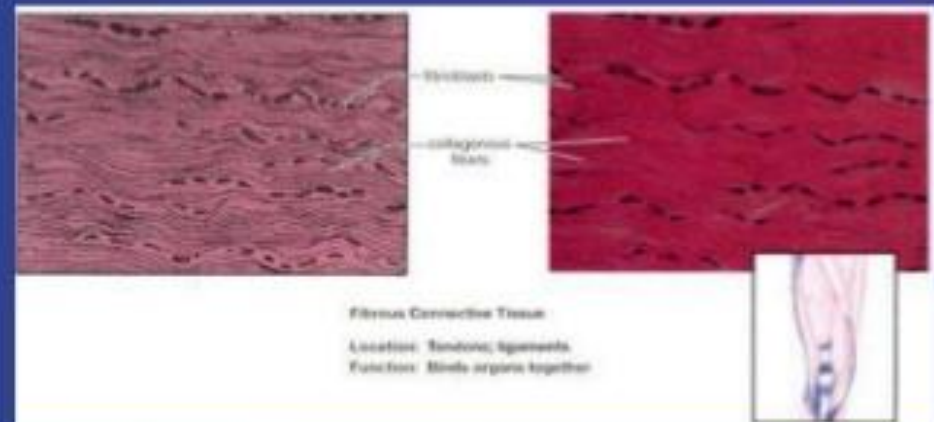
- poremećajem funkcije jetre**
- urođenim enzimskim defektom u ciklusu sinteze uree**

- Hepatična encefalopatija** - amonijaka pasivnom difuzijom CNS - klinički simptomi



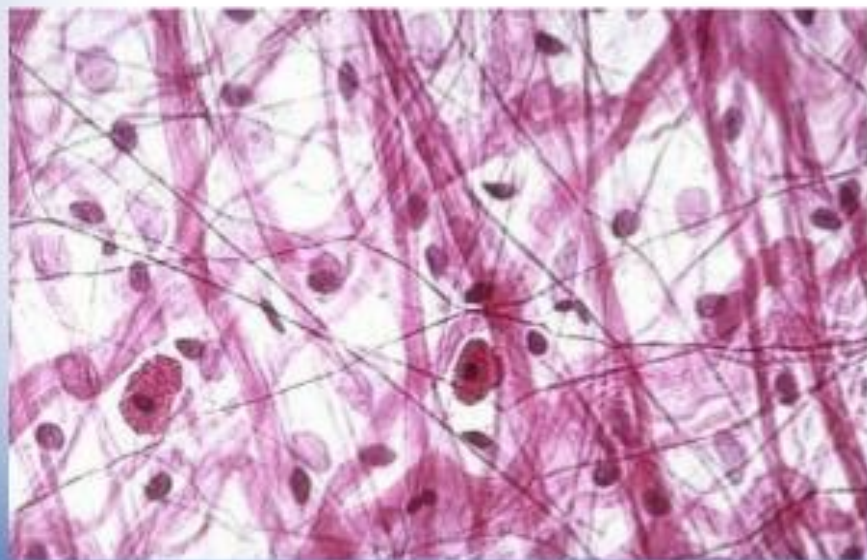
Vezivno tkivo- vlaknasto vezivno tkivo

- ČVRSTO VEZIVNO TKIVO
 - Čvrsto zbijena vlakna u paralelnim snopićima
 - KOLAGENO ČVRSTO VEZIVNO TKIVO – tetive i ligamenti
 - ELASTIČNO ČVRSTO VEZIVNO TKIVO – ligamenti, elastični organi (pluća, krvni sudovi)

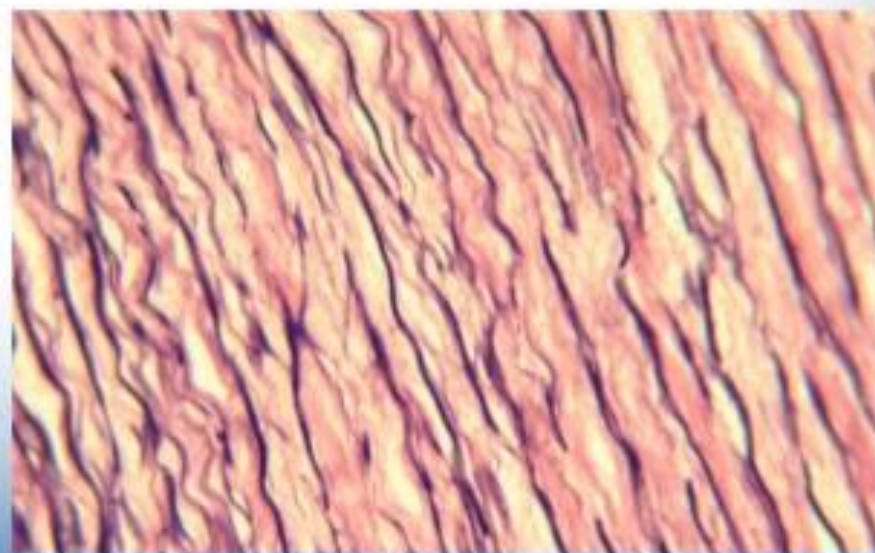


Tipovi vezivnih tkiva

Rastresito vezivno tkivo se nalazi u koži, oko krvnih sudova, oko nervnih ćelija.



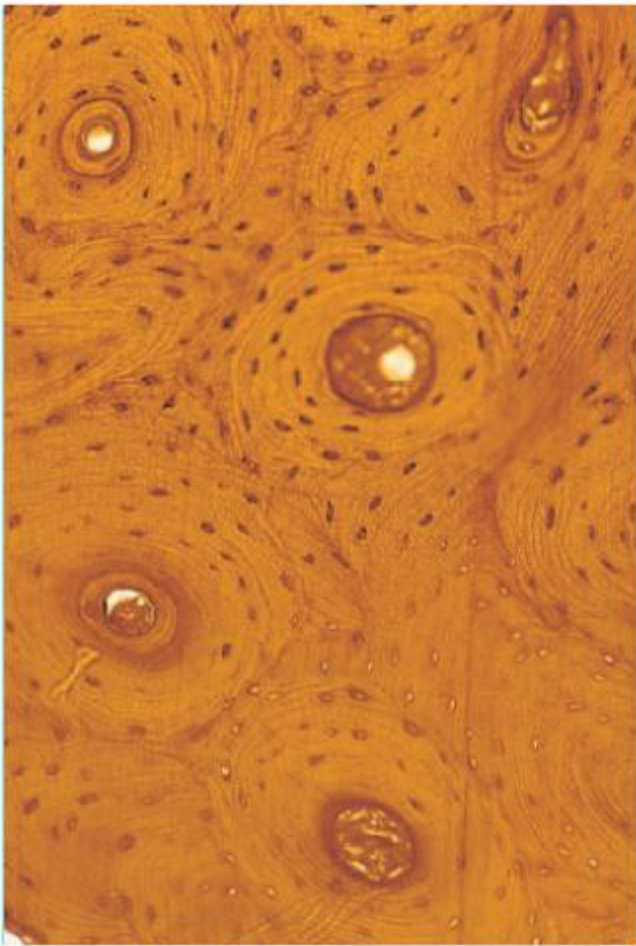
Elastično vezivno tkivo pruža **elastičnost i istežanje** mnogim organima (krvni sudovi, pluća, ligamenti...).



Vezivno tkivo: vezivna vlakna

- Kolagena vlakna
 - Čvrsta, debela, savitljiva, neelastična
- Elastična vlakna
 - Tanja, elastična, razgranata

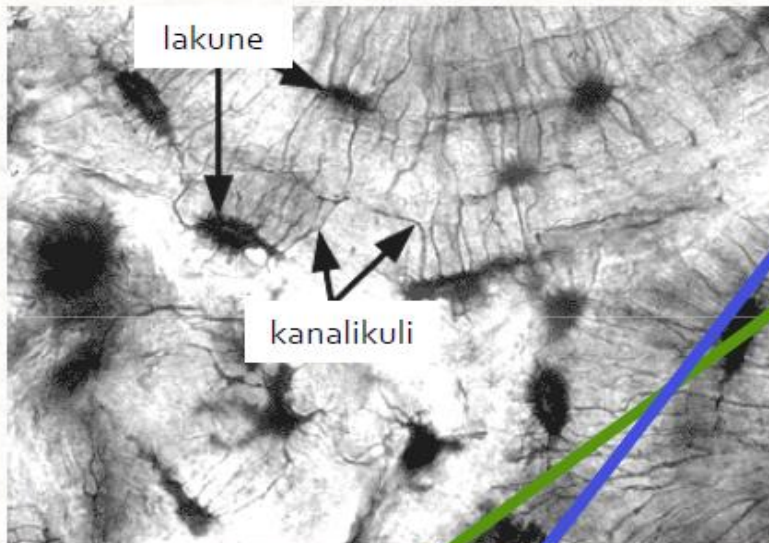
KOŠTANO TKIVO



OPŠTE ODLIKE

- Specijalizovano vezivno tkivo
- Mineralizovan VCM – velika čvrstina
- Čelije:
 - Osteociti
 - Osteoblasti
 - Osteogene ćelije
 - Osteoklasti
- Obloženo slojem vezivnog tkiva – **periost** i **endost**
- Sadrži krvne i limfne sudove kao i nerve
- Funkcije:
 - Potporna
 - Zaštitna
 - Deponovanje jona Ca i fosfata

VČM koštanog tkiva (koštani matriks)



Sastav:

- **NEORGANSKE KOMPONENTE (2/3):**
Ca-fosfat – kristali hidroksiapatita
Bikarbonati, citrati, Mg, Na, K
- **ORGANSKE KOMPONENTE (1/3) – osteoid:**

Kolagen (I, V, III, XI, XIII)

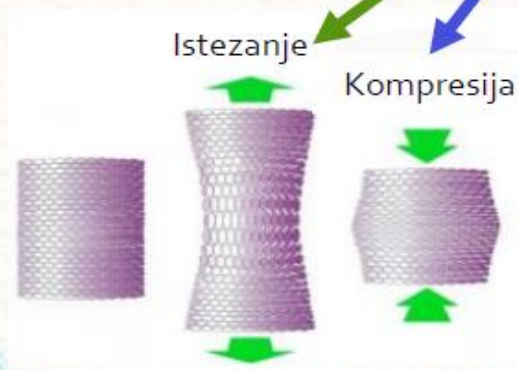
Osnovna supstanca:

Proteoglikani sa GAG (keratan sulfat, hondroitin sulfati, hijaluronska kiselina) – versikan, biglikan

Adhezivni glikoproteini (osteonektin, osteopontin, sijaloprotein I i II)

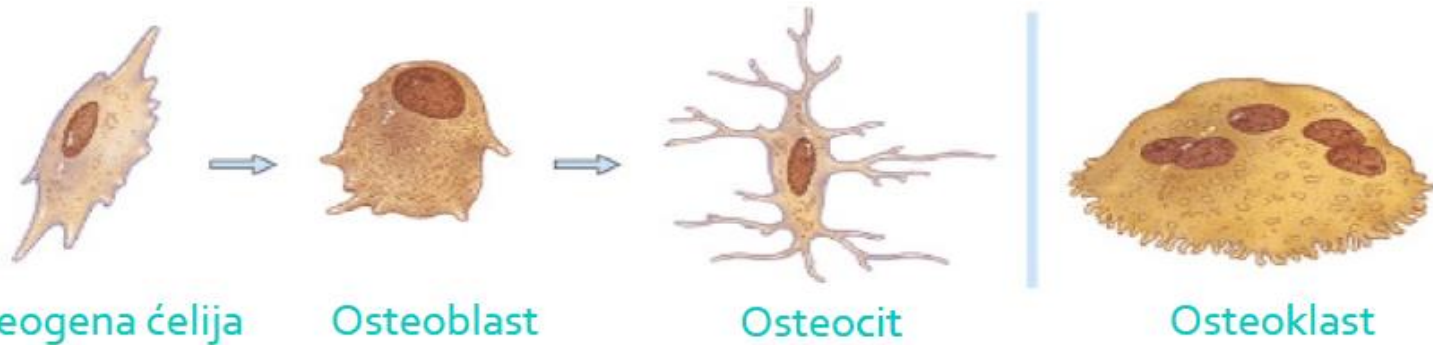
Vitamin-K-zavisni proteini (osteokalcin)

Faktori rasta i citokini

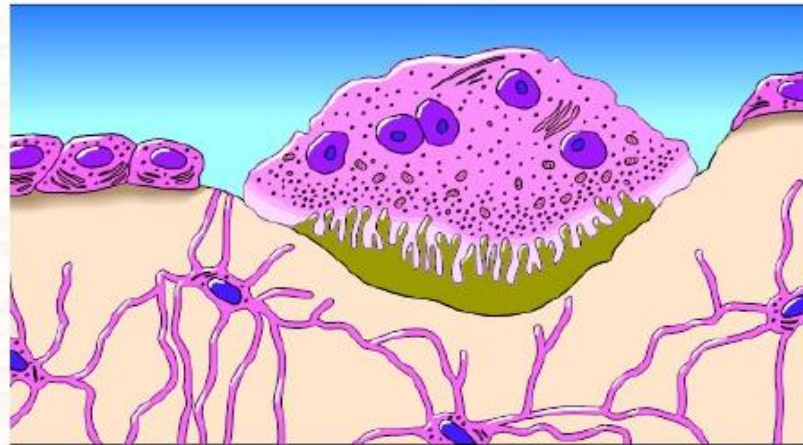


Sistem lakuna povezanih kanalikulima

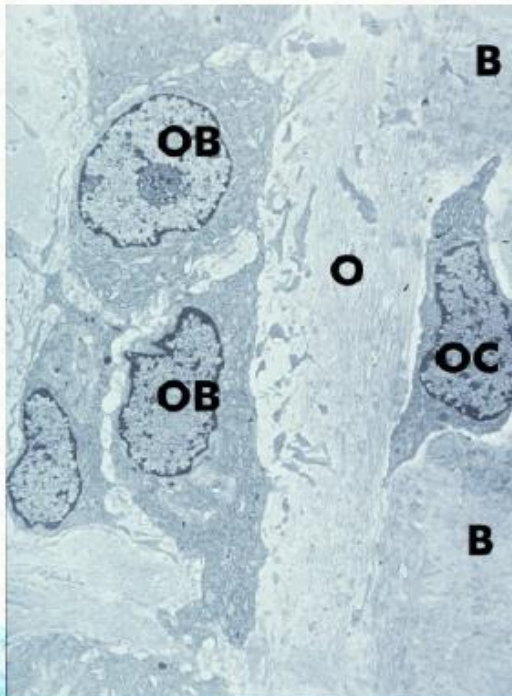
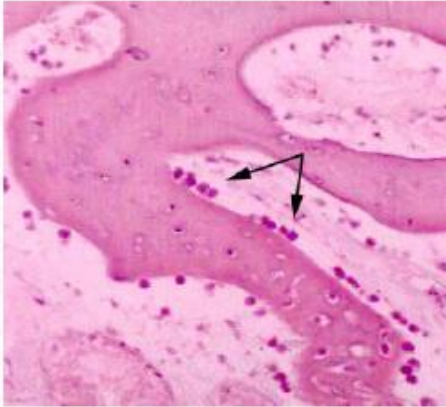
Ćelije koštanog tkiva



- Učestvuje u osteogenezi, reparaciji oštećenih i polomljenih kostiju
- Nastaje od mezenhimskih ćelija kostne srži
- Diferencira se u osteoblaste
- Lokacija: unutrašnji ćelijski sloj periosta i endosta, uz Haverzove i Volkmanove kanale

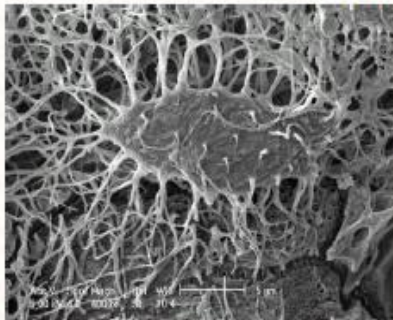
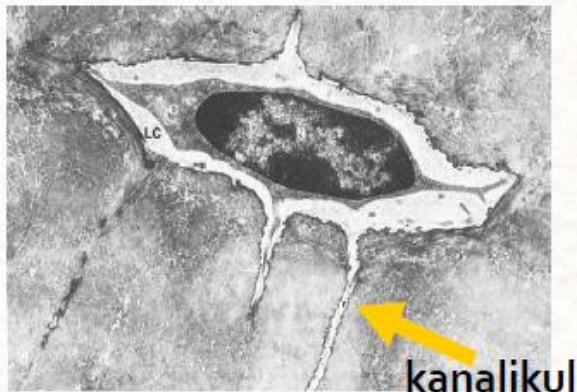
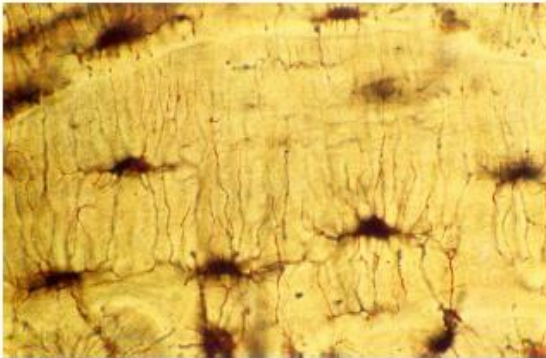


Osteoblasti



- Čelijski jednosloj na površini koštanog matriksa
- Sintetišu organske komponente koštanog matriksa – **nemineralizovani koštani matriks (osteoid)** na granici sa mineralizovanim koštanim matriksom
- **Mineralizacija koštanog matriksa** – matriksne vezikule (ALP i pirofosfataza)
- Na nivou SM: kockaste ćelije (aktivne) - bazofilija, velika količina ALP; spljoštene (neaktivne)
- Na nivou TEM: razvijen sintetski aparat
- Citoplazmatski nastavci kroz osteoid – veza sa susednim osteoblastima i osteocitima (pukotinaste veze)
- Obavijanjem matriksom osteoblasti postaju osteociti
- Funkcija – rast kostiju, popravljjanje oštećenja i remodelovanje kostiju

Osteociti



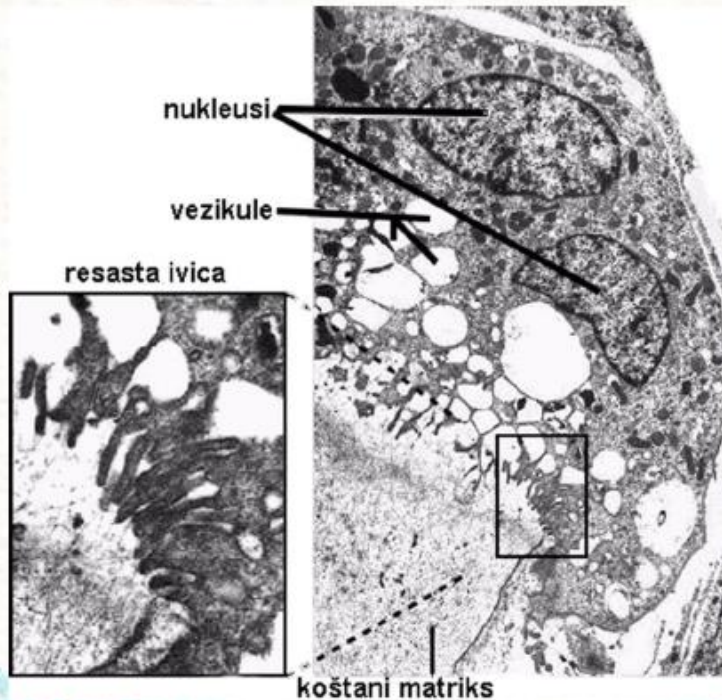
- Nastaju od osteoblasta
- U šupljinama koštanog matriksa – lakunama
- Citoplazmatski nastavci kroz sistem kanalikula između lakuna – komunikacija ćelija (pukotinaste veze)
- Na nivou SM: spljoštene ćelije, slaba bazofilija
- Na nivou TEM: manje razvijen sintetski aparat – niža sintetska aktivnost, ovalan nukleus, glikogen
- Metaboličke razmene – pukotinastim vezama, kroz VČM
- Dugoživeće ćelije; smrt osteocita → resorpcija k. matriksa
- Funkcije:
 - Mehano-transdukcija
 - Sinteza koštanog matriksa
 - (Osteocitna osteoliza ?) – održavanje nivoa Ca u krvi

Osteoklasti



Haušipova lakuna

- Krupne, višejedarne ćelije
- Na površini koštanog tkiva – vrše resorpciju koštanog matriksa – **Haušipova lakuna**
- Potiču od hematopoetskih ćelija kostne srži – nastaju fuzijom jednojedarnih granulocitno/makrofagnih progenitorskih ćelija



- Na nivou SM: jaka eozinofilija
 - Na nivou TEM: izražena polarizovanost – 3 specijalizovana regiona
 - Funkcije:
 - Resorpcija koštanog matriksa
- Po završetku resorpcije, podležu apoptozi.

Mišićno tkivo

- Čelije – mišićna vlakna
- Imaju sposobnost kontrakcije tj. menjanja dužine
- Prisustvo kontraktilnih vlakana
MIOFIBRILA: aktina i miozina

Zajedničke odlike ćelija mišićnih ćelija:

- sposobnost kontrahovanja (grčenja) i relaksiranja (opružanja)
- nepokretne ćelije
- komponente citoskeleta
- mišićna ćelija = mišićno vlakno (zbog dužine ćelija)



Funkcije:

- pokretanje tela i delova tela
- promena volumena organa
- regulisanje protoka tečnosti
- održanje stalne telesne temperature (drhteća termogeneza)

Grčka reč **sarkos** = meso

Citoplazma mišićnih ćelija = **SARKOPLAZMA**

Ćelijska membrana = **SARKOLEMA**






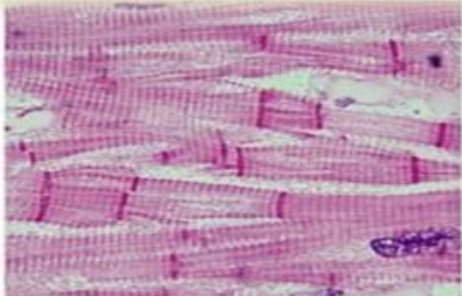



Endoplazmin retikulum = **SARKOPLAZMIN RETIKULUM**

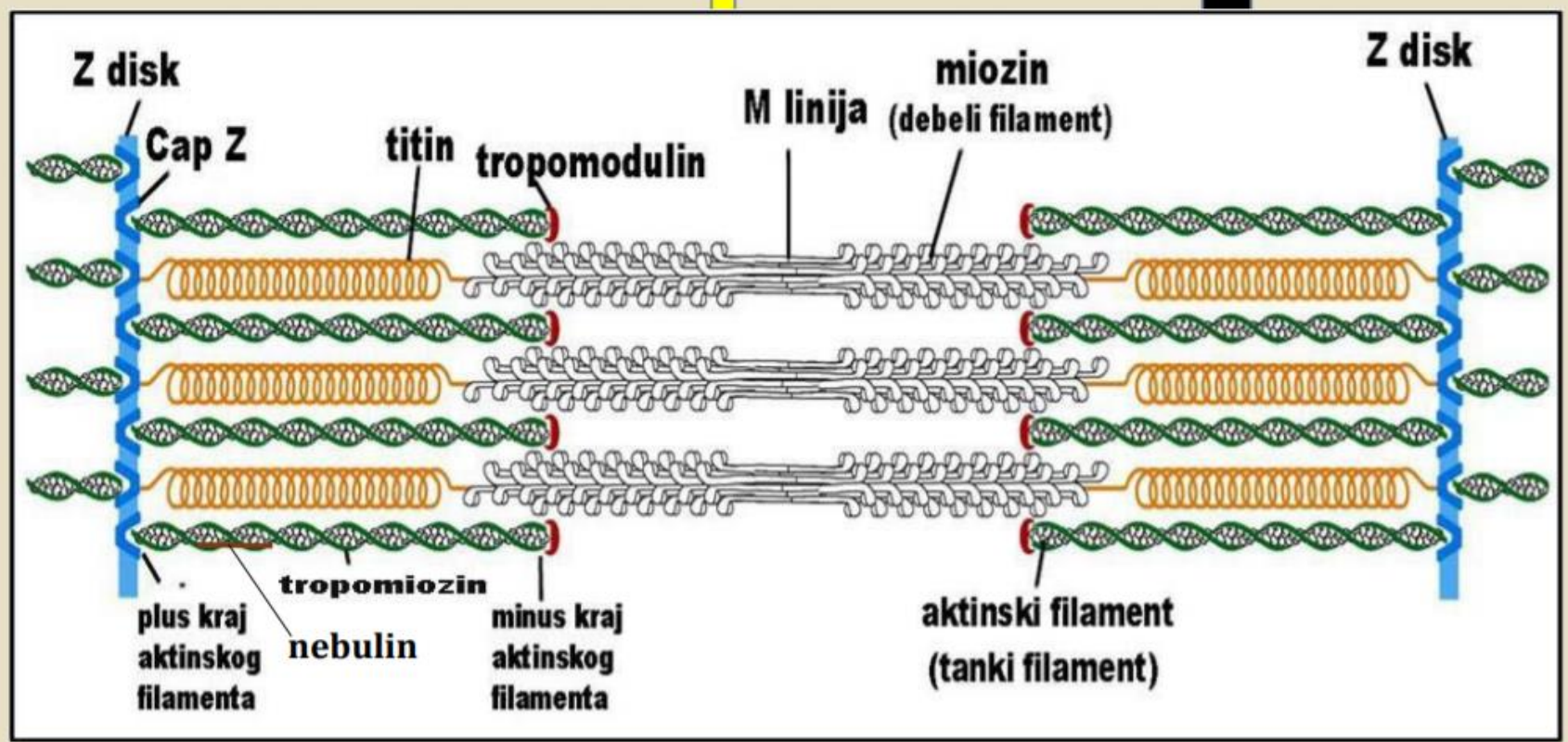
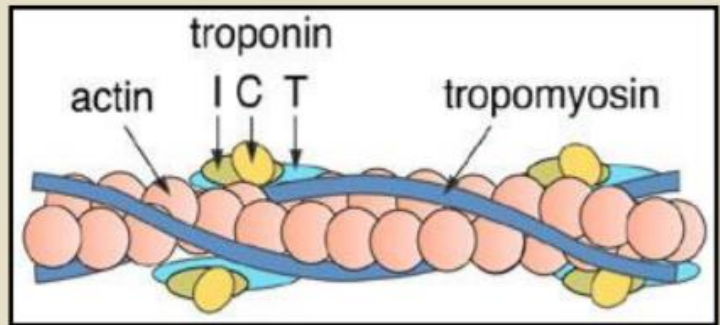
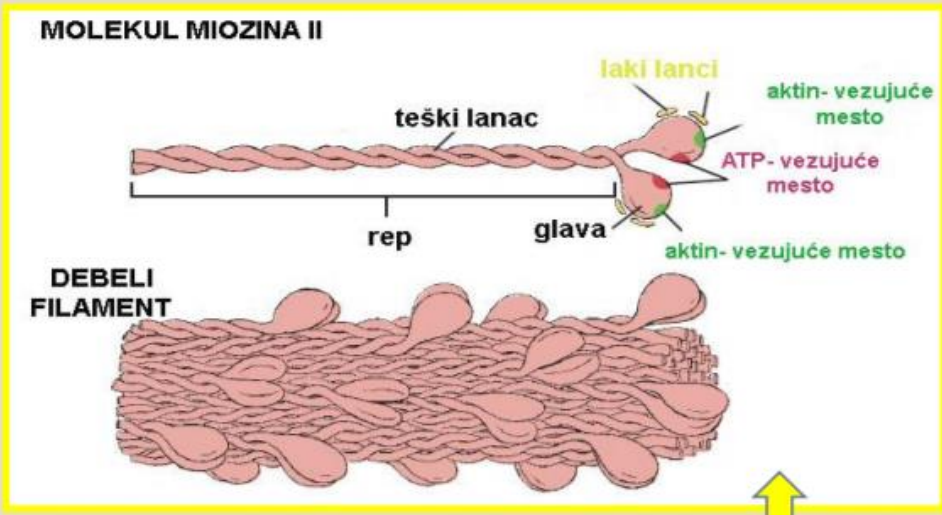
Na osnovu morfologije:

Poprečno-prugaste mišićne ćelije

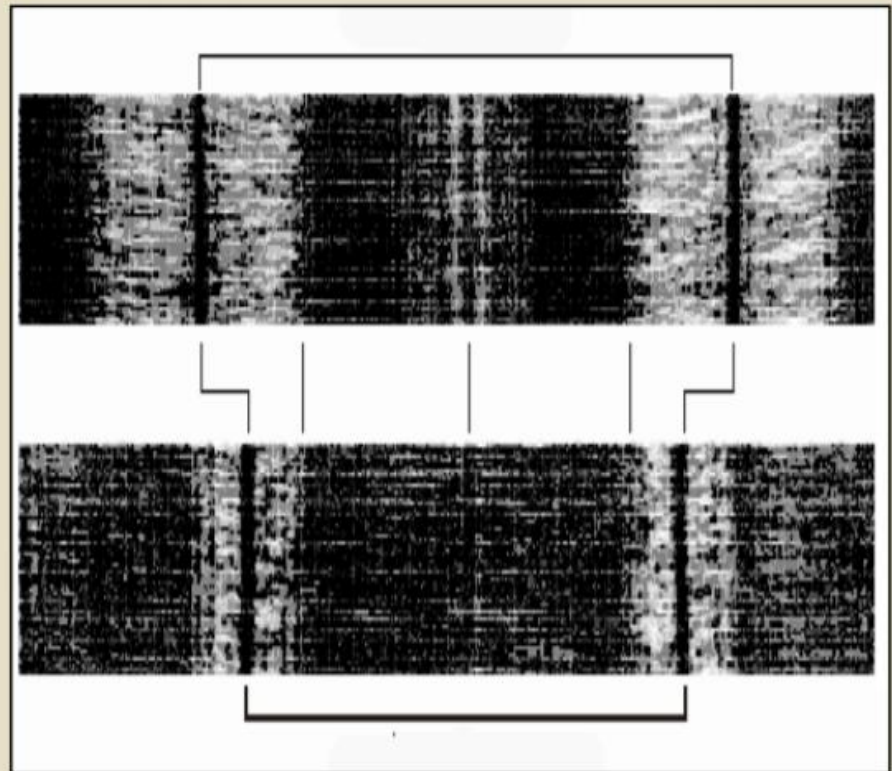
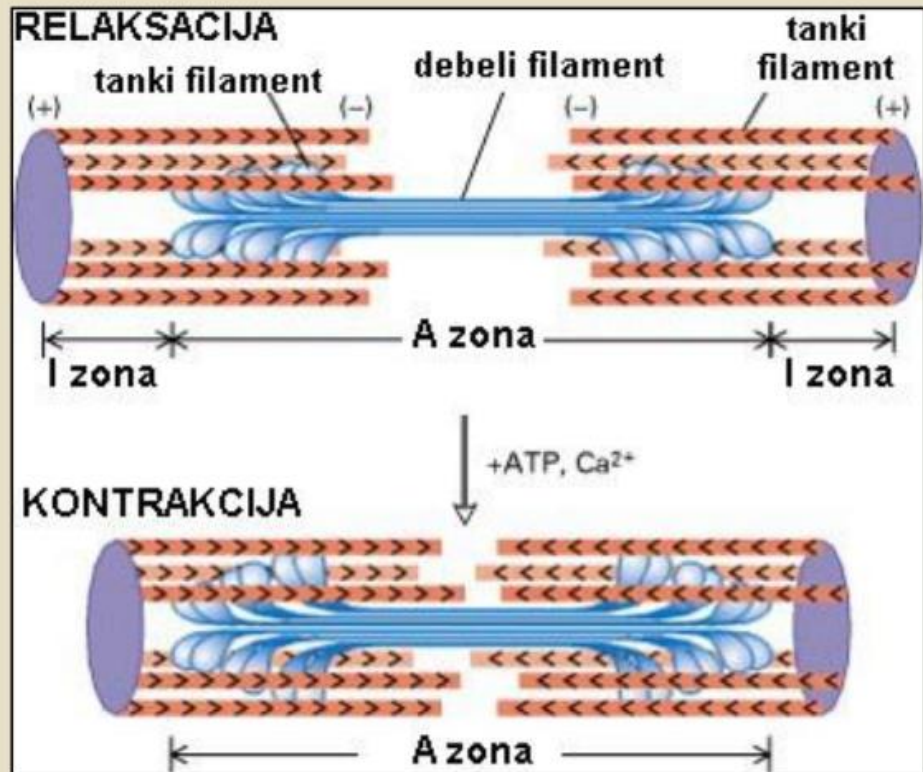
- skeletne
- visceralne (meka tkiva: jezik, deo dijafragme, deo jednjaka..). Važne za proces disanja, gutanja i govor
- srčane

Glatke mišićne ćelije

poprečno-prugaste mišićne ćelije		glatke mišićne ćelije
SKELETNE	SRČANE	GLATKE
		
<ul style="list-style-type: none">- za skelet- 40% težine organizma- poprečno-prugavost- voljne kontrakcije	<ul style="list-style-type: none">- samo u zidu srca- poprečno-prugavost- nevoljne kontrakcije	<ul style="list-style-type: none">- zid šupljih organa- nema poprečno-prugavosti- nevoljne kontrakcije
 	 	 

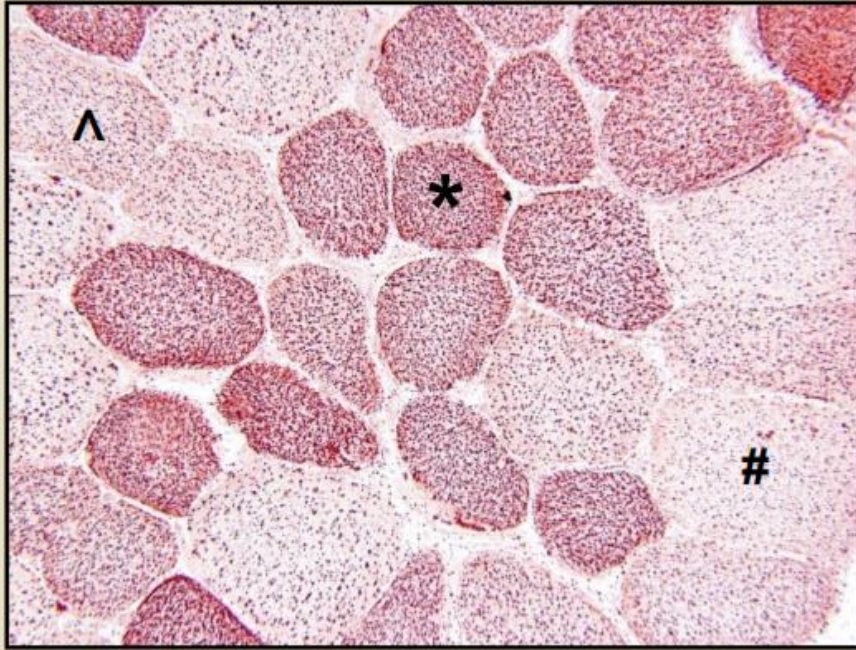


Kontrakcija skeletne mišićne ćelije



- kontrakcija je zavisna od ATP i jona kalcijuma
- kontrakcija po principu „sve ili ništa“ - mišićna ćelija se kompletno kontrahuje
- mišićni tonus – nadražljivost mišićnih ćelija koja nije vezana za kretanje (održanje tela, vilice)

MIŠIĆNA VLAKNA



Brojni krvni sudovi, količina mioglobina, brojnost mitohondrija, stepen kontrakcije, da li se produkcija ATP odvija primarno uz prisustvo kiseonika (aerobna) ili ne (anaerobna)

* **CRVENA** (mali prečnik, brojne mitohondrije i puno mioglobina; velika količina oksidativnih enzima, sporo-kontahujuća ali sposobna za kontrakcije tokom dužeg vremena). Mišići leđa.
^ **PRELAZNA VLAKNA** (između crvenih i belih)

BELA (veći prečnik, manje mitohondrija i mioglobina; mala količina oksidativnih enzima ali visoka anaerobna aktivnost - puno glikogena, brzo-zamarajuća. Adaptirani za fine i precizne pokrete).



A light micrograph of nervous tissue, likely from the cerebral cortex, stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image shows several large, multipolar neurons with prominent, darkly stained nuclei and visible nucleoli. The cytoplasm of these neurons is stained pink. The surrounding tissue is filled with smaller, densely packed cells, including glial cells and other neurons, all stained in shades of pink and purple. The overall structure is highly organized, with neurons arranged in layers.

NERVNO TKIVO

- ▶ omogućava odgovor organizma na promene spoljašnje i unutrašnje sredine
- ▶ kontroliše i integriše funkciju organa i organskih sistema

Anatomska podela nervnog sistema:

- centralni

mozak i kičmena moždina

- periferni

kranijalni, spinalni i periferni nervi koji sprovode impulse ka i od CNS; ganglije; specijalizovani nervni završeci

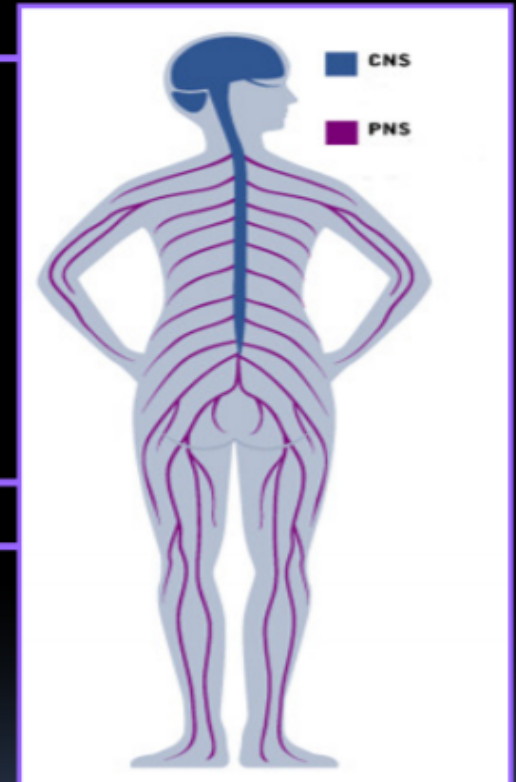
Funkcionalna podela nervnog sistema:

- somatski

sastoji se od delova CNS i PNS koji obezbeđuju senzornu i motornu inervaciju svih delova tela osim srčane i glatke muskulature i žlezda; odnosno kontrola svih voljnih radnji osim refleksa

- autonomni (deo motornih neurona)

reguliše funkciju unutrašnjih (visceralnih) organa (glatke i srčane muskulature i žlezda)



Neuron ima sposobnost da reaguje na stimuluse (*nadražljivost*) i da primljeni nadražaj u vidu električnog signala (nervnog impulsa, akcionog potencijala) prenese i prosledi drugim ćelijama (*sprovodljivost*) putem **SINAPSI**

- električne
- hemijske

- akso-dendritske
- akso-somatske
- akso-aksonske
- dendro-dendritske

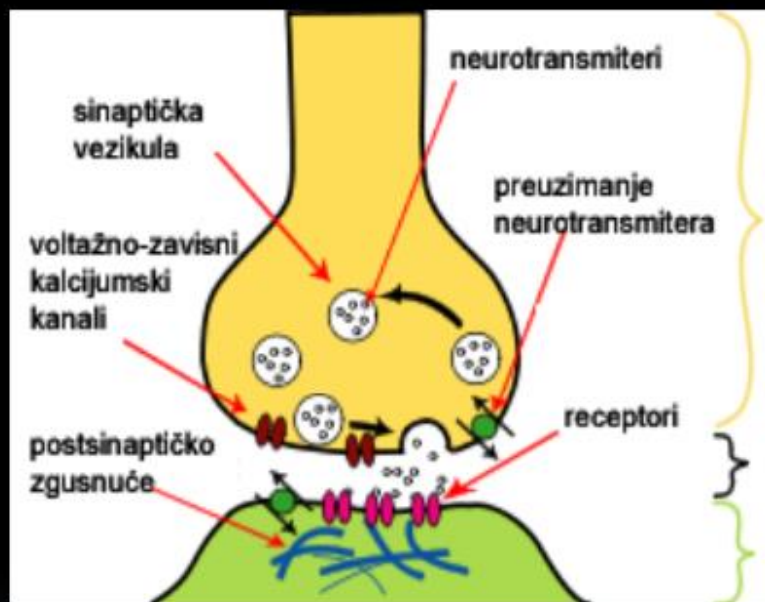
- inhibitorne
- ekscitatorne

- između aksona i efektorskih ćelija

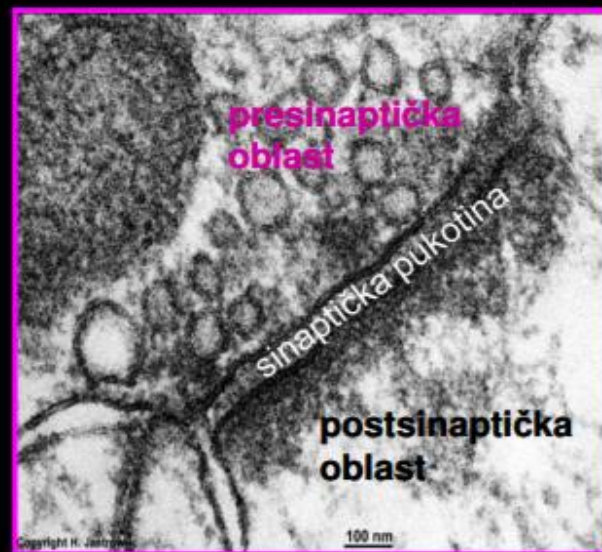


Hemijska sinapsa

- neuron i neuron
- neuron i poprečno-prugasta mišićna ćelija
- komunikacija transmitsima



- Depolarizacija presinaptičke membrane
- Brzo otvaranje Ca^{++} kanala
- Ulazak jona Ca^{++} dovodi do fuzije sinaptičkih vezikula sa presinaptičkom membranom
- Oslobađanje neurotransmitera
- Vezivanje neurotransmitera za receptore na postsinaptičkoj membrani
- Depolarizacija postsinaptičke membrane



- **presinaptički oblast**
 - presinaptička membrana
 - trouglasta zgušnjuća
 - sinaptičke vezikule (različitost)
 - mitohondrije
 - endozomi
- **sinaptička pukotina** (20 – 40 nm)
- **postsinaptički oblast**
 - postsinaptička membrana
 - postsinaptičko zadebljanje
 - receptori za transmitsere

Neurotransmiteri



- **Neuropeptidi**
 - Veliki molekuli, 3-36 AK
- **Niskomolekularni neurotransmiteri**
 - Pojedinačne AK – glutamat, GABA, glicin
 - Acetil-holin
 - Biogeni amini – dopamin, noradrenalin, adrenalin,
 - Histamin, serotonin



- Sekrecija neurotransmitera se aktivira ulaskom Ca^{2+} preko voltažno zavisnih kanala u presinaptički završetak što dovodi do prolaznog porasta koncentracije kalcijuma u presinaptičkom završetku.
- Porast koncentracije kalcijuma uzrokuje fuziju sinaptičkih vezikula sa presinaptičkom plazma membranom i ispuštanje sadržaja vezikule u sinaptičku pukotinu (prostor između pre- i post- sinaptičke ćelije). Specifični proteini na površini sinaptičkih vezikula i duž presinaptičkog završetka posreduju u ovom procesu.

Biogeni amini



- Biogeni amini regulišu mnoge moždane funkcije i takođe su aktivni i u perifernom nervnom sistemu.
- Neurotransmiteri koji spadaju u biogene amine su:
 - 1. **kateholamini (dopamin, noradrenalin i adrenalin)**
 - 2. **histamin i**
 - 3. **Serotonin**
- Svi kateholamini su derivati zajedničkog prekursora, amino kiseline **L-tirozina**. Tirozin se ili unosi hranom ili se sintetise u jetri iz esencijalne amino kiseline fenil alanina pod dejstvom enzima fenilalanin hidroksilaze.

Biogeni amini



- Regulišu brojne moždane funkcije, a nalaze se i u perifernom nervnom sistemu
- U najvećem broju psihijatrijskih oboljenja postoji poremećaj neurotransmisije nekog od ovih molekula
- Dejstvo mnogih psihoaktivnih supstanci se objašnjava intereagovanjem sa nekim od ovih neurotransmitera

Receptori neuropeptida



- Spregnuti sa G proteinom
samo par jonskih kanala poznato
- Više različitih receptora nego neuropeptida
- Peptidergička transmisija – dosta sporija;
prisustvo Rc nije ograničeno na sinaptički deo
membrane

Uloga i poremećaji



- Regulišu veliki broj funkcija
- Glad, žeđ – diabetes insipidus, gojaznost...
- Opioidi/endorfini – bol
- Ponašanje, emocije

