



Универзитет у Крагујевцу
Факултет медицинских наука
Интегрисане академске студије фармације
Катедра за Хистологију и ембриологију

ВЕЗИВНА ТКИВА, КРВ И ХЕМАТОПОЕЗА

десета недеља наставе

ВЕЗИВНО ТКИВО

- * Повезује остала ткива у веће морфофункционалне целине – органе и системе органа.
- * Сва везивна ткива потичу од ембрионалног везивног ткива – мезенхима.
- * У већини везивних ткива преовлађује ванћелијски матрикс, мада су у неким ткивима доминантне ћелије.
- * Поједина ткива садрже само један тип ћелија, док је у већини ткива присутно више ћелијских типова.
- * Основна супстанца може бити течна, вискозна или минерализована.
- * Вlakна су у неким ткивима густа, у другим ређа, док их у трећим ткивима нема
- * Састав везивног ткива:

1. Ћелије

2. Екстрацелуларни матрикс

а) основна супстанца

б) протеинска влакна

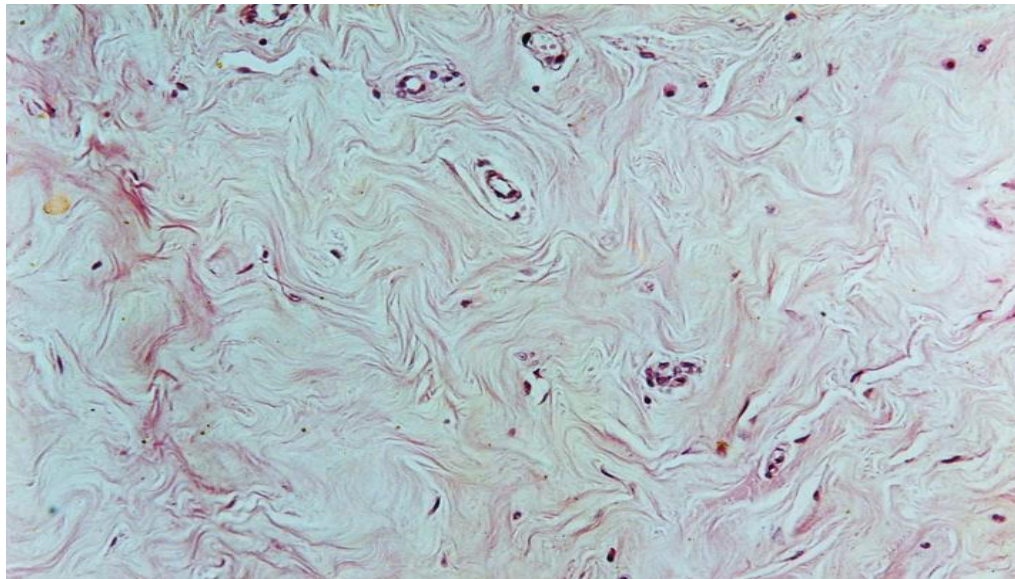
- колагена

- еластична

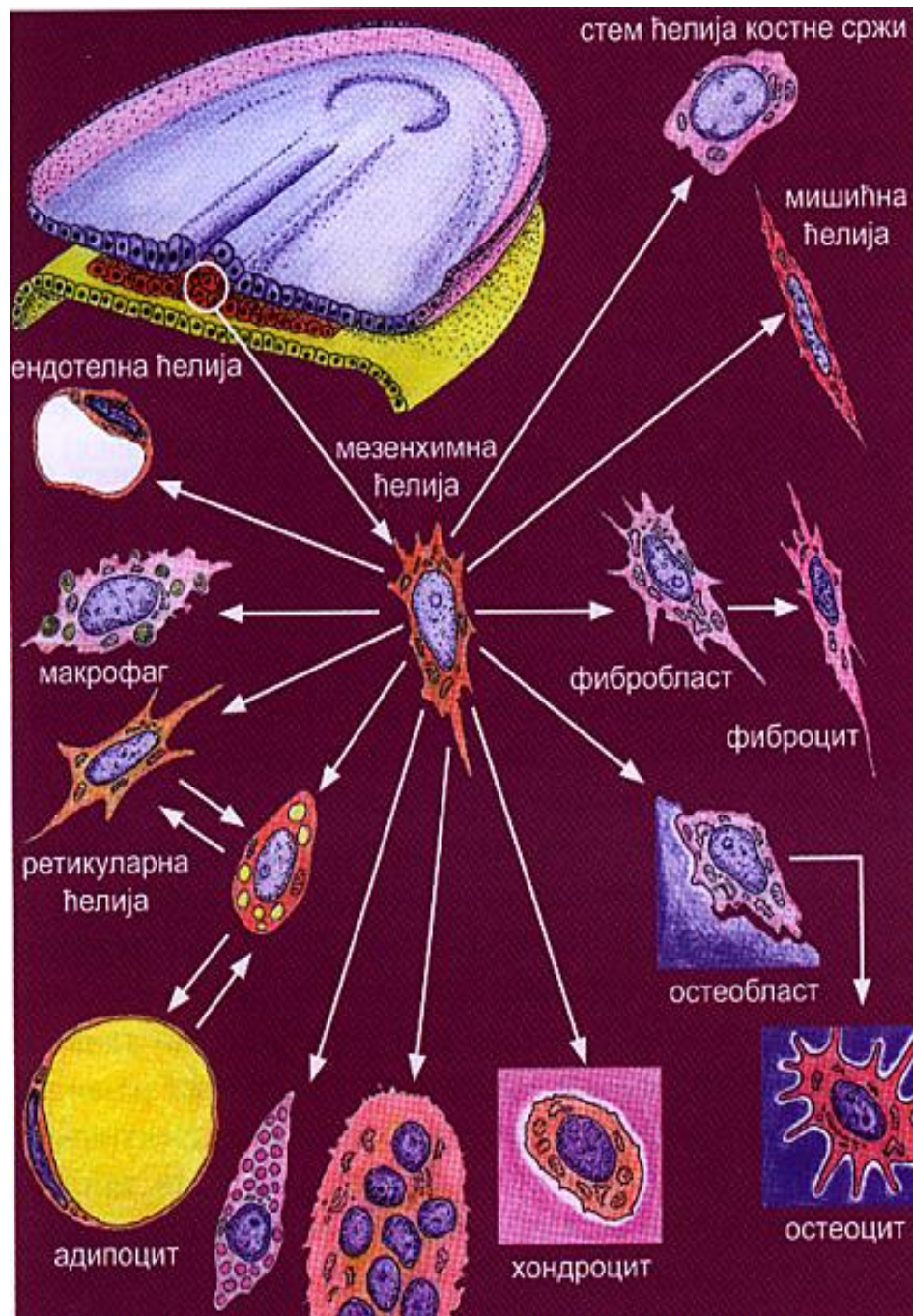
- ретикуларна

Основне улоге везивног ткива

1. Пружа потпору органима формирањем њихове строме
2. Омогућава размену гасова и метаболита
3. Обезбеђује репарацију оштећених ткива
4. Учествује у одбрани организма путем:
 - фагоцитозе
 - продукције имуноглобулина
 - продукције медијатора запаљења.

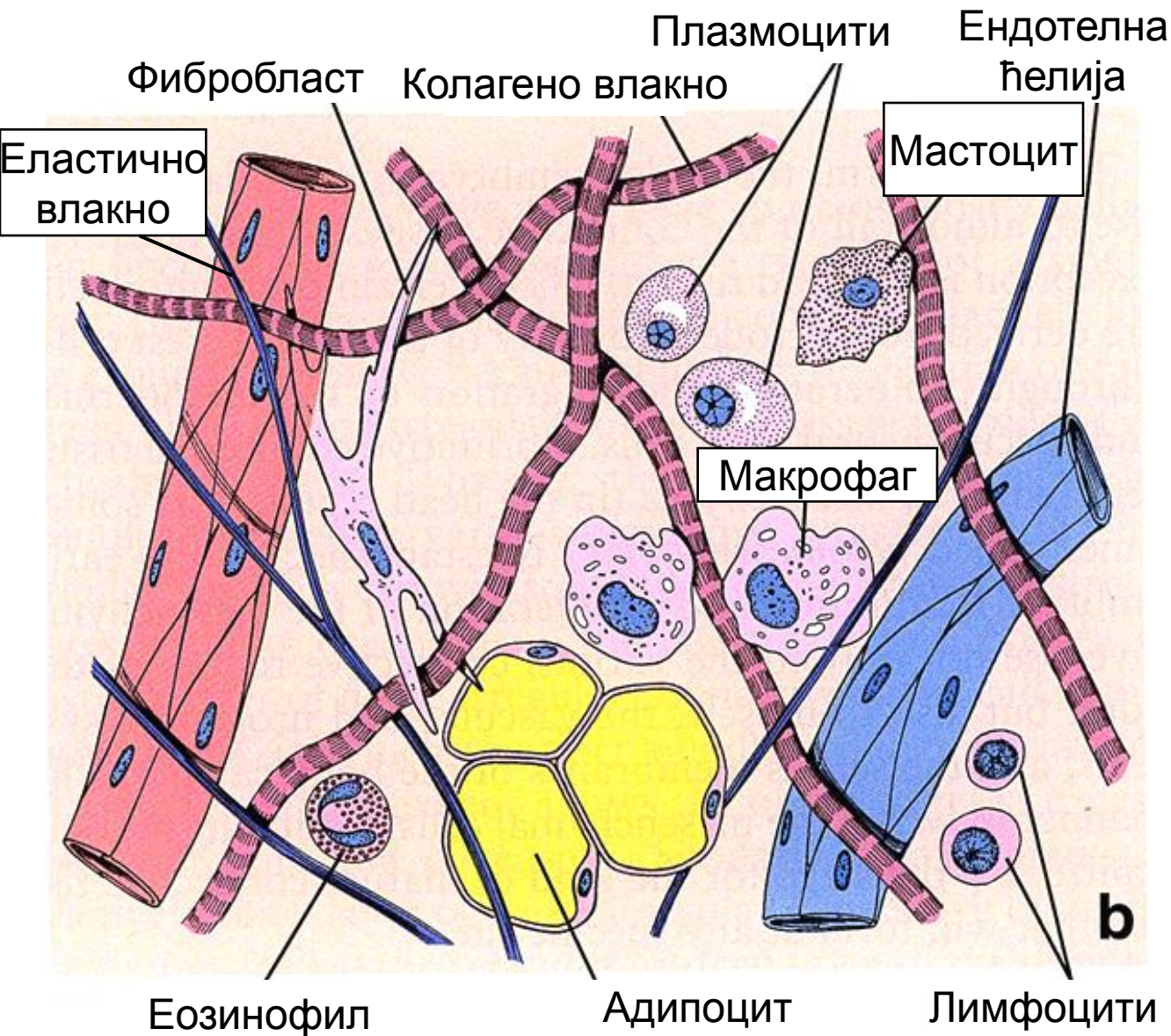


Мезенхимска ћелија



- Стем ћелија коштане сржи (ћелије крви)
- Фибробласт и фиброцит
- Макрофаг
- Ретикуларна ћелија
- Адипоцит
- Мастоцит
- Остеобласт и остеоцит
- Остеокласт
- Хондробласт и хондроцит.

Састав везивног ткива (шематски приказ)



Ћелије

Ванћелијски матрикс

- основна супстанца
- протеинска влакна.

Ћелије везивног ткива

```
graph TD; A[Ћелије везивног ткива] --> B[Фиксне (мирујуће)]; A --> C[Мобилне (лутајуће)];
```

Фиксне (мирујуће)

Фиброцити

Хондроцити

Остеоцити

Адипоцити

Одонтобласти

Мезенхимске ћелије

Ретикуларне ћелије

Мобилне (лутајуће)

Леукоцити

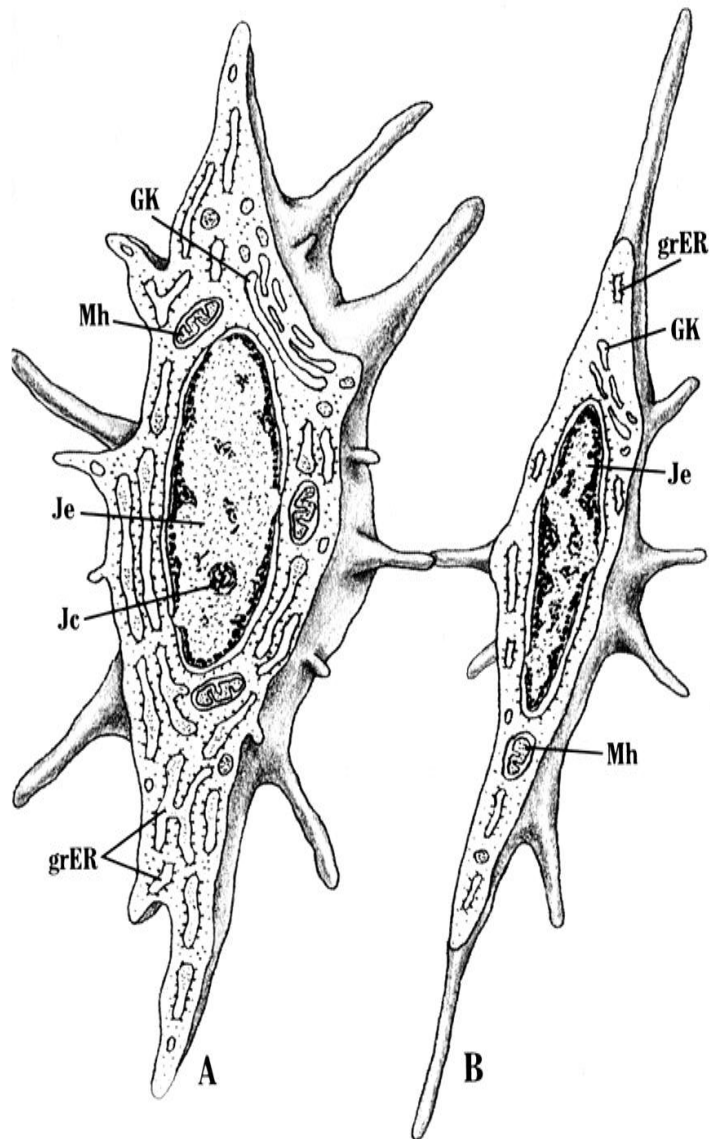
- неутрофилни гранулоцити
- еозинофилни гранулоцити
- базофилни гранулоцити
- моноцити
- лимфоцити

Макрофаги

Плазмоцити

Мастоцити

Фибробласт и фиброцит

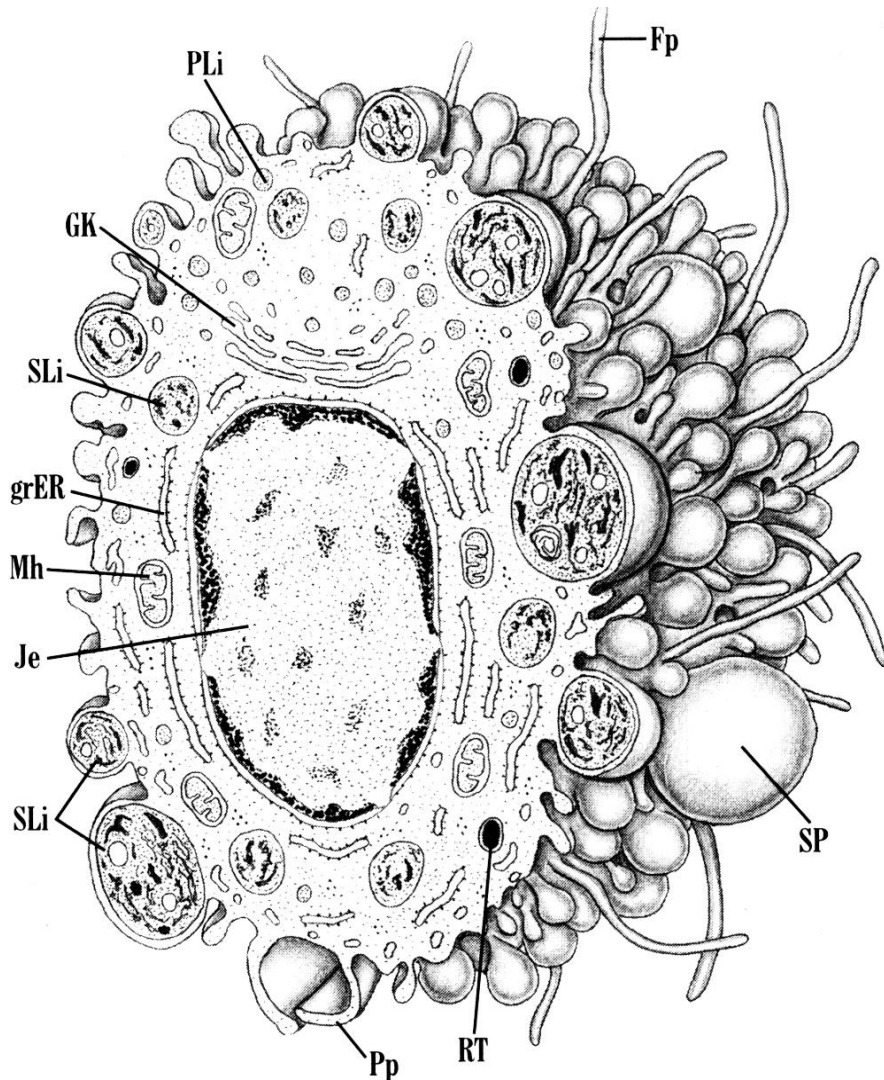


- **Фибробласт** је фиксна ћелија, присутна у слузном, растреситом и густом везиву.
- Фибробласт је активна, а фиброцит мирујућа (неактивна) форма ћелије.
- Улога фибробласта: ствара везивна влакна и основну супстанцу.
- **Фибробласт** има бројне продужетке, светло једро, базофилну цитоплазму, добро изражен грЕР и Голџијев апарат.
- **Фиброцит** има спљоштен облик, тамно једро, еозинофилну цитоплазму, слабо развијене органеле.
- Фиброцит може да се реактивира у фибробласт што се дешава у случајевима регенерације ткива.

Фибробласт – шематски приказ функције



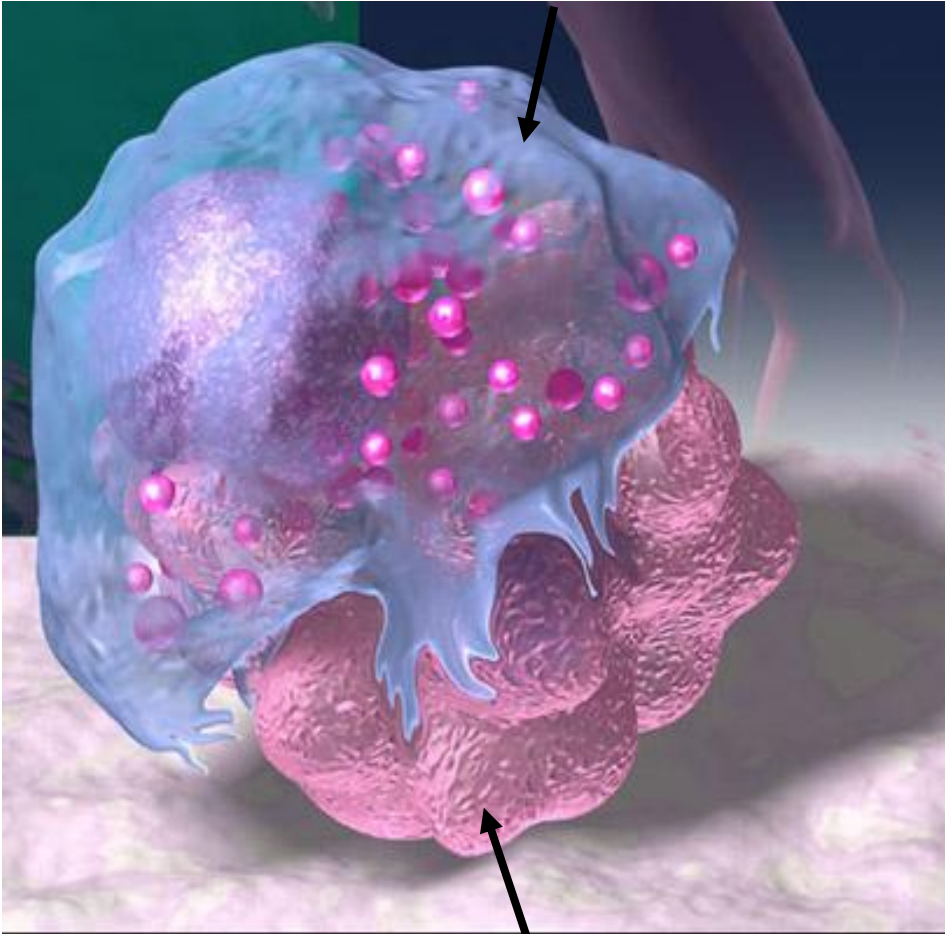
Макрофаг



- **Макрофаг** је лутајућа ћелија везивног ткива која води порекло од **моноцита**.
- Величина 15-30 μm , животног век око 2 месеца.
- Преласком у везивно ткиво, моноцит подлеже фенотипској модификацији у макрофаг, добија овални облик са псеудоподијама и филоподијама на површини.
- Псеудоподијама макрофаг обухвата и интернализује стране честице да би их делимично или у потпуности разложио, а затим наталожио у лизозомима или избацио ван ћелије.

Макрофаг

Макрофаг



Туморска ћелија

- Једро ћелије је хетерохроматично, органеле добро развијене, а цитоплазма испуњена вакуолама и лизозомима.
- Припада манонуклеусном фагоцитном систему.
- Улоге:
 - фагоцитоза
 - презентација антигена
 - секреција активних супстанци (ензими, медијатори запаљења)
 - метаболичка улога (уклањање еритроцита).

Посебни називи за макрофаге

Локализација

Хистиоцит

Растресито и густо везиво

Плеурални и перитонеумски макрофаг

Серозне шупњинџ

Алвеоларни макрофаг

Плућа

Купферова ћелија

Јетра

Микроглија

Централни нервни систем

Синовиијална ћелија тип А

Зглобови

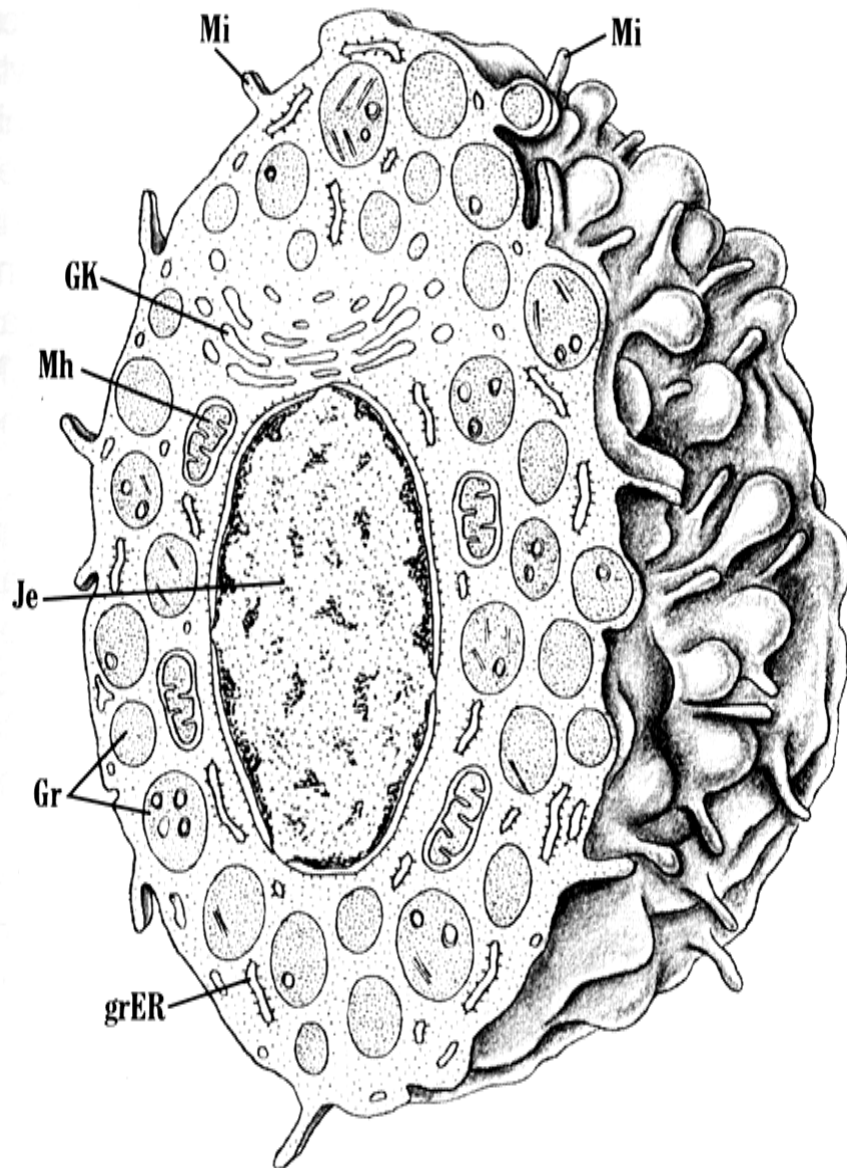
Лангерхансова ћелија

Кожа

Остеокласт

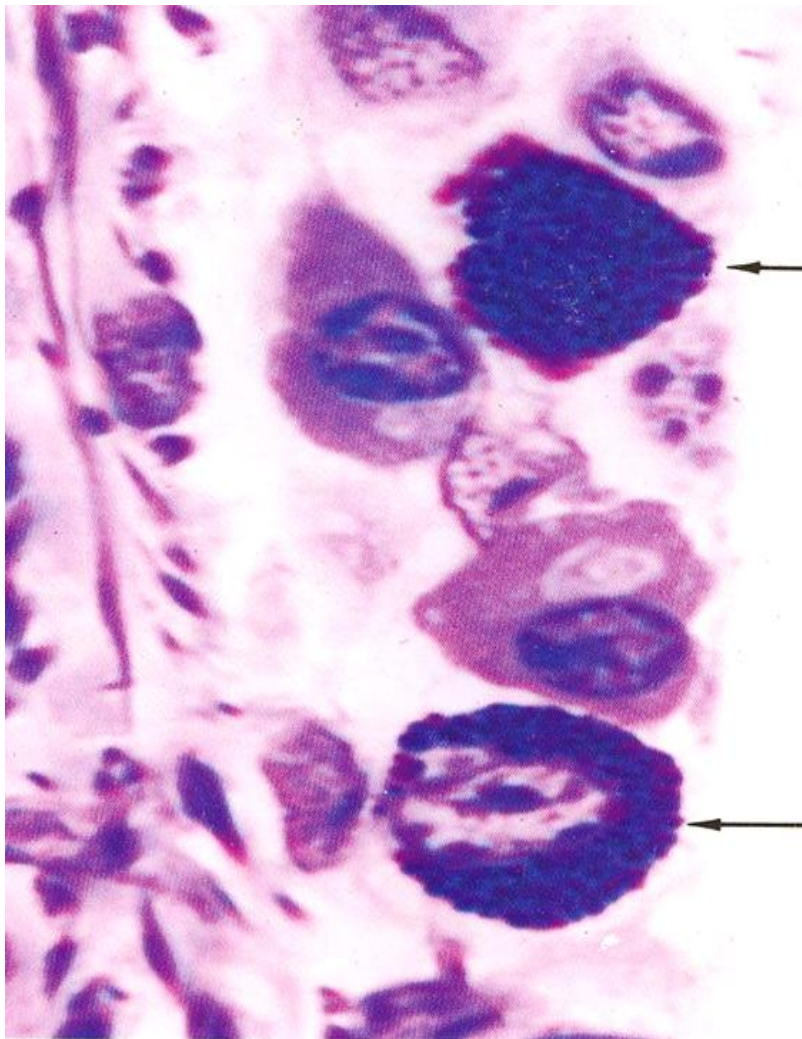
Кост

Мастоцит



- **Мастоцит** је лутајућа ћелија везивног ткива локализована дуж крвних судова, посебно у дермису и респираторној мукози.
- Мастоцити чине око 10% ћелија везивног ткива и имају животни век неколико месеци.
- Подела:
 - мастоцити растреситог везива (у чијим гранулама су депоновани хепарин и неутралне протеазе)
 - мастоцити мукозе респираторног и дигестивног система (садрже хондроитин-сулфат и триптазу).

Мастоцит



* Изглед: овална ћелија пречника 15-30 μm , са бројним израштајима на површини и метахроматским гранула пречника до 1 μm у цитоплазми.

* Неке од гранула су испуњене **хепарином**.

Осим хепарина, у гранулама се налази и **хистамин**, јак вазодилататор који повећава пропустљивост крвних судова и у акутним запаљењским и алергијским реакцијама доводи до појаве едема.

*

*

IgE.

IgE

*

МАСТОЦИТ

```
graph TD; A[МАСТОЦИТ] --> B[Примарни медијатори]; A --> C[Секундарни медијатори]; B --> D[Хистамин (вазодилатор, бронхоконстриктор), Хепарин (антикоагуланс), Хондроитин сулфат, Неутралне протеазе, Еозинофилни хемотаксични фактор, Неутрофилни хемотаксични фактор, Арил-сулфатаза]; C --> E[Леукотријени (Б4, Ц4, Д4), Тромбоксани, Простагландини];
```

Примарни медијатори

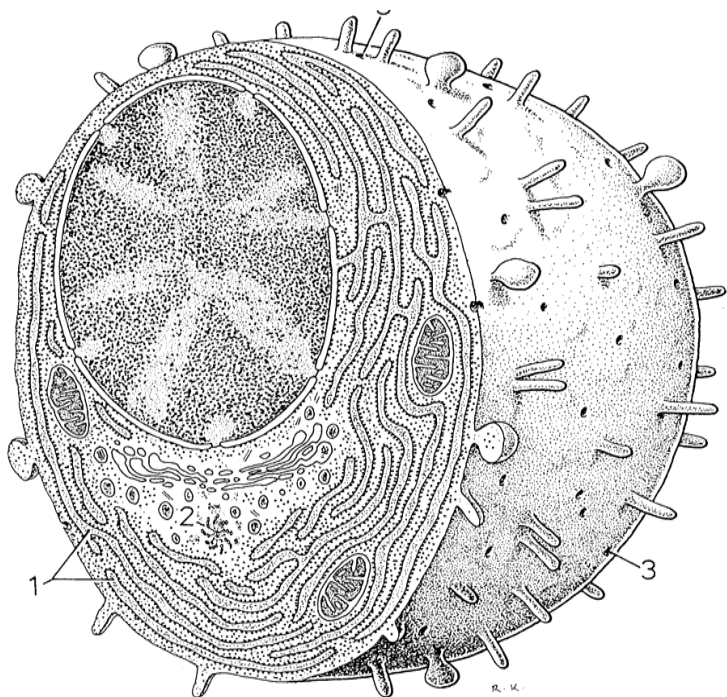
Хистамин (вазодилатор, бронхоконстриктор)
Хепарин (антикоагуланс)
Хондроитин сулфат
Неутралне протеазе
Еозинофилни хемотаксични фактор
Неутрофилни хемотаксични фактор
Арил-сулфатаза

Секундарни медијатори

Леукотријени (Б4, Ц4, Д4)
Тромбоксани
Простагландини

- Примарни медијатори запаљења се депонују у гранулама, а секундарни се ослобађају одмах по синтези.
- Масовна дегранулација масоцита може проузроковати **анафилактички шок**.

Плазмоцит



* **Плазмоцит** је лутајућа ћелија везивног ткива која настаје од Б лимфоцита након његове антигене стимулације у периферним лимфним органима.

* Животни век 10-30 дана.

* Ове ћелије су највише заступљене у везивном ткиву лимфних органа, у везивном ткиву слузнице респираторног и дигестивног тракта, као и строми екзокриних жлезда.

*

:

,

10-20 μ ,

Перинуклеусни хало



*

(

*

*

:

).

(

).

Екстрацелуларни матрикс



```
graph TD; A[Екстрацелуларни матрикс] --> B[Основна супстанца]; A --> C[Протеинска влакна]; B --> D[Гликозаминогликани]; B --> E[Протеогликани]; B --> F[Адхезивни гликопротеини]; C --> G[Колагена влакна]; C --> H[Еластична влакна]; C --> I[Ретикуларна влакна];
```

**Основна
супстанца**

Гликозаминогликани

Протеогликани

Адхезивни гликопротеини

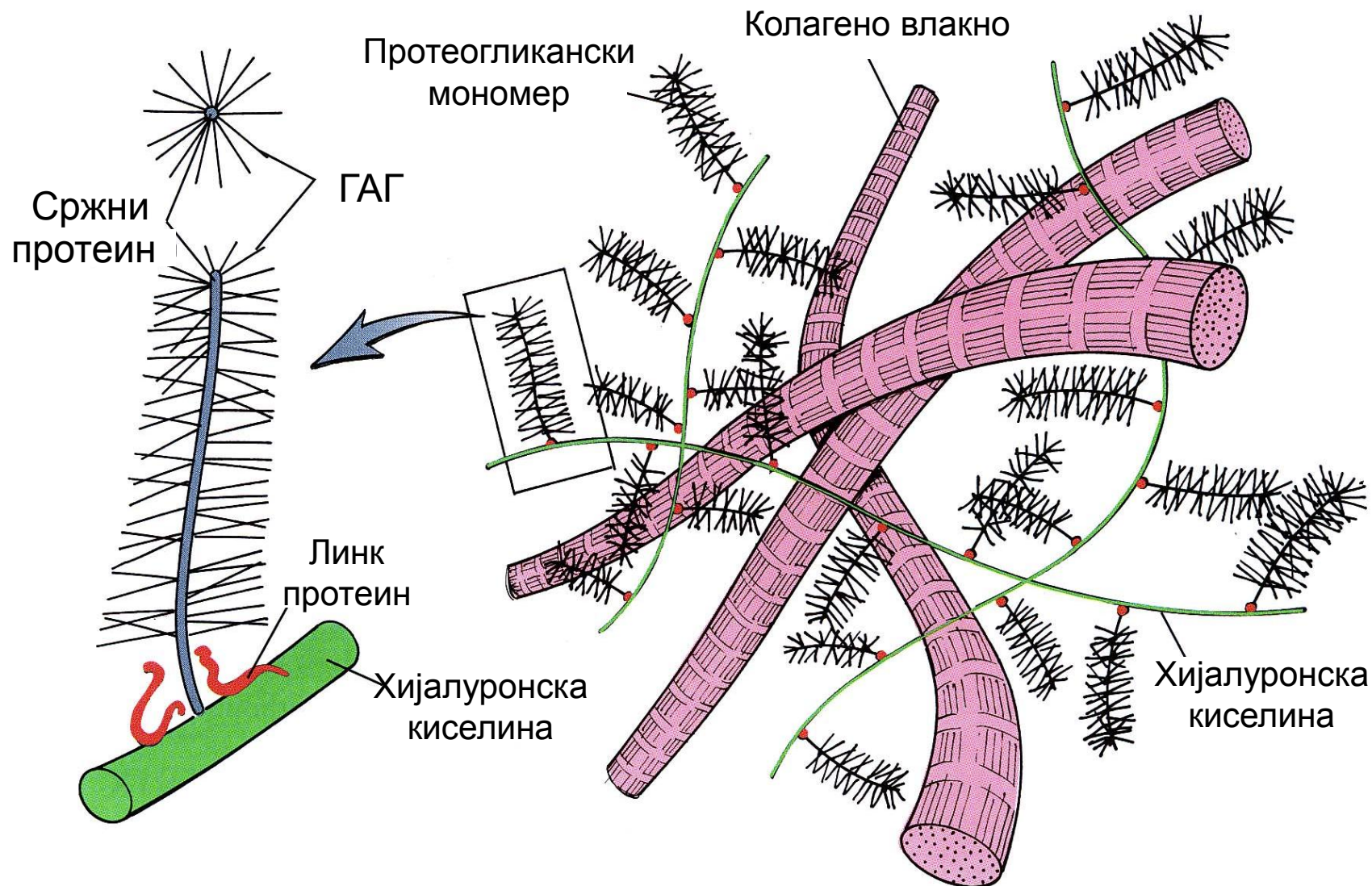
**Протеинска
влакна**

Колагена влакна

Еластична влакна

Ретикуларна влакна

Екстрацелуларни матрикс – шематски приказ



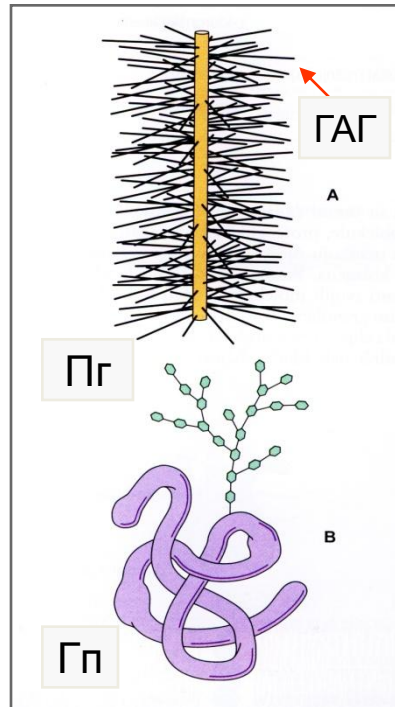
Основна супстанца

Протеоглигани

Гликозаминогликани

Адхезивни гликопротеини

Кератан-сулфат
Хепаран-сулфат
Хепарин
Хондроитин-4-сулфат
Хондроитин-6-сулфат
Дерматан-сулфат
Хијалуронска киселина



Фибронектин
Ламинин
Ентактин
Тромбоспондин
Хондронектин
Остеонектин

Гликозаминогликани и протеоглики

* **ГАГ** се често означавају као мукополисахариди или муцини. ГАГ су неразгранати полисахаридни ланци састављени од молекула хексуронске киселине и хексозамина.

ГАГ се понашају као анјони који привлаче катјоне и везују ткивну течност.

Сви ГАГ-и су сулфатисани, осим хијалуронске киселине.

80-90% молекулске тежине гликопротеина отпада на ГАГ-е.

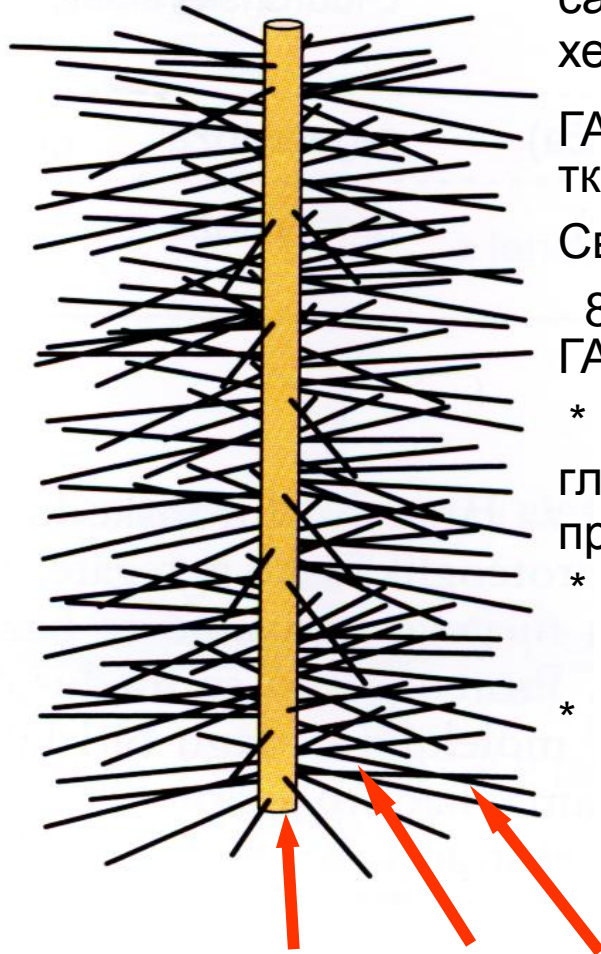
* **Протеоглики** су јако сулфатисани (кисели) гликозаминогликани са централно постављеним протенским језгром.

*

,

,

*

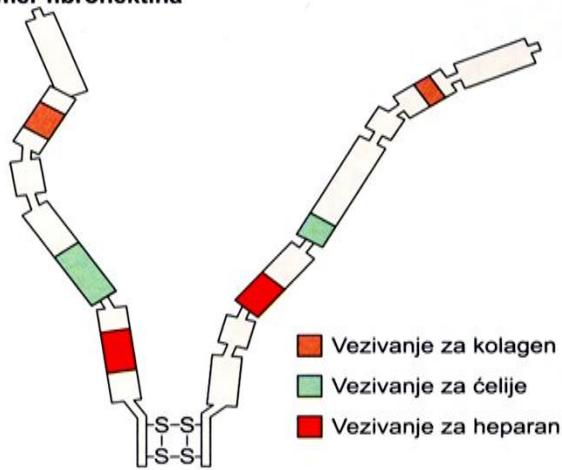


Протеинско
средиште

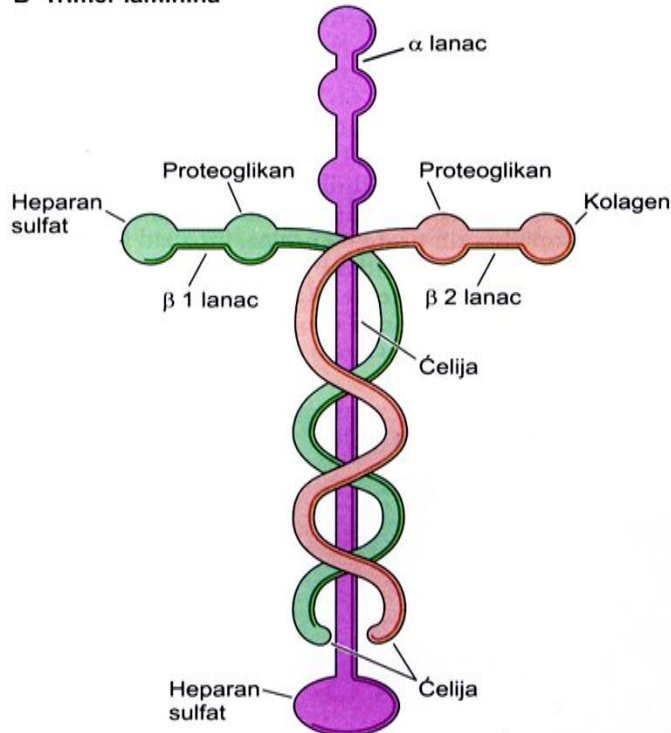
Гликозаминогликани

Адхезивни гликопротеини

A Dimer fibronektina

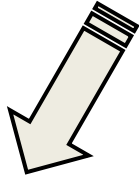


B Trimer laminina

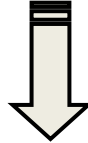


- Адхезивни гликопротеини су укључени у интеракције између ћелије и ЕЦМ-а.
- Полисахаридни ланци код протеогликана су разгранати.
- Адхезивни гликопротеини имају везујућа места за трансмембранске протеине ћелијских мембрана, затим за колагена влакна ванћелијског матрикса и најзад, за гликозаминогликане основне супстанце.
- Најважнији протеоглици: фибронектин, ламинин, ентактин, тромбоспондин, хондронектин и остеонектин.

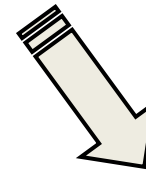
Влакна везивног ткива



Колагена



Еластична



Ретикуларна

Колагена влакна

- **Колагена влакна** су најзаступљенија влакна везивног ткива која представљају елементе чврстине у ткиву пружајући отпор механичким силама притиска и истезања.
- Грађена су од протеина колагена, који у свом саставу има три полипептидна α ланца спирално изувијана један око другог, формирајући троструки хеликс.
- Колаген синтетишу фибробласти али и друге фиксне ћелије везивног ткива, као и ретикуларне ћелије и глатке мишићне ћелије синтетског фенотипа.
- Постоји двадесетак типова колагена који се разликују по малим варијацијама у саставу α ланца. Најбоље је проучено првих седам типова.

Колаген

I чини око 90% колагена и гради влакна у растреситом и густом везивном ткиву.

II формира влаканца у хијалиној хрскавици.

III формира ретикуларна влакна.

IV гради мрежу у базалној ламини.

V

.

VI

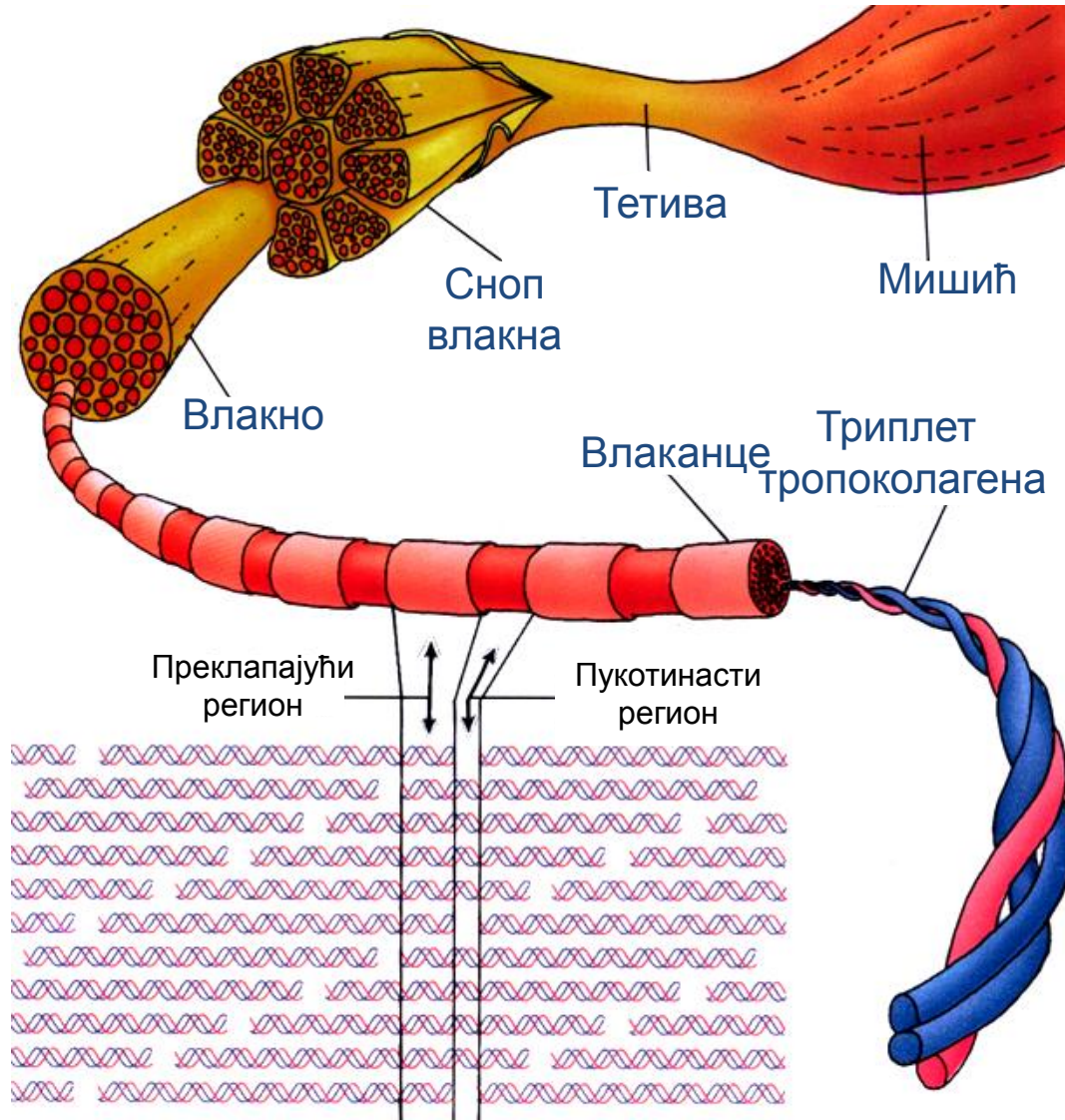
.

VII

(I II)

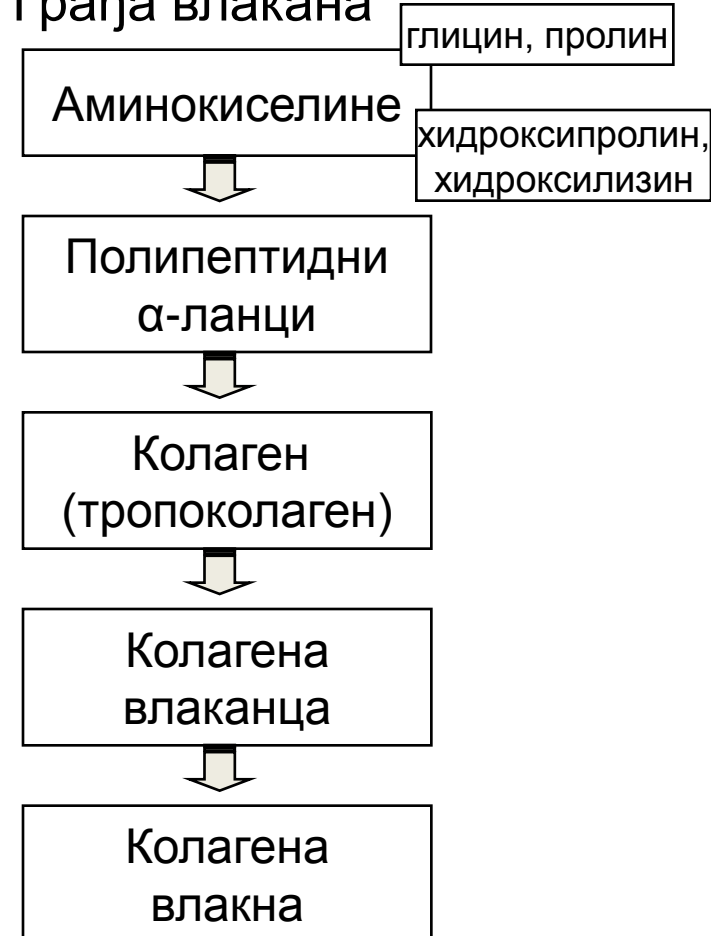
.

Колагена влакна

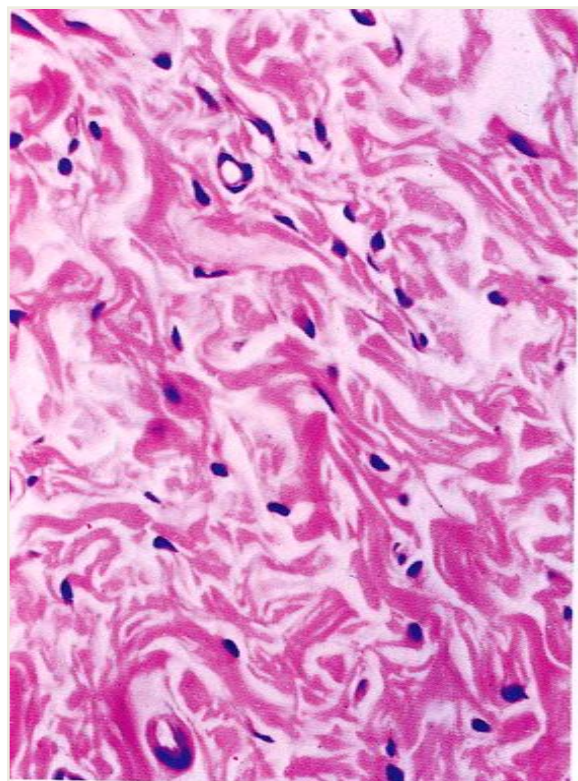


- Дијаметар влакана је 0,2-10 μm .

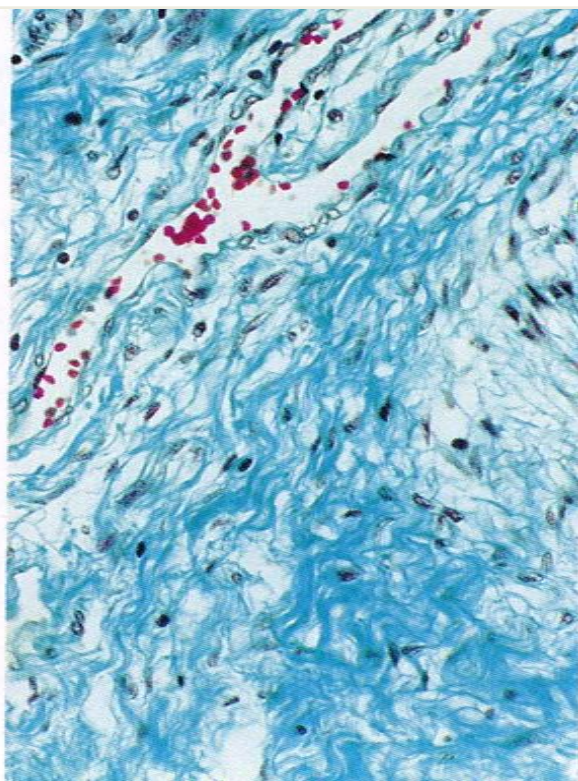
Грађа влакана



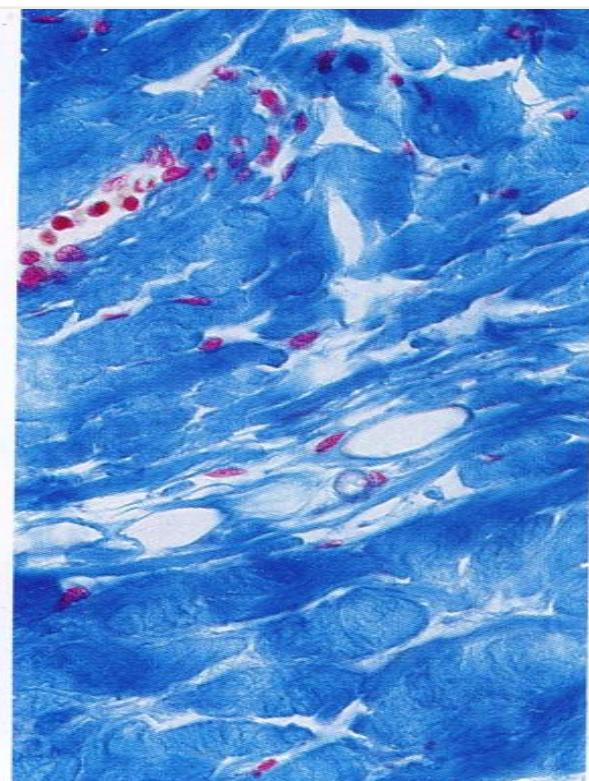
Колагена влакна - CM



HE бојење



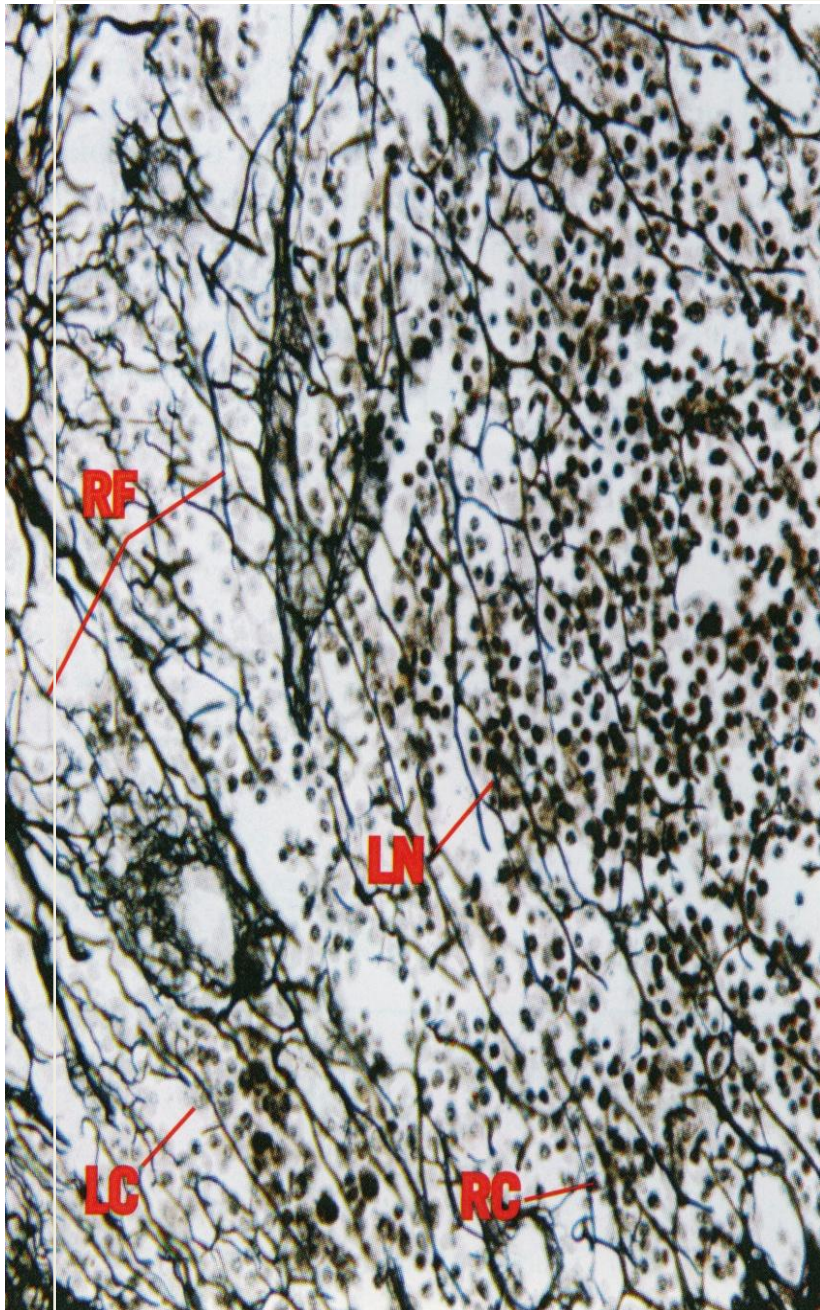
Масоново трихромно бојење



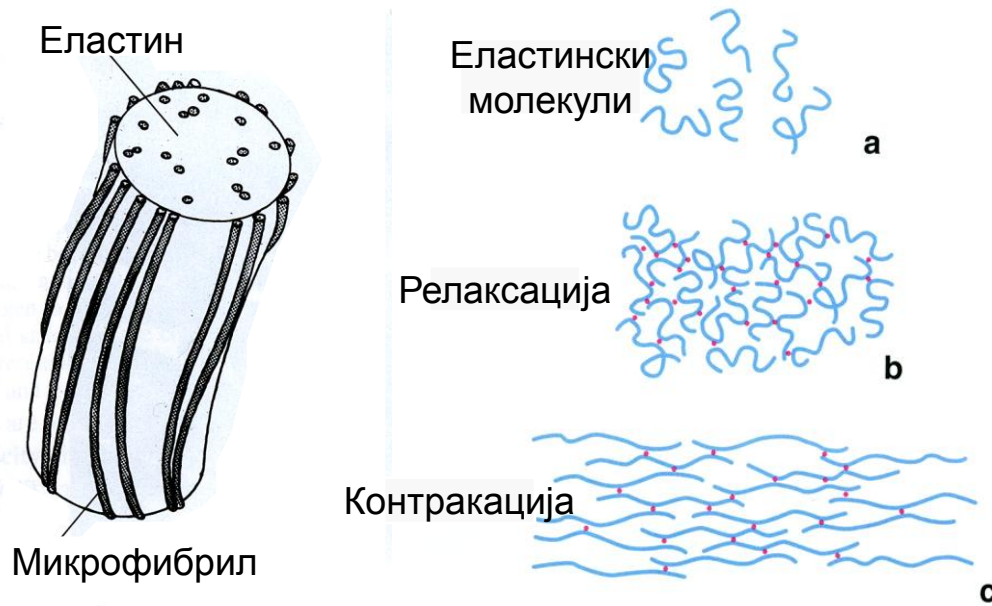
Азан

Ретикуларна vlakна

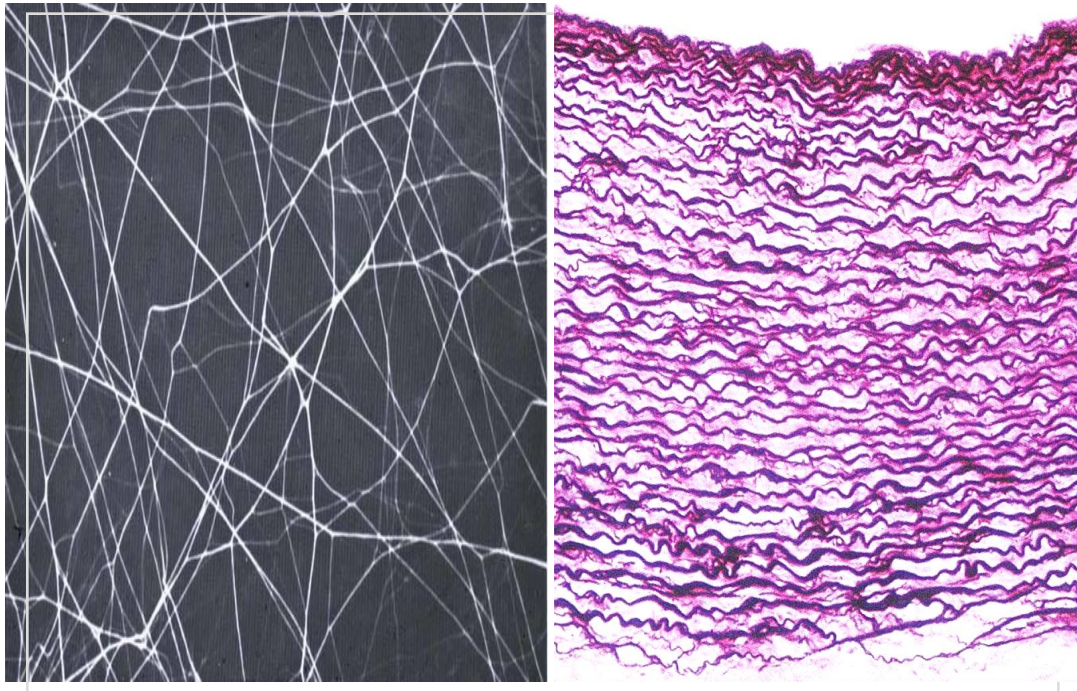
- * Пречник влакана 0,5-2 μm .
- * Изграђена из колагена тип III.
- * Ретикуларна влакна се налазе у ткивима повезана са јачим колагеним влакнима типа I.
- * Формирају потпорну тродимензионалну мрежу, која подупире ћелије.



Еластична vlakna



- **Еластична vlakna** представљају елементе везивног ткива који обезбеђују еластичност ткива и органа.
- То су танка и разграната vlakna.
- Састав: протеин еластин + микрофibrили.
- Током синтезе, иницијално се формирају микрофibrили, а затим се унутар њиховог снопа уграђује аморфни еластин.



Еластична vlakна

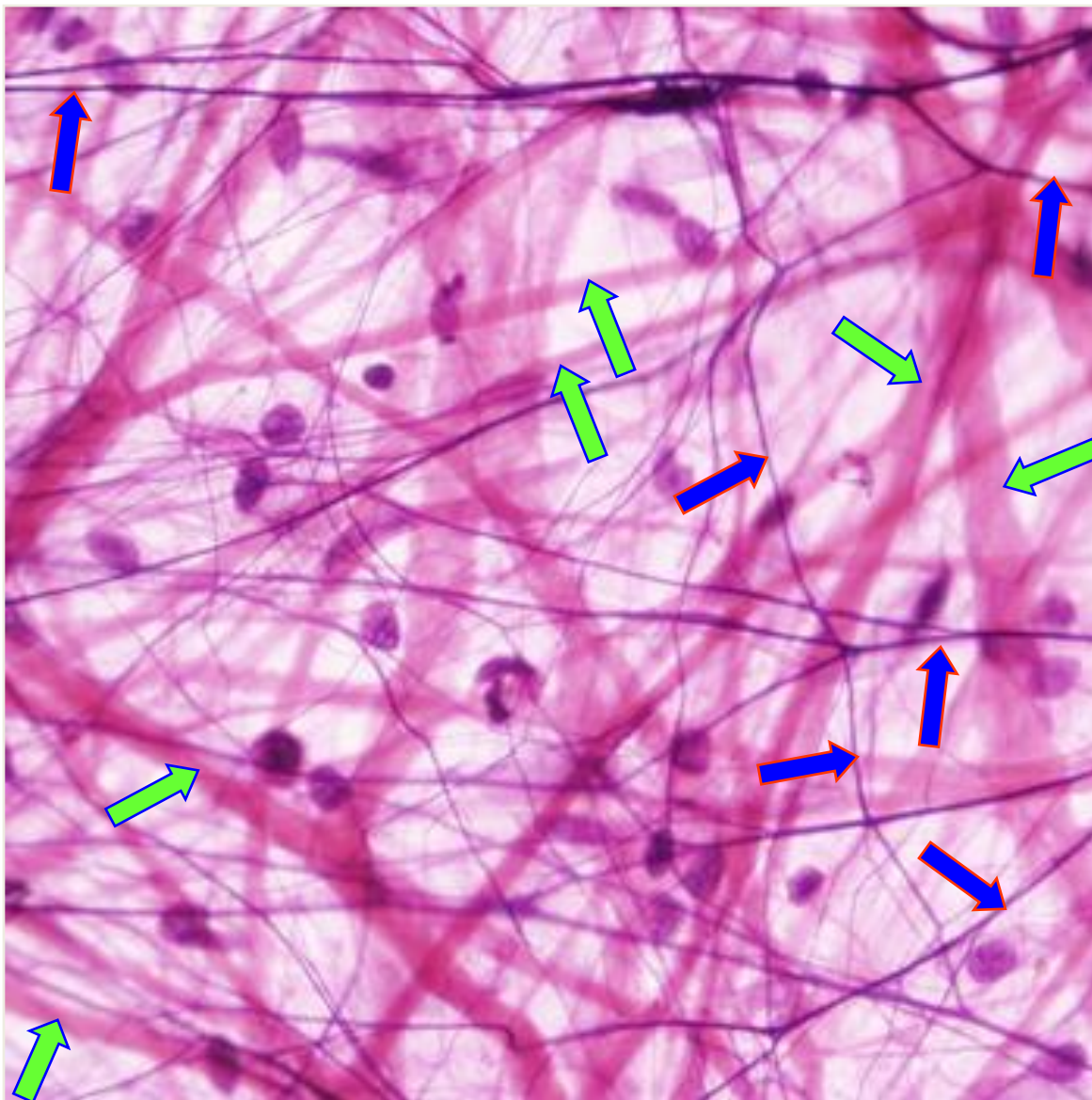


Бојење резорцином





Бојење орцеином

- Млада еластична влакна садрже већу количину микрофибрила, док се са старошћу повећава количина еластина чиме се губи квалитет и еластичност ткива.
- Еластин садрже специфичне аминокиселине дезмозин и изодезмозин.
- Влакна се истежу и до 150%.
- **Окситаланска и елаунинска влакна** су незреле форме еластичних влакана.
- Еластична влакна синтетишу фибробласти и глатке мишићне ћелије синтетског фенотипа.



Колагена и еластична влакна

 колагена влакна
 еластична влакна

Класификација везивних тківа

```
graph TD; A[Класификација везивних тківа] --> B[Ембрионална]; A --> C[Адултна]; B --> D[Мезенхимско ткиво (мезенхим)]; B --> E[Слузно везивно ткиво]; C --> F[а) Са општим својствима]; C --> G[б) Специјализована везивна тківа]; F --> F1[1. Растресито везиво]; F --> F2[2. Густо везиво]; F2 --> F2a[- регуларно]; F2 --> F2b[- ирегуларно]; G --> G1[3. Масно ткиво]; G1 --> G1a[- жуто]; G1 --> G1b[- мрко]; G --> G2[4. Хематопоезно ткиво]; G --> G3[5. Хрскавичаво ткиво]; G --> G4[6. Коштано ткиво]; G --> G5[7. Крв];
```

Ембрионална

Адултна

Мезенхимско ткиво (мезенхим)

Слузно везивно ткиво

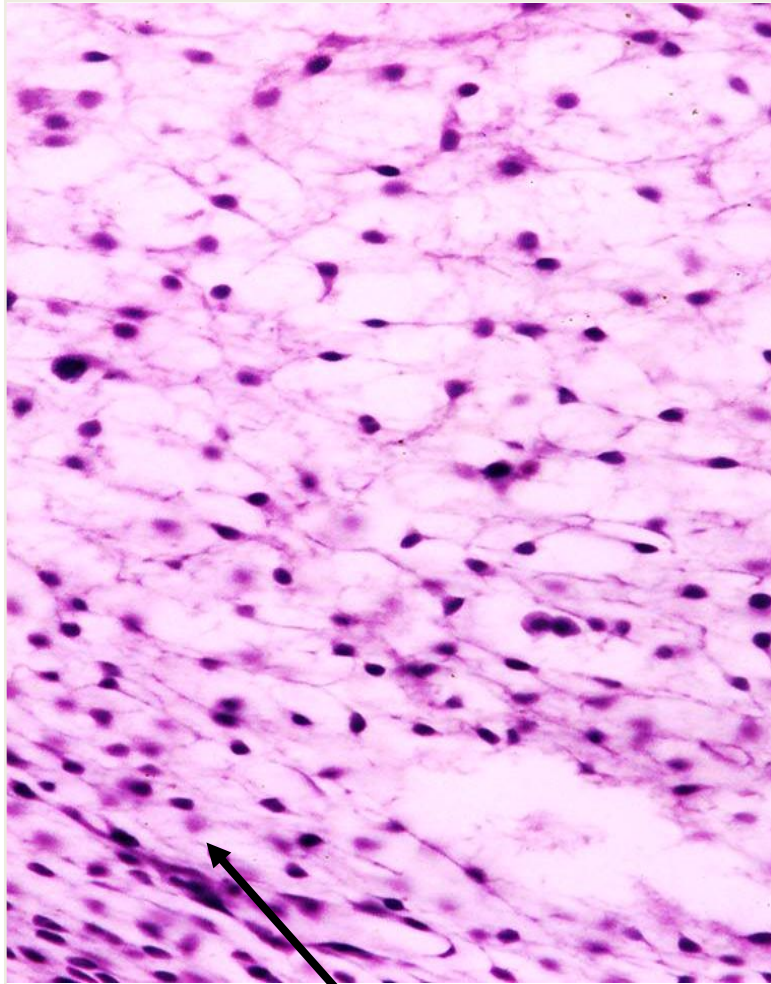
а) Са општим својствима

1. Растресито везиво
2. Густо везиво
 - регуларно
 - ирегуларно

б) Специјализована везивна тківа

3. Масно ткиво
 - жуто
 - мрко
4. Хематопоезно ткиво
5. Хрскавичаво ткиво
6. Коштано ткиво
7. Крв

Мезенхимско ткиво



Бластем

Меземхим представља првобитно, ембрионално везивно ткиво које највећим делом настаје из мезодерма.

- * Присутно само у ембрионалном периоду.
- * Садржи мезенхимске ћелије, доста основне супстанце и ретка ретикуларна влакна.
- * Мезенхимске ћелије се одликују великим пролиферативним потенцијалом и честим митозама.

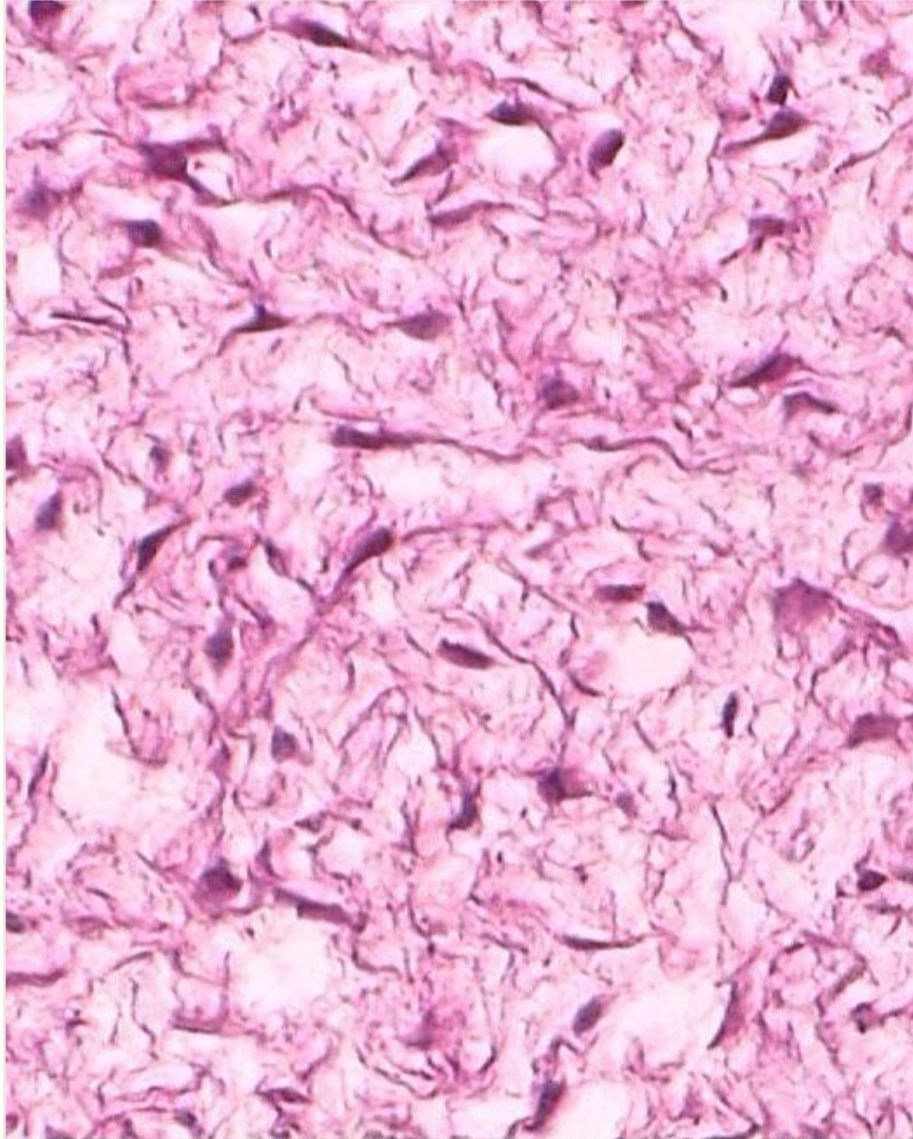
*

.

*

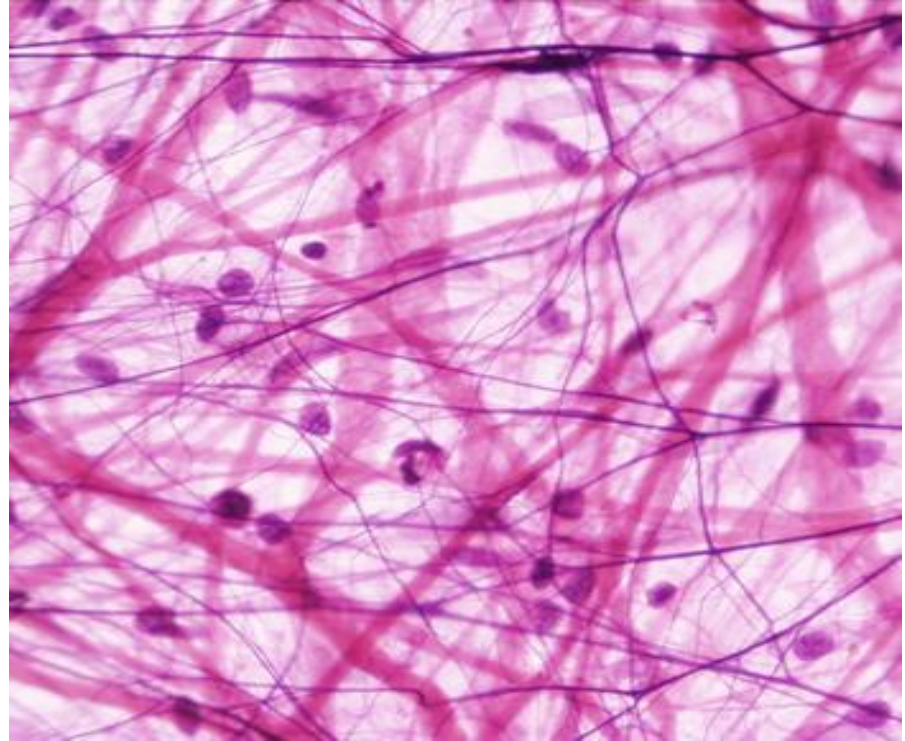
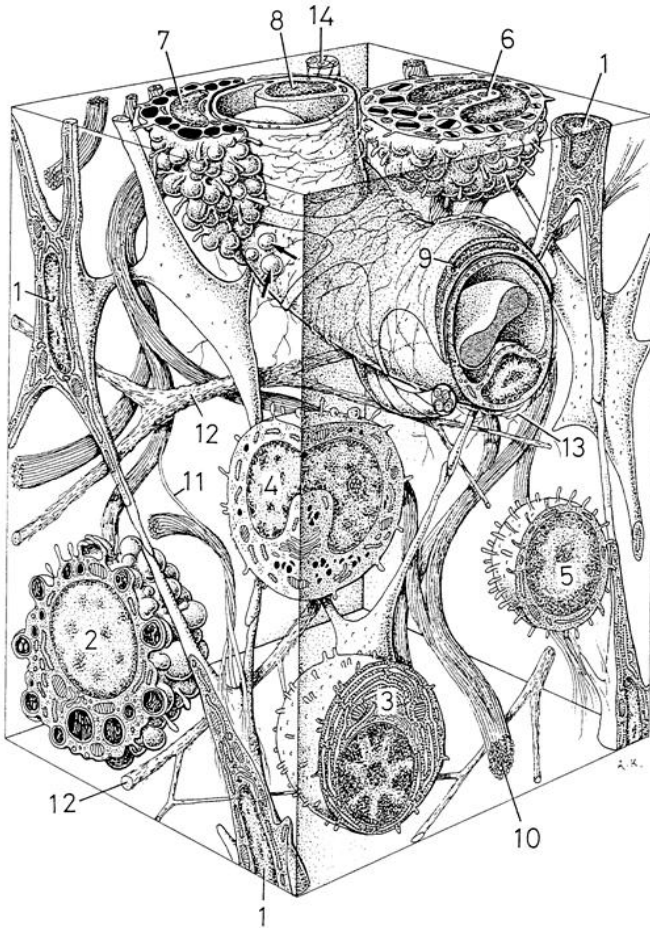
.

Слузно везивно ткиво



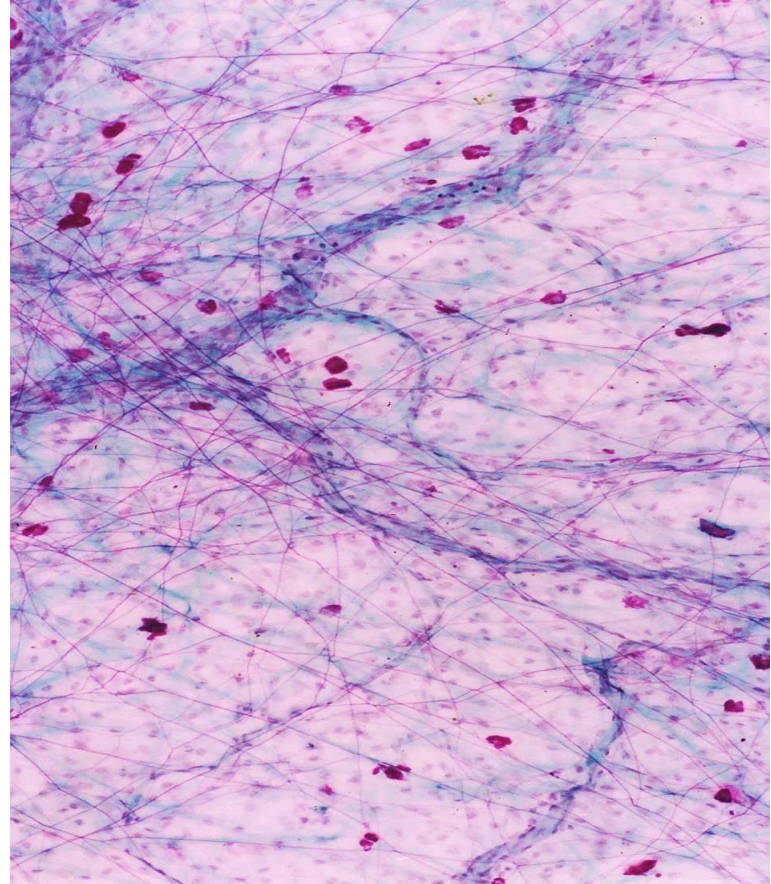
- **Слузно везивно ткиво** налази се у пупчаној врпци и познато је под називом Вартонова (Wharton) пихтија.
- Ткиво нема способност даље диференцијације и није прокрвљено.
- Садржи фибробласте, основну супстанцу и колагена влакна.
- У основној супстанци заступљена хијалуронска киселина која ткиву даје вискозност.

Растресито везивно ткиво



- Налази се у дерму, у слузокожама испод епитела, крвним и лимфним судовима итд.
- Садржи мноштво ћелијских типова, обимну међућелијску супстанцу и сва три типа везивних влакана у растреситом распореду.

Растресито везивно ткиво



- Ћелијску популацију чине фибробласти, као фиксне ћелије растреситог везивног ткива, али и велики број лутајућих ћелија чији се број и састав мења у запаљењским и алергијским реакцијама.
- Ткиво је флексибилно и слабије отпорно на механички стрес.

Пигментно везивно ткиво



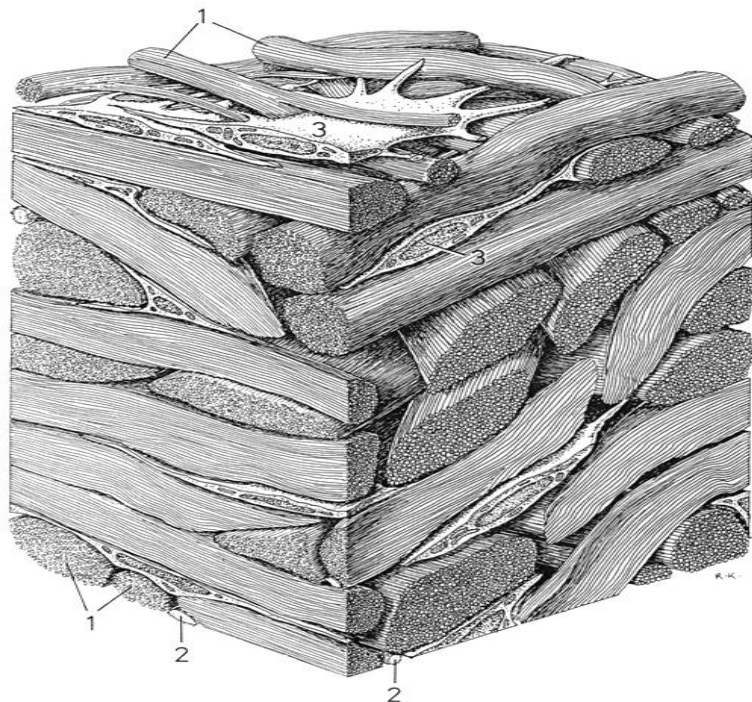
- Варијанта растреситог везива са доста пигментних ћелија.
- Налази се у дужици, цилијарном телу и делу судовњаче.

Густо везивно ткиво

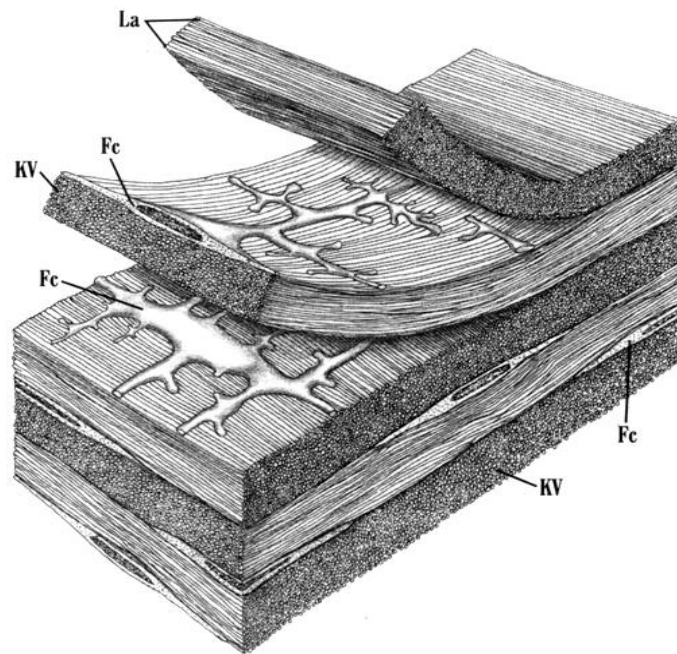
* У ткиву доминира фиброзна компонента (vlakна), због чега се другачије зове **фиброзно везиво**.

Од ћелија су заступљени ретки фиброцити и још ређи макрофаги.

Дели се на **ирегуларно** и **регуларно** везивно ткиво.



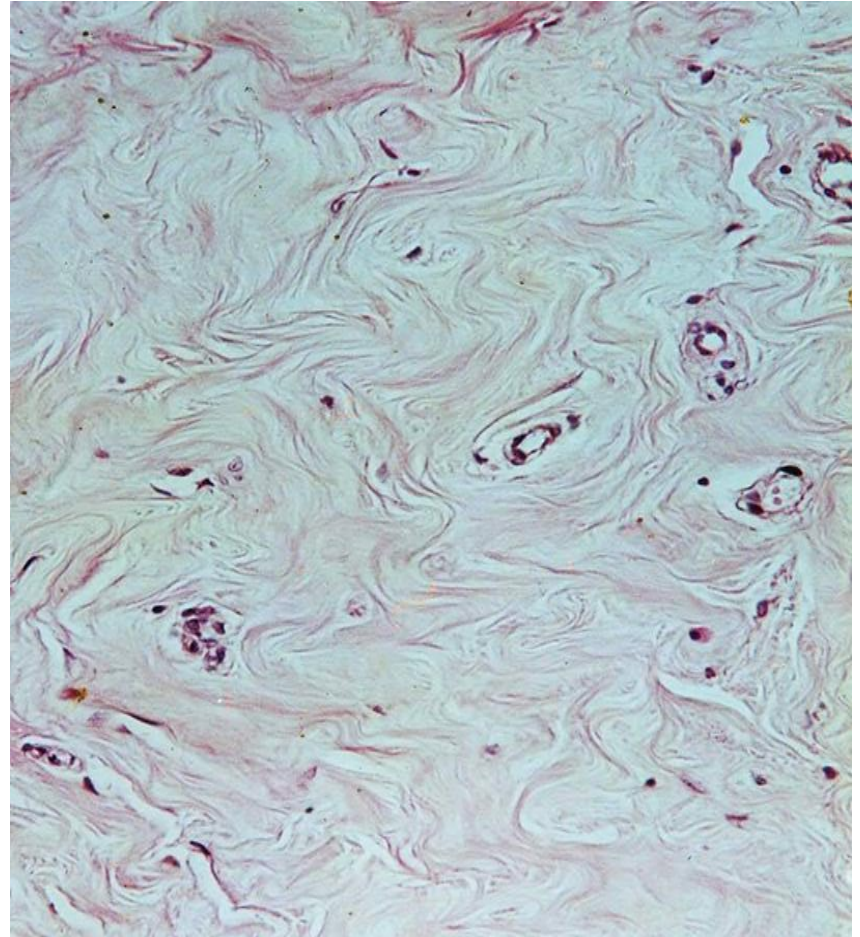
Ирегуларно густо везиво садржи снопове колагених vlakана усмерене у различитим правцима са мало међућелијске супстанце и ретких фибробласта и макрофага између њих.



Регуларно густо везиво садржи правилно оријентисана колагена и еластична vlakна. У зависности од тога која vlakна доминирају, ткиво се дели на регуларно **колагено** и **еластично везиво**.

Ирегуларно густо везивно ткиво

Налази се у подслузници желуца и црева, у дубини дерма, око већих нерава, у капсули и септама бројних органа итд.

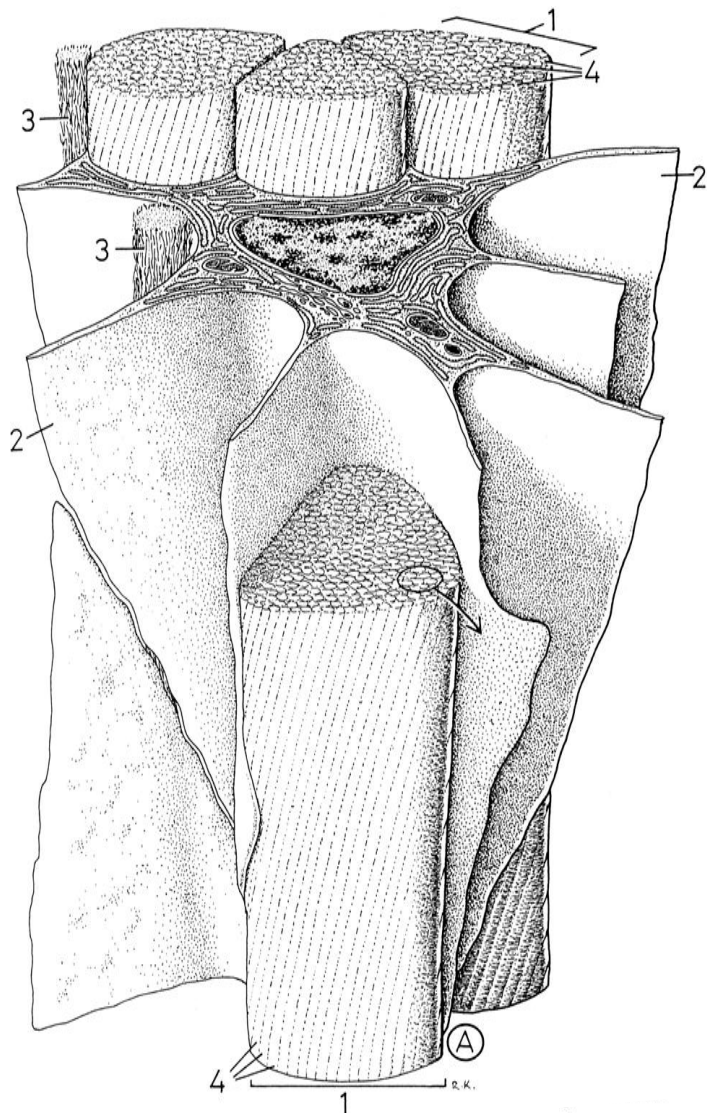


ХЕ бојење

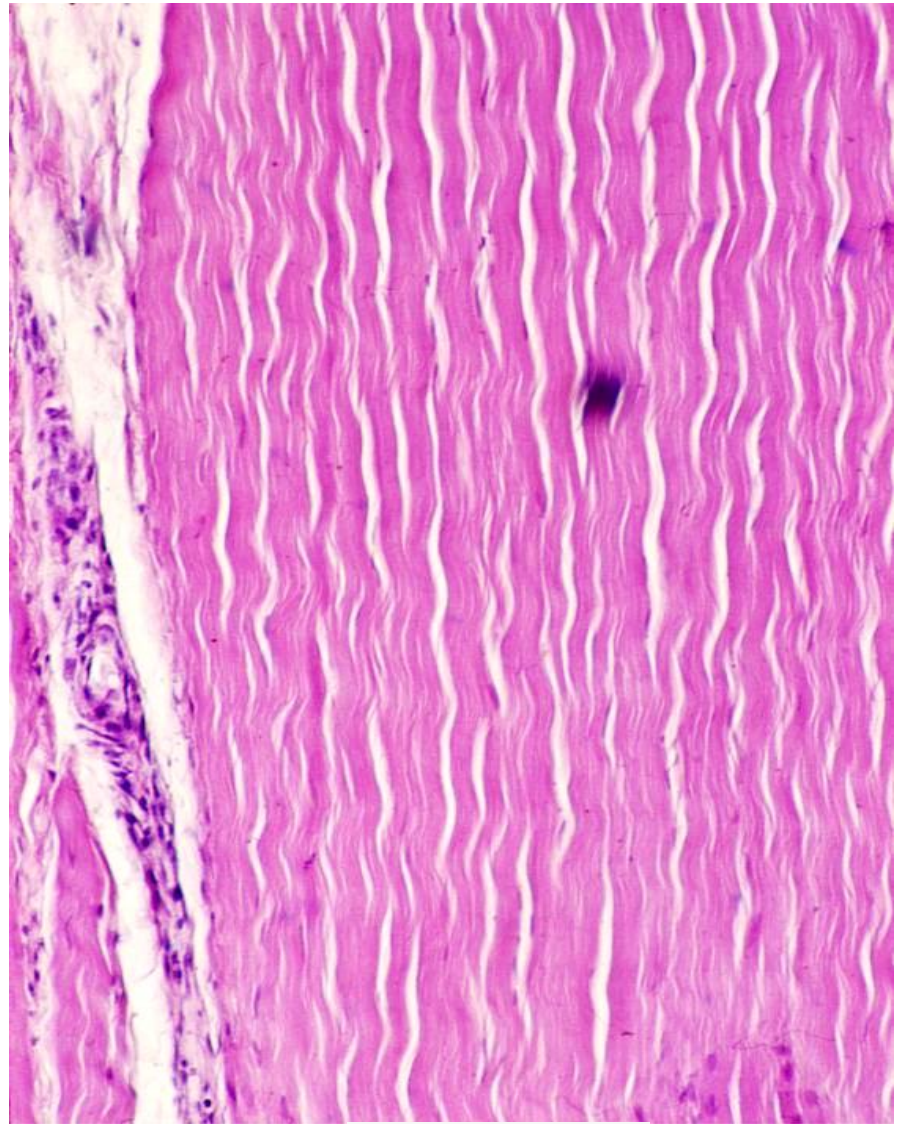
Регуларно колагено густо везиво

- **Регуларно колагено густо везивно ткиво** може бити састављено из:
 - снопова колагених влакана која имају паралелан распоред, као што је случај код тетива и лигамената ,
 - снопова или густо напаканих колагених влакана, при чему су влакна у једном слоју паралелно оријентисана, али су слојеви наслагани под различитим угловима, што је случај код фасција, апонеуроza, строме рожњаче, периоста, перихондријума, центрум тендинеум дијафрагме, као и тврде можданице и скелета срчаних залистака.
- Између колагених фибрила налази се врло мало основне супстанце и ретки фиброцити који се код тетиве специфично називају **тендиноцити**.

Тетива

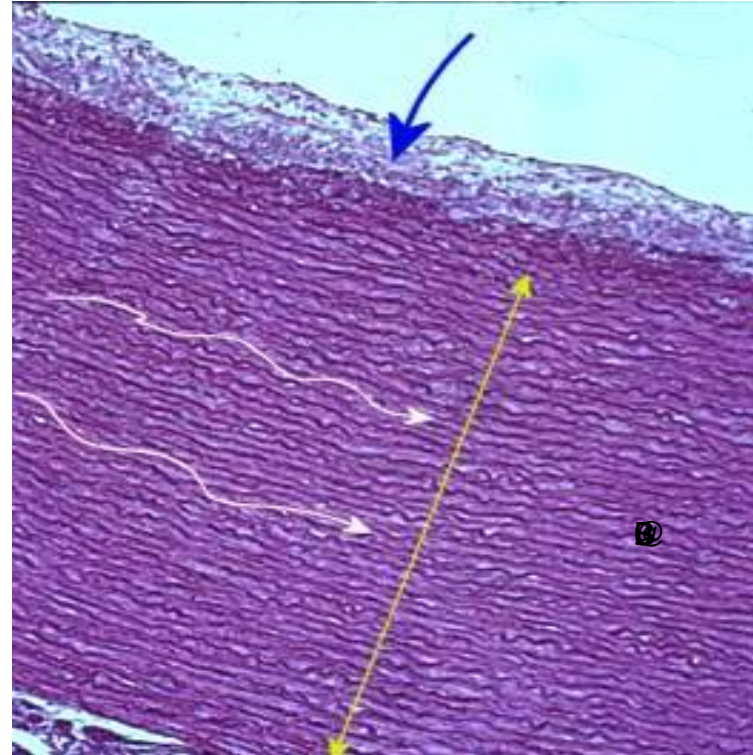
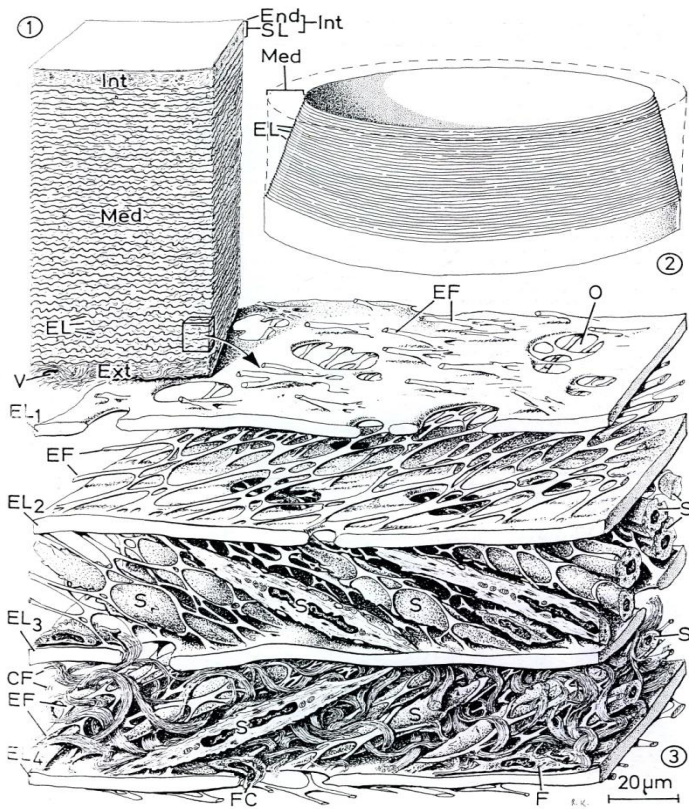


Шематски приказ



ХЕ бојење

Еластично везивно ткиво

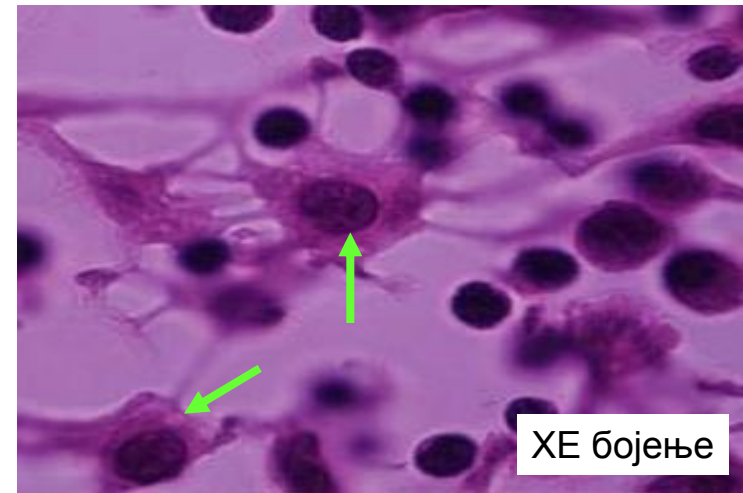
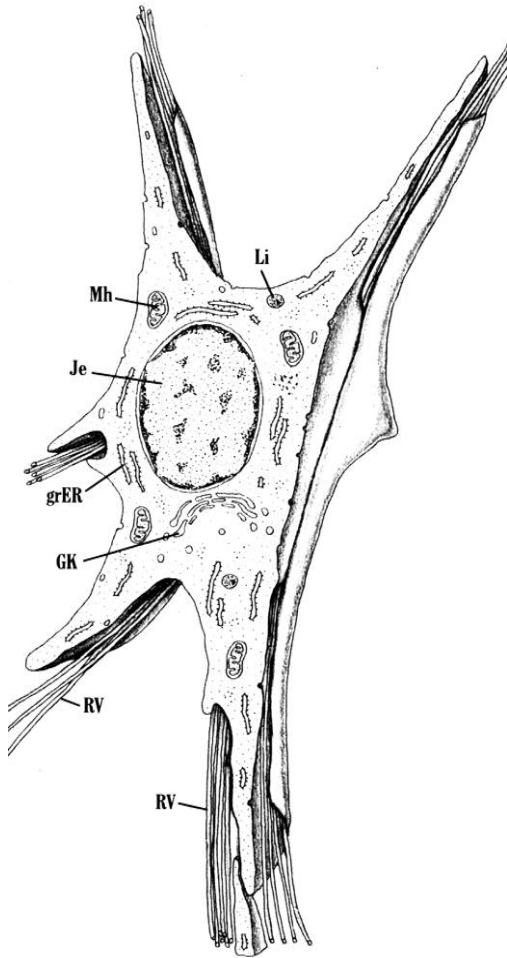


Регуларно еластично густо везивно ткиво садржи дебела еластична влакна, између којих се налази мало основне супстанце са ретким фиброцитима и мало ретикуларних и колагених влакана. Налази се у зиду великих крвних судова и појединим лигаментима (lig. flava, ligg. vocalia, lig. nuche).

Хематопоезно везивно ткиво

- Специјализовано за продукцију ћелија крви и за сазревање лимфоцита.
- Ткиво је јако целуларно и мекане конзистенције.
- Налази се у хематопоезним и лимфним органима, а дели се на мијелоидно и лимфно ткиво.
- **Мијелоидно ткиво** налази се у коштаној сржи и у њему доминирају незреле ћелије крви, односно претходници зрелих крвних ћелија.
- **Лимфно ткиво** налази се у тимусу, слезини, лимфним чворовима и мукози дигестивног тракта. У њему доминирају лимфоцити. Лимфно ткиво дели се на **лимфоепително** и **лимфоретикуларно ткиво**.
- Мијелоидно и лимфоретикуларно ткиво садрже ретикуларне ћелије и ретикуларна влакна те се често означавају једним именом - **ретикуларно везивно ткиво**.

Ретикуларне ћелије

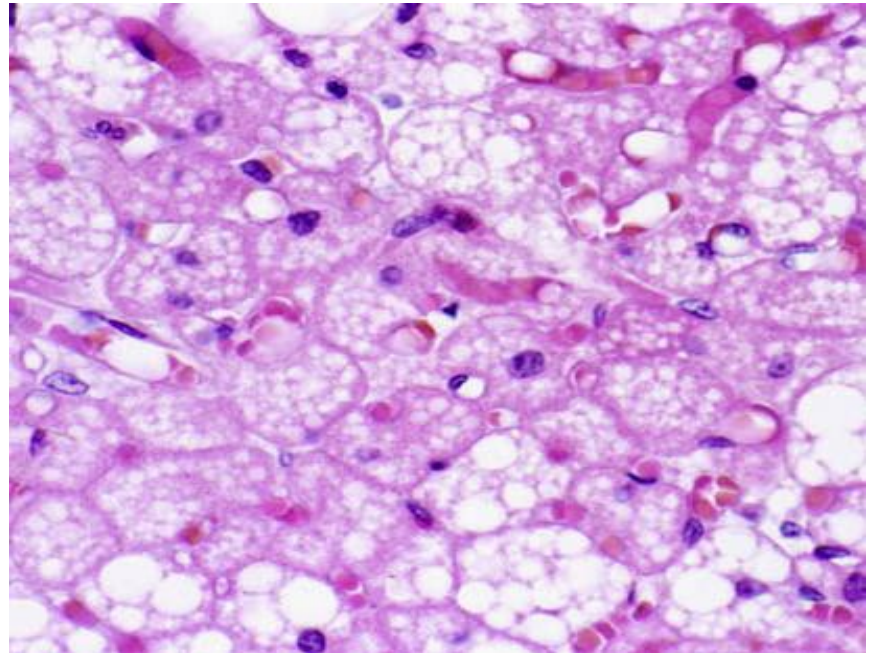
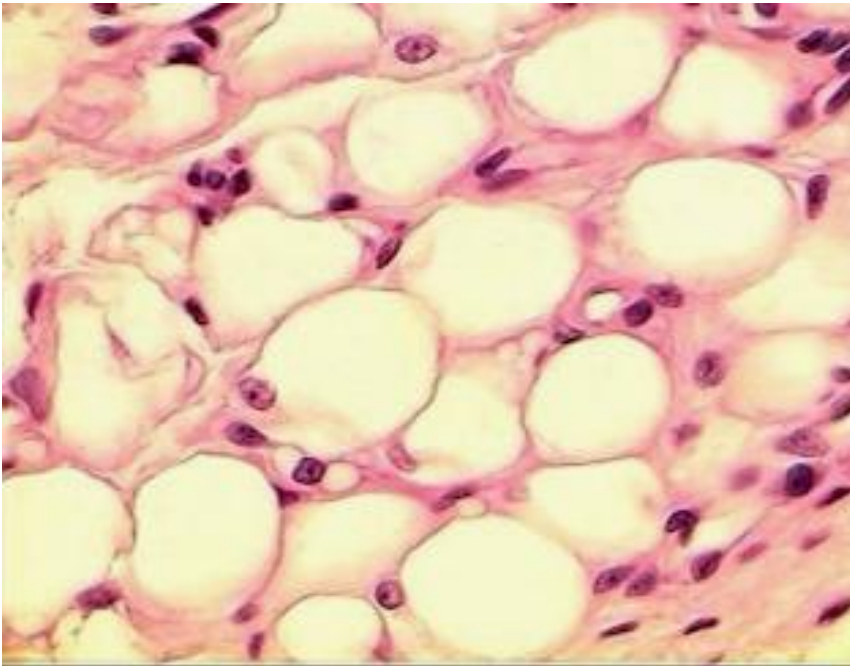


- Имају звездасто тело и дуге продужетке којима омотавају ретикуларна влакна.
- У цитоплазми добро изражен систем цистерни грЕР-а и Голџи апарат, који учествују у синтези колагена (ретикуларних влакана).
- Део популације ретикуларних ћелија подсећа на фиброците, а други део на макрофаге.
- Посебном варијантом ретикуларних ћелија сматрају се **адвентицијалне ћелије** у коштаном сржи и **литоралне ћелије** лимфног чвора.

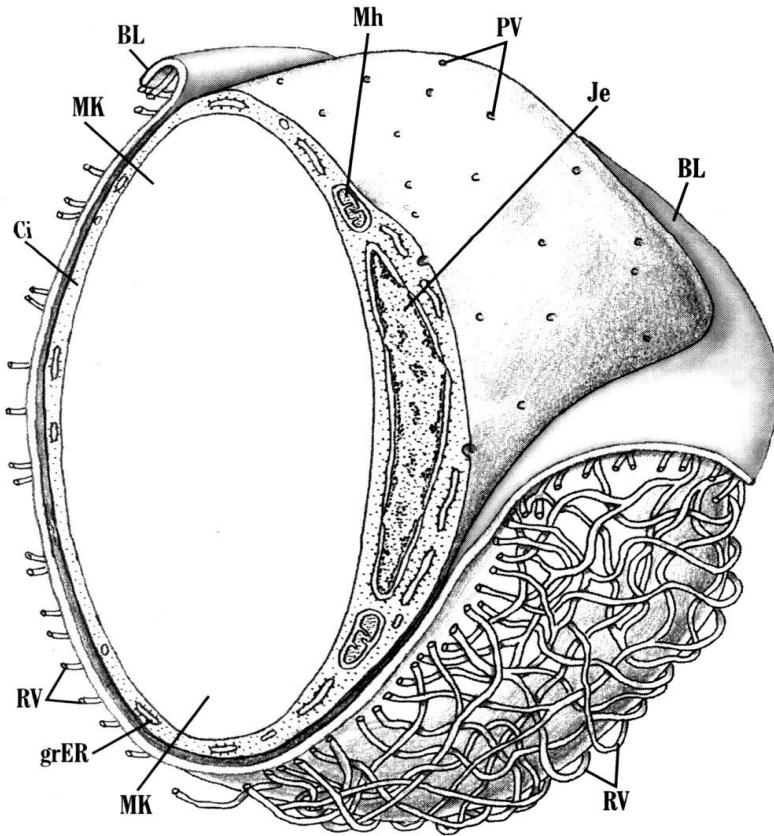
Масно ткиво

- * Масно ткиво је високоспецијализовано целуларно везивно ткиво у коме доминирају ћелије специјализоване за акумулацију липида.
- * Изграђено је углавном из ћелија, док је ЕЦМ слабије заступљен.
- * Код одраслог човека на масно ткиво отпада око 12-15% телесне масе, а код жене 20-25%.

Дели се на **жuto** и **мрко масно ткиво**.



АДИПОЦИТ



* Ћелије жутог масног ткива зову се **адипоцити** или **липоцити**.

* Адипоцит је округла ћелија, пречника 50-150 μm , окружена екстерном ламином.

* Органеле су слабо изражене, а највећи део ћелије заузима масна кап. Једро је потиснуто на периферију ћелије.

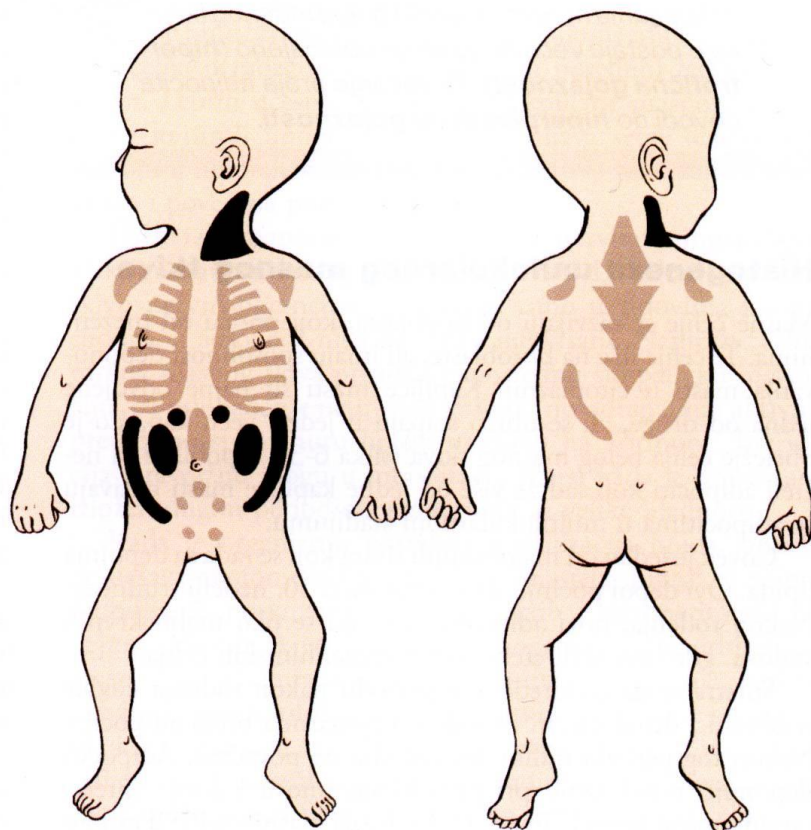
* Жуто масно ткиво се зове и унилокусно, јер се у адипоцитима налази само једна масна кап у којој су депоновани триглицериди.

* Адипоцити лучи хормоне **лептин**, **адипонектин**, **ангиотензиноген** и **резистин**, као и цитокине назване **адипокини**.

:

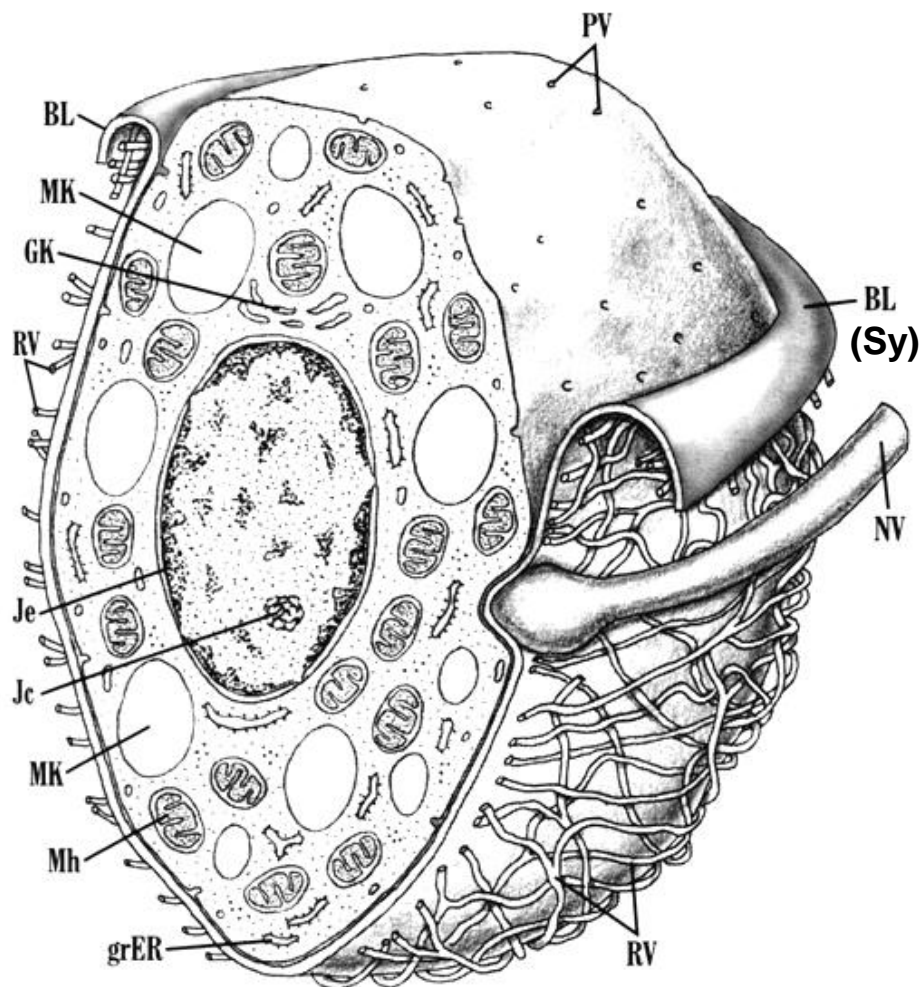
()

Мрко масно ткиво



- Чини 2-5% телесне масе новорођенчета, касније ишчезава.
- Налази се у врату, медијастинуму, абдомену.
- Специјализовано је за продукцију енергије (“хемијски грејач”).
- Мрка боја ткива потиче од високе концентрације цитохрома и богате мреже капилара.

Ксантоадипоцит



- Ћелије мрког масног ткива зову се **ксантоадипоцити**.
- Ксантоадипоцити су полигоналног облика и знатно су ситнији од адипоцита.
- Ћелија има округласто, централно постављено једро и већи број масних капи (отуда назив мутилокусно ткиво).
- Немијелинизована влакна симпатикуса директно инервишу ћелију.

Хрскавица

- Специјализовано везивно ткиво чија је главна улога у пружању потпоре меким ткивима
- Изграђена је од ћелија - **хондроцита** и чврстог, али савитљивог **ванћелијског матрикса**
- Хондроцити имају тенденцију груписања у мање или веће групице
- Смештени су у малим шупљинама које се зову **лакуне**
- Около хрскавице налази се омотач изграђен од густог везива - **перихондријум**
- У хрскавичаво ткиво **не продиру** ни крвни судови ни нерви
- Ћелије хрскавице исхрањују се дифузијом супстанци из крвних судова перихондријума

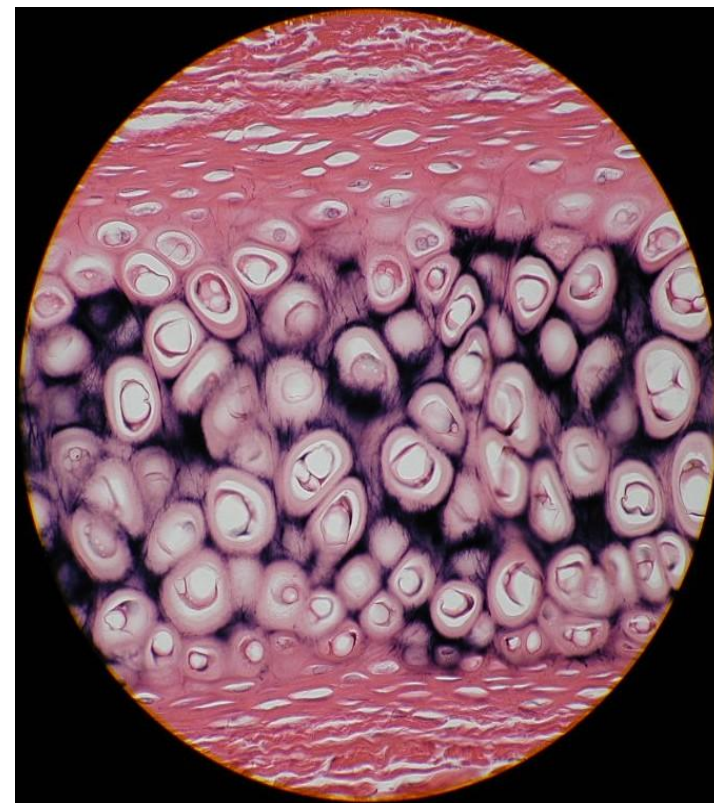
Перихондријум

* Хрскавицу обавија перихондријум, омотач од густог везивног ткива прожет крвним судовима и нервима. У зрелој хрскавици перихондријум је компактан, а у растућој хрскавици у њему се запажају два слоја:

- * Спољашњи фиброзни
- * Унутрашњи целуларни

* Спољашњи слој перихондријума садржи **фибробласте и колагена влакна**, а унутрашњи слој садржи матичне ћелије хрскавичавог ткива - **хондрогене ћелије**

* Хрскавичаве ћелије се исхрађују дифузијом метаболита из капилара Перихондријума.



Ћелије хрскавице

- Хрскавица садржи три типа ћелија које припадају истој ћелијској линији:
- **Хондрогене ћелије** – унутрашњи слој перихондријума
- **Хондробласти** – на површини хрскавице
- **Хондроцити** – у дубини хрскавице
- Главне морфолошке карактеристике **хондрогених ћелија** су спљоштен облик, тамно дугуљасто једро и слабо изражене органеле, што указује на њихову неактивност



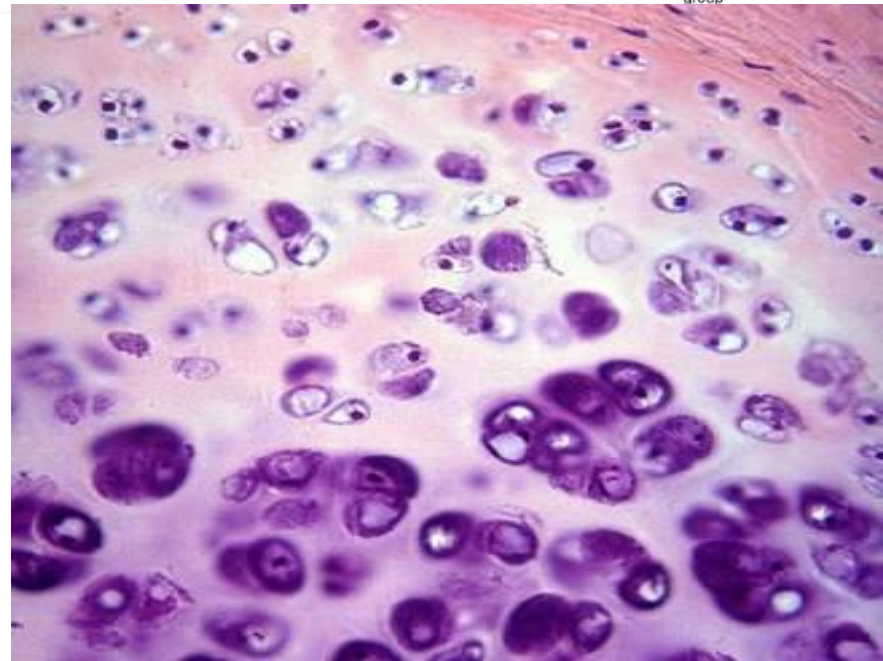
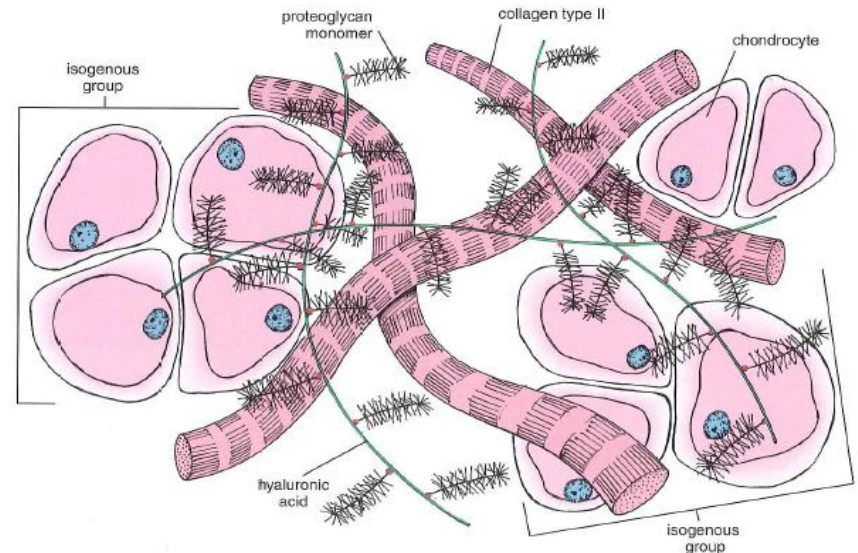
Ћелије хрскавице

- У растућој хрскавици хондрогене ћелије се активирају и диферентују у незреле хрскавичаве ћелије **хондробласте**
- Једро хондробласта је овално и светло, а цитоплазма испуњена секретним органелама
- Хондробласти синтетишу и око себе секретију ванћелијски матрикс. Када се потпуно окруже хрскавичавим матриксом ћелије се могу сматрати зрелим и зову се **хондроцити**



Ћелије хрскавице - хондроцити

- * Слабије изражене органеле и нижи степен активности од хондробласта.
- * Шупљине у којима су смештене зреле ћелије хрскавице зову се **лакуне**.
- * Унутар лакуне хондроцити могу да се деле и формирају групице у којима су ћелије распоређене **у низу** или **у виду грозда**
- * Скуп хондроцита у једној лакуну означава се као **изогена група**
- * Узани појас ванћелијског матрикса који окружује изогене групе је нешто тамније боје и зове се **територија**, док је остатак матрикса светлије боје и зове се **интертериторија**
- * Изогена група и територија заједно чине **хондрон**



Типови хрскавице

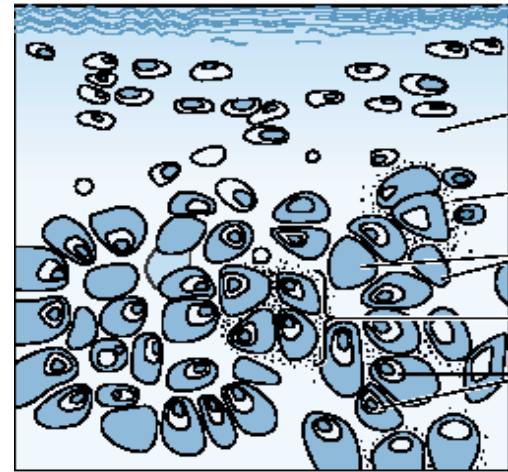
У људском телу постоје три типа хрскавице:

- Хијалина
- Еластична
- Фиброзна

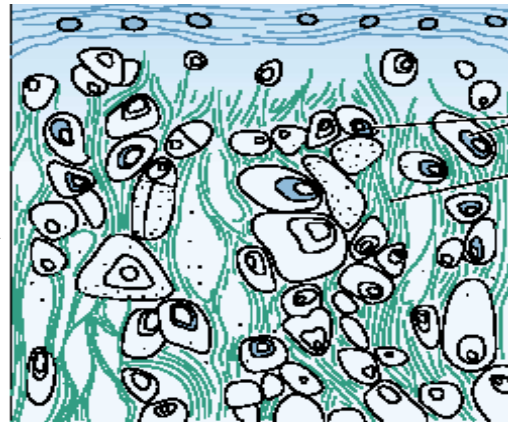
* Разлике међу њима су везане првенствено за врсту и количину влакана садржаних у ЕЦМ-у

* Хијалина хрскавица садржи влаканца изграђена од колагена тип II, еластична, поред колагених садржи и мрежу еластичних влакана, док у фиброзној доминирају влакна колагена тип I

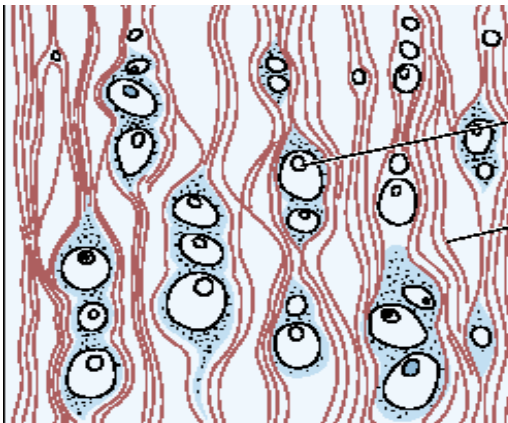
Хијалина



Еластична



Фиброзна



Хијалина хрскавица

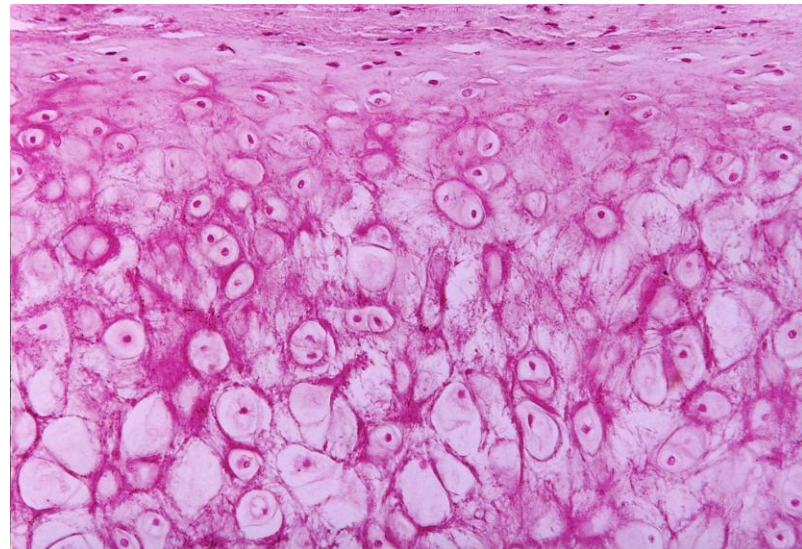
- * Најзаступљенији тип хрскавице у човечјем телу.
- * У ембрионалном периоду она гради **привремени скелет плода** који се код фетуса постепено замењује коштаном ткивом
- * Код одраслих хијалина хрскавица присутна је **на зглобним површинама покретних зглобова, у дисајним путевима** и на **ребарним крајцима**
- * На свежем пресеку ванћелијски матрикс је прозиран попут стакла, одакле и назив хијалина (грч. hyalos - стакло) хрскавица. Код хијалине хрскавице **изогене групе** су по правилу кружног облика и садрже **2, 4, 8** или више ћелија
- * Ванћелијски матрикс хијалине хрскавице садржи колагена влакна и основну супстанцу
 - Колаген (**15%**)
 - Колаген тип II (**80%**) формира танка влакна
 - Тип IX и XI (15%)
 - Типови 3,6,10... (5%)

Хијалина хрскавица

- Основна супстанца садржи протеогликане, гликопротеине и воду
- Протеоглигани хрскавице се удружују и формирају циновске супрамолекуле – протеогликанске агрегате који имају највећи утицај на физичка својства хрскавице (чврстина, гipкост, отпорност на притисак)
- Најважнији протеогликан је агрекан
- Од гликопротеина заступљени су: анкорин, тенасцин и фибронектин
- 60-80% хијалине хрскавице је вода која је већином, али не сва, везана за агрекан-хијалуронан агрегате што омогућава транспорт материја кроз матрикс ткива

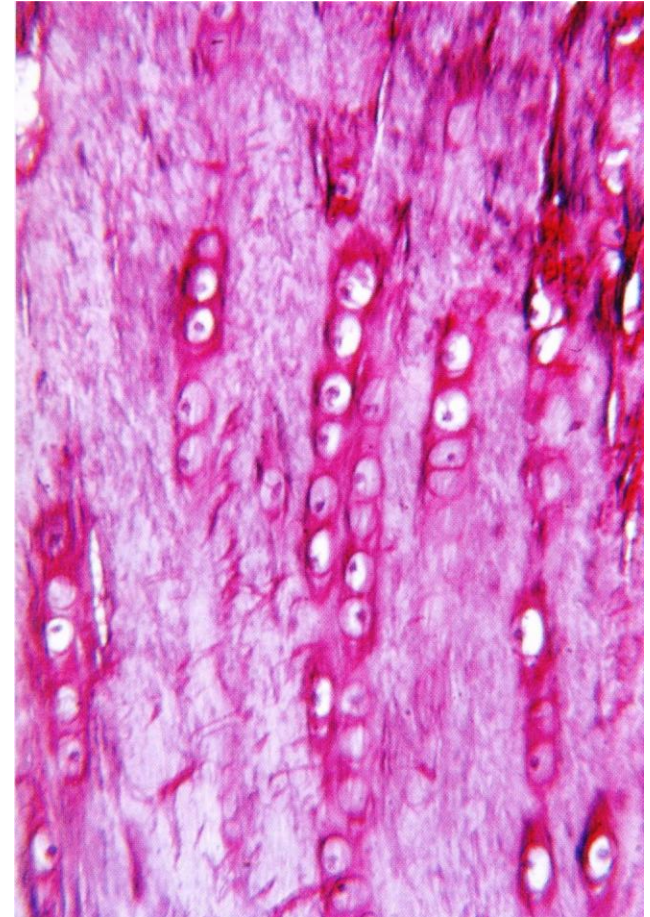
Еластична хрскавица

- Налази се у **ушној шкољци**, **спољашњем ушном каналу**, **слушној туби** и **гркљану**
- Хондроцити су у еластичној хрскавици бројнији, крупнији и обично формирају **мале изогене групе** са по две ћелије у лакуни
- Ванћелијски матрикс уз колагена влаканца садржи и **богату мрежу еластичних влакана**
- Еластин чини ову хрскавицу савитљивом и даје јој **жуту боју**



Фиброзна хрскавица

- * Налази се у међупршљенским дисковима, симфизи препонске кости, меникусима коленог зглоба и на месту припоја тетива и лигамената за кост
- * Једини тип хрскавице који не поседује перихондријум
- * Садржи мало основне супстанце и велику количину колагених влакана типа I
- * Колагена влакна организована су у снопове који хрскавици дају беличасту боју
- * Између снопова колагених влакана смештени су хондроцити као појединачне ћелије или груписани у виду низа
- * Хондроцити подсећају на фиброците од којих се разликују по овалном облику



Хистогенеза и раст хрскавице

На месту настанка хрскавичавог ткива ћелије пролиферишу и стварају ћелијску накупнину унутар мезенхима која се назива **хондрогени бластем**, а простор који она захвата назива се **хондрификациони центар**. Ћелије у бластему почињу да стварају хрскавичави матрикс и постају **хондробласти**.

Хрскавица расте на два начина:

- * **Апозицијским растом** – ново хрскавичаво ткиво се ствара са **површине** постојеће хрскавице
- * **Интерстицијумским растом** – ново ткиво се ствара **унутар** постојећег
- * **Регенерација хрскавице** је ограничена моћ обнављања која је боље изражена код деце, док је код одраслих спора и непотпуна – регенерација се обавља преко перихондријума

Коштано ткиво

- Коштано ткиво је **потпорно везиво** са минерализованим међућелијским матриксом и бројним улогама:
 - Пружање потпоре и омогућавање кретања
 - Заштита виталних органа у лобањској и грудној дупљи
 - Складиштење минерала, првенствено калцијума и фосфора
- Сачињено је од **органског** и **неорганског** материјала
- **Тврoћу** му даје **калцијум фосфат** исталожен у форми кристала **хидроксиапатита**
- **Чврстину** му дају **колагена влакна** у која су ови кристали инкорпорирани

Коштано ткиво

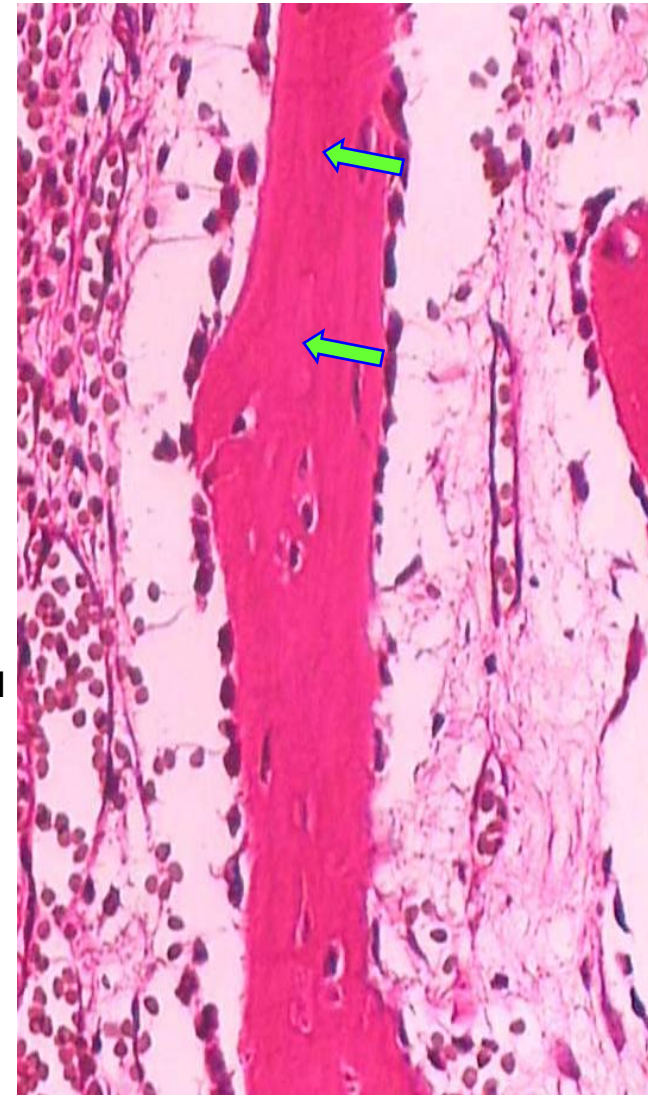
- У случају деминерализације кост постаје савитљива као тетива, а уклањањем органског супстрата кост постаје крта и лако ломљива
- У људском телу само глеђ и дентин су тврђи од кости, а једино хрскавица боље подноси механичке стресове
- Спољашњу површину кости облаже слој густог везивног ткива (**периост**), а унутрашњу **ендост**
- У овим коштаним омотачима се налазе **остеогене ћелије**
- Унутар коштаног ткива постоје шупљине (**лакуне**) у којима су смештене зреле коштане ћелије - **остеоцити**

Ћелије коштаног ткива

- У функционалном смислу коштаном ткиву припадају четири типа ћелија:
 - **Остеопрогениторне ћелије**
 - **Остеобласти**
 - **Остеоцити**
 - **Остеокласти**
- Остеопрогениторне ћелије, остеобласти и остеоцити представљају исту врсту ћелије која се налази у различитим фазама зрелости и активности
- Остеокласти припадају посебној ћелијској линији

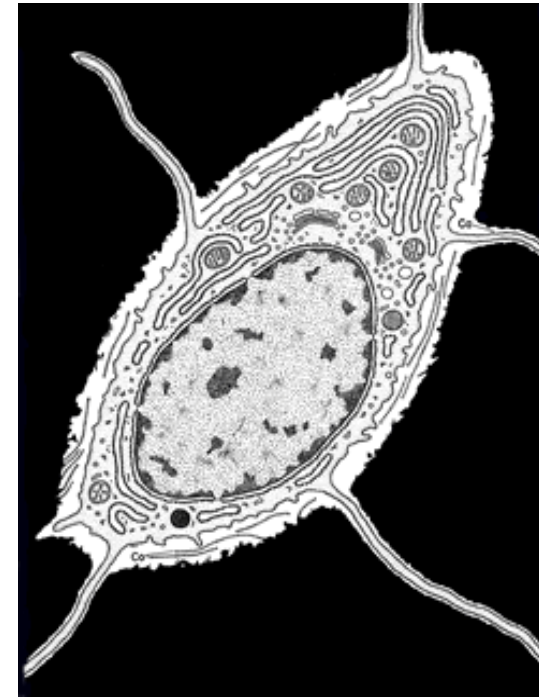
Ћелије коштаног ткива - остеобласти

- Младе коштане ћелије смештене на површини коштаног ткива
- * Од остеопрогениторних ћелија се разликују по већим димензијама, овалном облику, бројним микровилама, светлом округластом једру и добро развијеним органелама, нарочито оним које су задужене за синтезу протеина (гранулисани ЕР, Голџи омплекс)
- * Излучују **остеоид -органиски део ван ћелијског матрикса**, а помажу и у његовој минерализацији
Поједини остеобласти током секреције остају „заробљени“ у матриксу који сами око себе стварају и од њих постају **остеоцити**



Ћелије коштаног ткива - остеоцити

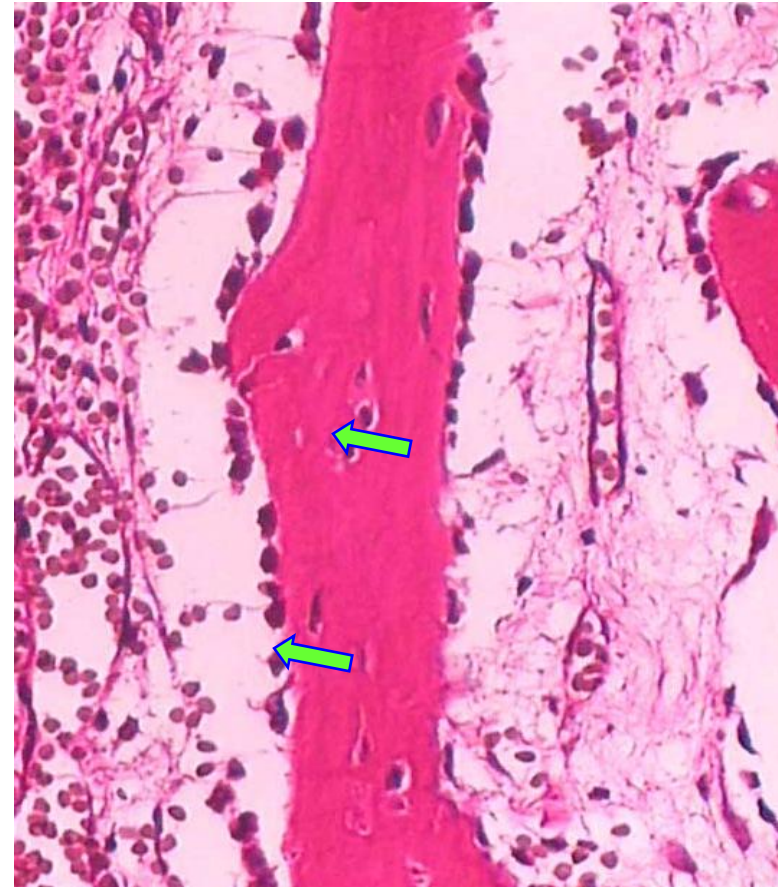
- Зреле коштане ћелије “заробљене” у минерализованом коштаном матриксу
- Смештени су у малим шупљинама названим **лакуне**
- У свакој лакуни налази се по један остеоцит
- Суседне лакуне су међусобно повезане узаним коштаним каналићима (**canaliculi ossei**)
- Остеоцити су ситнији од остеобласта и имају облик коштице шљиве
- Током живота пролазе кроз фазе активности и мировања
Остеоцити имају дуг животни век и немају способност деобе
У поређењу са остеобластима имају слабије изражене органеле



Ћелије коштаног ткива - остеоцити

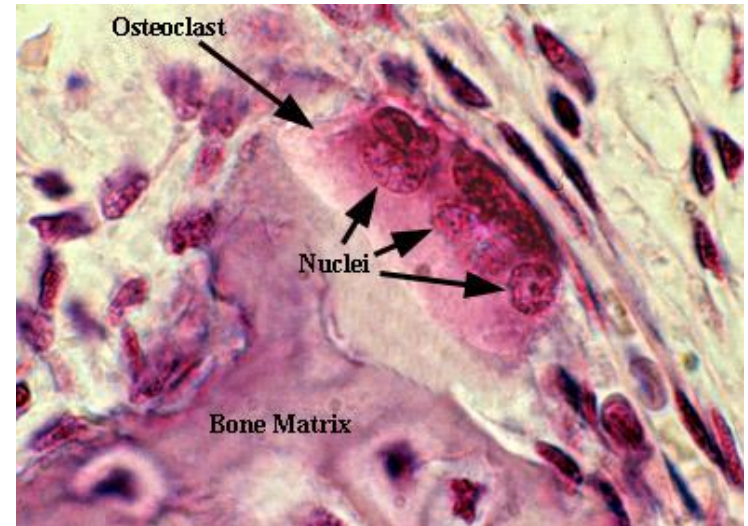
- Са њихове површине полазе бројни танки и дуги продужеци (филоподије) који испуњавају коштане каналиће
- **Филоподије** суседних остеоцита се додирују, а на месту контакта формирају се нексуси
- Преко нексуса врши се размена хранљивих материја и гасова међу блиским остеоцитима (на овај начин остеоцити се један преко другог снабдевају неопходним материјама)

*



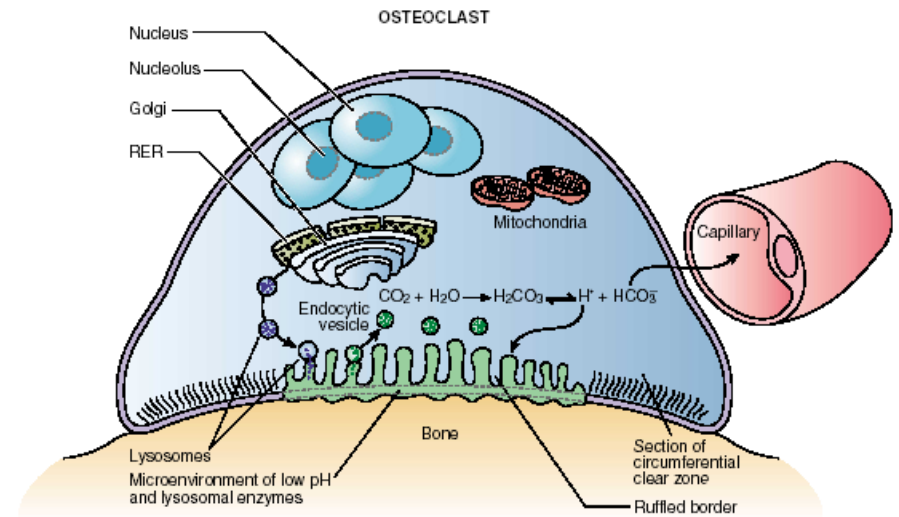
Ћелије коштаног ткива - остеокласти

- Крупне покретне ћелије које **разлажу КОШТАНО ТКИВО**
- Настају спајањем великог броја **МОНОЦИТА**
- Сврставају се у **мононуклеусни фагоцитни СИСТЕМ**
- Имају 2-50 једара и добро изражене органеле
- Дејствују са површине коштаног ткива где праве плитка удубљења звана **Хаушипове лакуне**



Ћелије коштаног ткива - остеокласти

- На површини окренутој ка коштаном ткиву остеокласти поседују бројне прстолике израштаје. Тај део ћелије назива се **наборана ивица**. Остали део површине остеокласта је релативно гладак.
- Између наборане ивице и кости постоји узани **субостеокластни простор** (у њему се ствара специфична кисела средина — **катаболички лонац**)



Ћелије коштаног ткива - остеокласти

На граници између глатког и набораног дела површине остеокласта налази се тзв. **светла зона** (не садржи органеле и њоме се остеокласт приљубљује за кост)

Ресорпција кости врши се преко наборане ивице (деминерализација матрикса и разлагање колагена) избацивањем ензима у ванћелијски простор

У разградњи колагена и основне супстанце учествују **катепсин К** и **матриксне металопротеиназе**

У деминерализацији матрикса учествује **HCl** који секретује остеокласт

* Локални и системски хуморални фактори регулишу формирање и активност остеокласта

Системски фактори: паратхормон (стимулише), калцитонин (инхибира), кортикостероиди, естрогени и андрогени

Локални фактори: RANKL (стимулише), остеопротегерин (инхибира), интерлеукини, фактор раста

Остеопрогениторне ћелије

- Мирујуће ћелије коштаног ткива смештене у **периосту** и **ендосту**
- Имају вретенаст облик, спљоштено једро и слабо развијене органеле
- Поседују **способност деобе** и **диферентовања** у активне коштане ћелије - остеобласте
- Важне су **за раст костију** и **зарастање прелома**
- Фактор за активацију ових ћелија је CBFA1 (core binding protein alfa1)

Матрикс кости

Органски садржај:

Највећи део органског садржаја (око 90%) чини **колаген тип I**, а знатно мањи део **основна супстанца**

Основна супстанца састоји се из:

Гликопротеина (остеонектин, остеопонтин, сијалопротеин 1 и 2)

Протеогликана којих у кости има знатно мање него у хрскавици (хијалуронан, хонроитин сулфат и кератан сулфат)

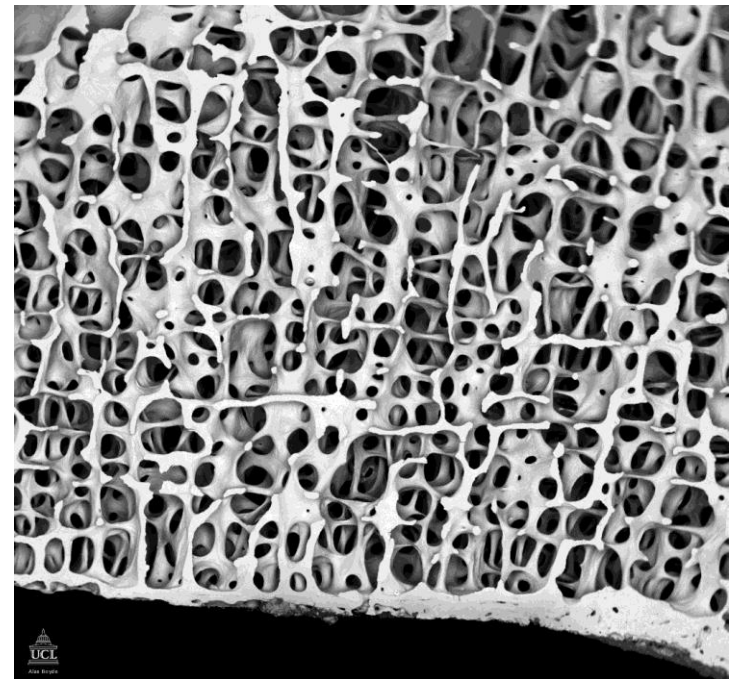
Неоргански садржај:

* Састоји се углавном од јона калцијума и фосфора који граде **кристале хидроксиапатита** (имају изглед иглица које се заривају у колагена влакна).

* Поред калцијума и фосфора у коштаном матриксу су присутни и јони магнезијума, натријума, калијума, бикарбоната, цитрата итд.

Структура кости

- По редоследу настанка и хистолошкој грађи кост може бити:
 - **Примарна** или **незрела** (која се формира у току ембрионалног развоја)
 - **Секундарна** или **зрела** (чини највећи део скелета одраслих)



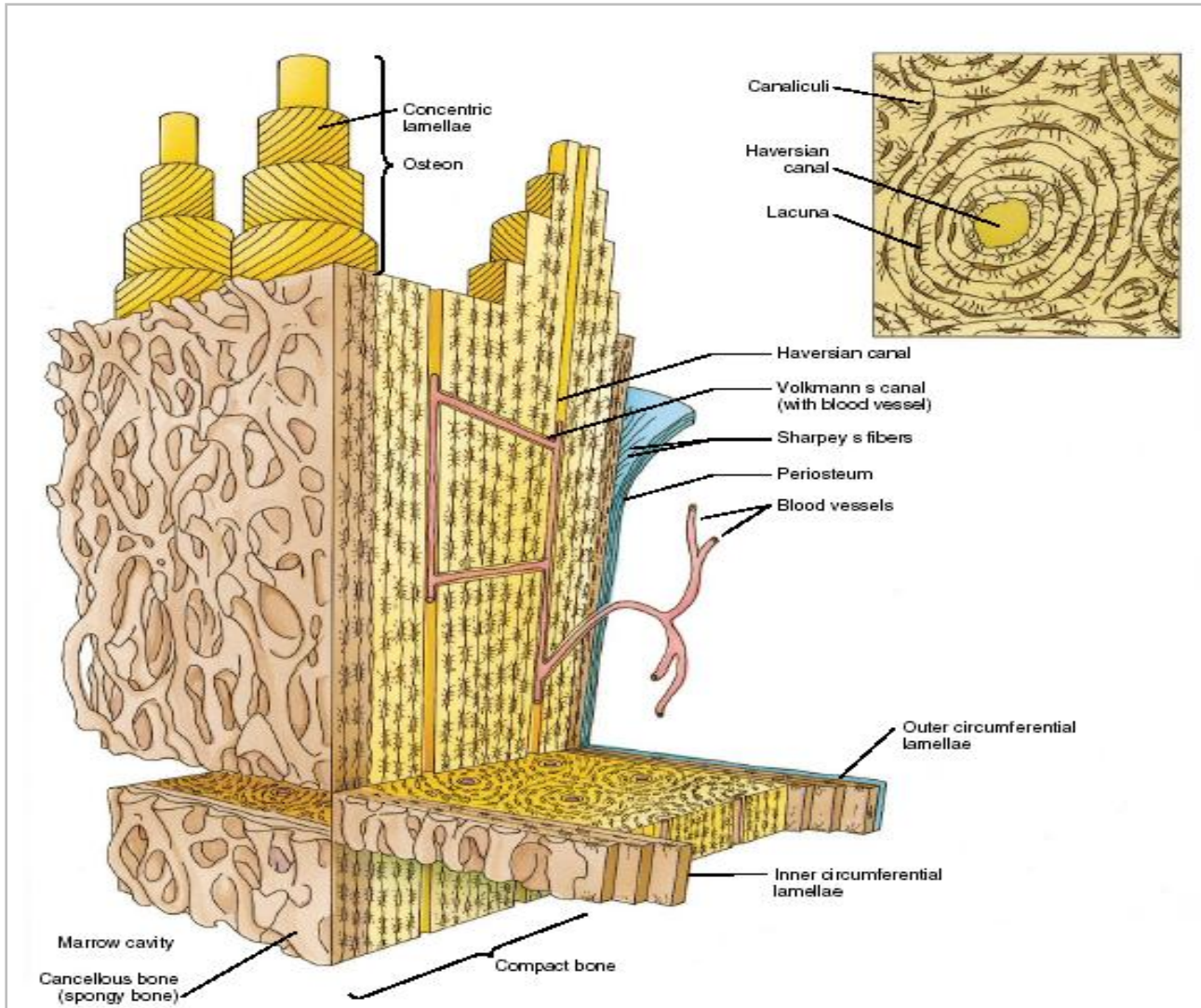
Примарна или незрела кост

- Формира се у току ембрионалног развоја или при зарастању коштаних прелома
- Привременог је карактера и постепено се замењује зрелом кошћу
- Трајно се задржава једино у зубним алвеолама, слушним кошчицама и у близини шавова пљоснатих костију лобање
- Садржи више ћелија и основне супстанце, а мање минерала од зреле кости
- Колагена влакна и остеоцити распоређени су насумично, без икаквог реда и правила

Секундарна или зрела кост

- Чини највећи део скелета код одраслих
- Може бити **компактна** и **спонгиозна**
 - **Компактна кост** - доминира коштаном ткивом, а ситни каналићи који га пресецају уздуж и попреко тешко се запажају голим оком
 - **Спонгиозна кост** - у основи има **сунђераст изглед** јер садржи узане коштане гредице одвојене широким шупљинама у којима је смештена коштаноструж
- Слој колагених влакана и део минерализованог матрикса у који су иста утопљена чине једну **коштану ламелу** (листић) - **ламеларна кост**
- Зреле коштане ћелије обично су смештене између суседних ламела

Секундарна или зрела кост



Спонгиозна кост

- Чини око 10 % скелета одраслог човека
- Састоји се од **коштаних гредица** које ограничавају узане просторе испуњене коштаном сржи
- Коштане гредице су најчешће танке и не садрже крвне судове, односно Хаверсове и Фолкманове канале
- Остеоцити из спонгиозне кости исхрањују се дифузијом супстанци из коштане сржи

Компактна кост

* Основна морфолошка јединица

компактне кости је **остеон** или

Хаверсов систем.

* Компактна кост садржи

четири врсте ламела од којих је већина наслагана концентрично, попут година у стаблу дрвета

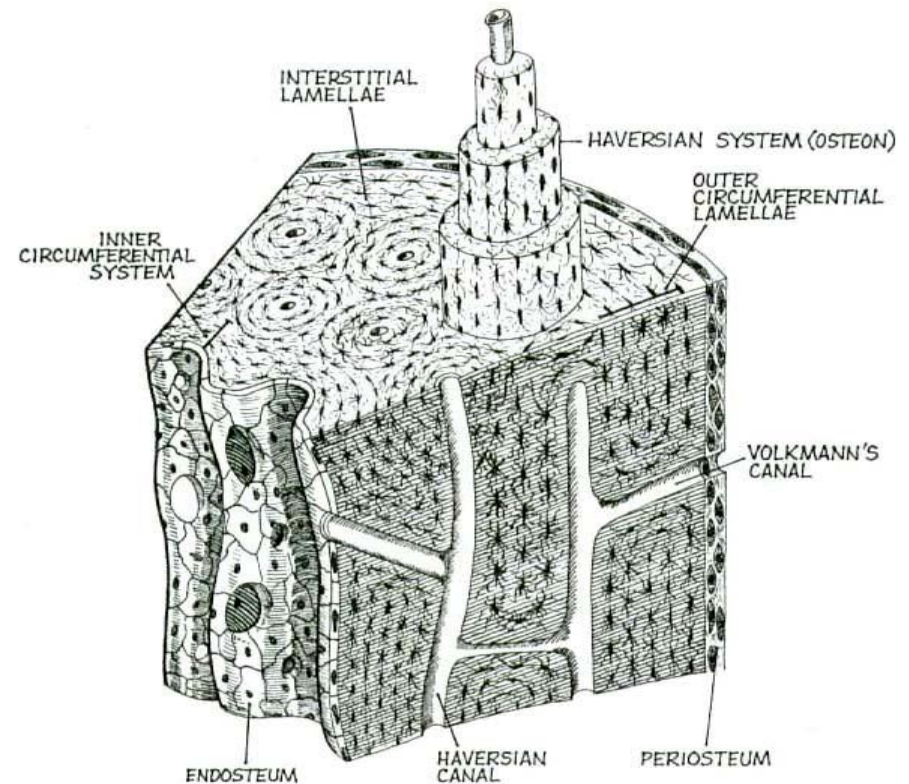
* Између ламела се налазе **лакуне** са остеоцитима

* Суседне ламеле су повезане узаним каналићима (**canaliculi ossei**) кроз које остеоцити пружају **филоподије** и успостављају међусобну комуникацију.

* Комуникација између остеона се обавља Фолкман-овим каналима

* Поред **концентричних (Хаверсових)** ламела, у компактној кости се описују још три врсте ламела:

- **интерстицијумске** (прелазне) ламеле између остеона
- **спољашње кружне** ламеле испод периоста
- **унутрашње кружне** ламеле око шупљине коштане сржи



Хистогенеза кости

- Мањи део скелета настаје **интрамембранским окоштавањем**, а већи део процесом **енхондралног окоштавања**
- Ова подела указује само на механизам иницирања процеса окоштавања (код интрамембранске осификације – **директно од мезенхима**, код енхондралне – **посредством претходног хрскавичавог модела**)
- У оба случаја прво настаје **примарна** (незрела) кост коју касније замењује **секундарна** (зрела) кост
- И након престанка раста у зрелој кости се континуирано одвијају два супротна процеса – стварање новог и разградња постојећег коштаног ткива (**преобликовање** или **ремоделовање**)

Хистогенеза кости

Интрамембранско окоштавање (директна осификација)

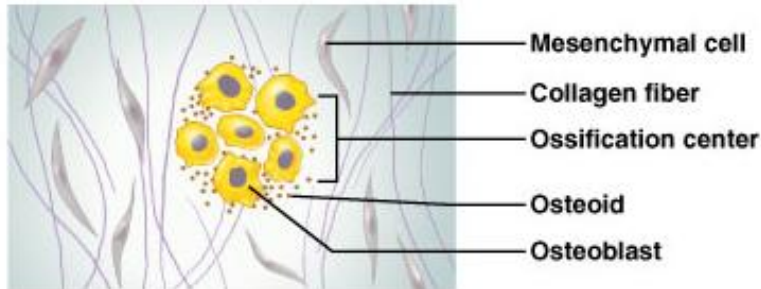
На овај начин настаје **већина пљоснатих костију** (кости крова лобање, лица, кључне кости)

Ћелије мезенхима се групишу, диференцирају у остеобласте и формирају **примарни осификациони центар од кога се радијално шире траке остеоида у облику гредица (трабекула)**

Остеоид се постепено минерализује, а ћелије унутар трабекула се трансформишу у остеоците

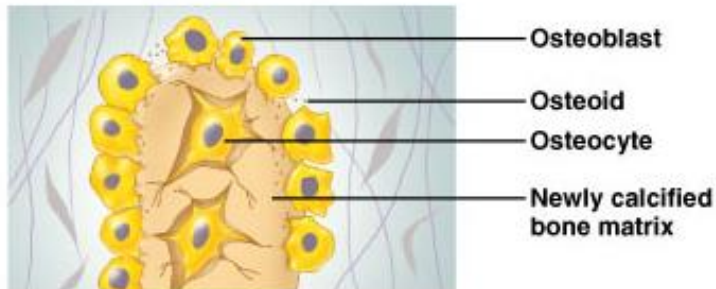
Хистогенеза кости

- **Интрамембранско окоштавање
(директна осификација)**



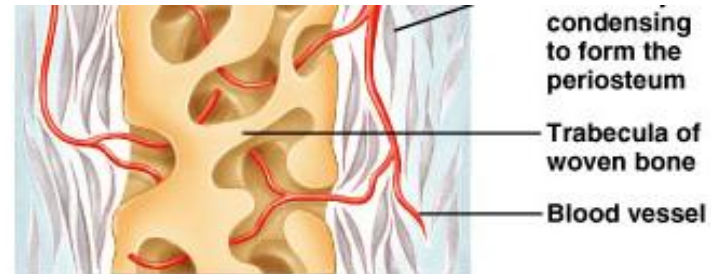
① **An ossification center appears in the fibrous connective tissue membrane.**

- Selected centrally located mesenchymal cells cluster and differentiate into osteoblasts, forming an ossification center.



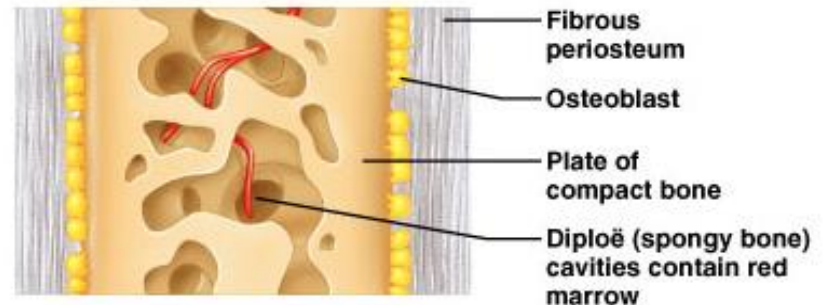
② **Bone matrix (osteoid) is secreted within the fibrous membrane.**

- Osteoblasts begin to secrete osteoid, which is mineralized within a few days.
- Trapped osteoblasts become osteocytes.



③ **Woven bone and periosteum form.**

- Accumulating osteoid is laid down between embryonic blood vessels, which form a random network. The result is a network (instead of lamellae) of trabeculae.
- Vascularized mesenchyme condenses on the external face of the woven bone and becomes the periosteum.



④ **Bone collar of compact bone forms and red marrow appears.**

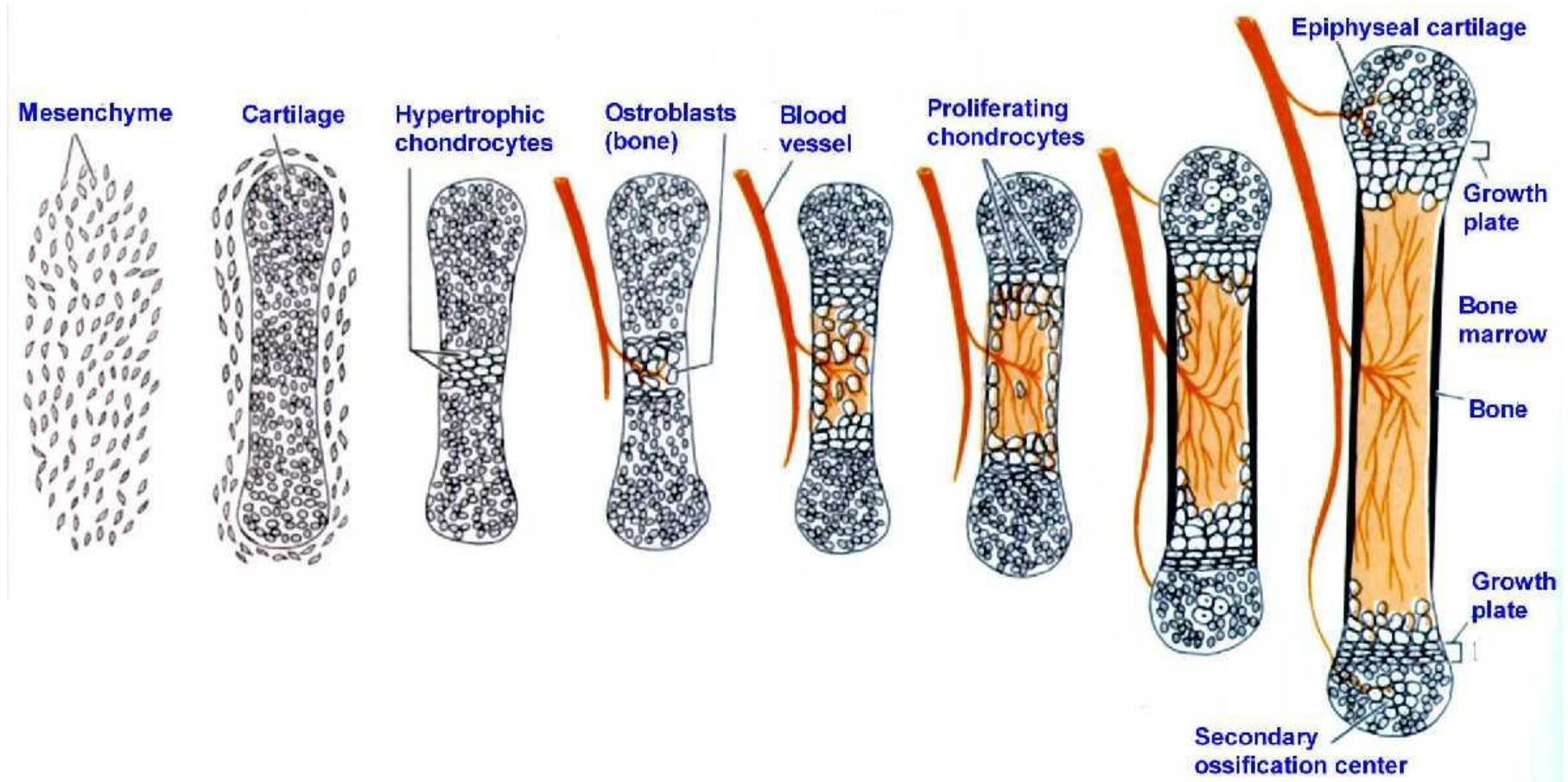
- Trabeculae just deep to the periosteum thicken, forming a woven bone collar that is later replaced with mature lamellar bone.
- Spongy bone (diploë), consisting of distinct trabeculae, persists internally and its vascular tissue becomes red marrow.

Хистогенеза кости

- **Енхондрално окоштавање (индиректно окоштавање)**
- Овако настаје **већина костију људског тела** (кости базе лобање, кичменог стуба, карлице и кости екстремитета)
- Процес има **две фазе**, у првој се ствара минијатурни скелет од хијалине хрскавице (**хрскавичави модел**), а у другој се на његово место депонује коштано ткиво
- Хрскавичави модел стварају хондробласти пореклом од мезенхимских ћелија и он расте **апозицијским** и **интерстицијумским растом**
- Почиње у дванаестој недељи развоја и траје све док траје човеков раст
- Подручје у дијафизи у коме почиње окоштавање назива се **примарни (дијафизни) центар осификације** и из њега се окоштавање шири према обема епифизама

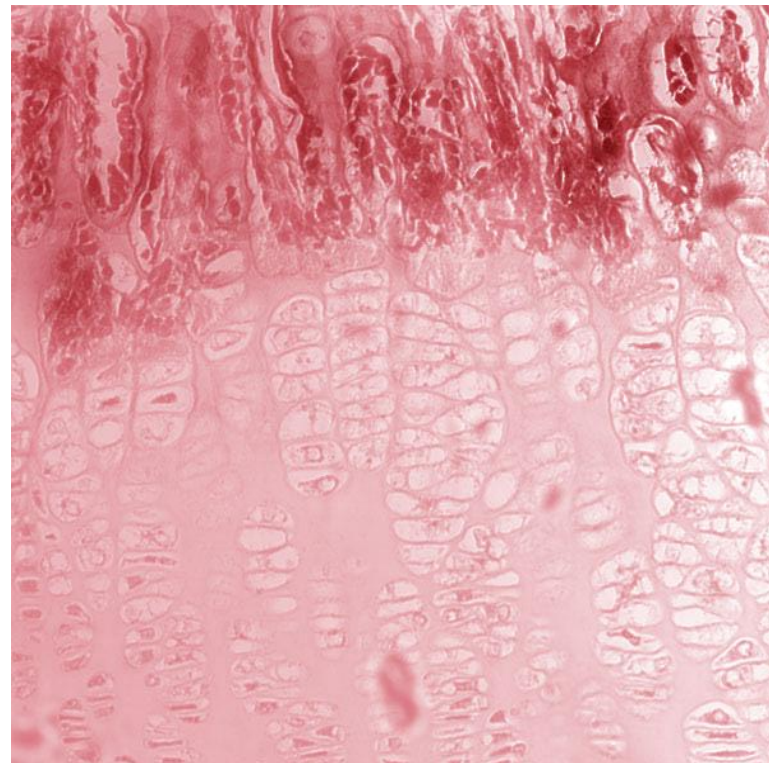
Хистогенеза кости

- **Енхондрално окоштавање**
(индиректно окоштавање)



Хистогенеза кости

- На граници између епифиза и дијафизе заостаје појас хрскавичавог ткива које се назива **епифизна хрскавица** или **епифизна плоча** (плоча раста)
- У епифизној плочи се може издвојити пет зона:
 - зона мировања
 - зона пролиферације
 - зона хипертрофије
 - зона калцификације
 - зона осификације



Хистогенеза кости

- Фактори који регулишу раст кости
- Витамин Д: повећава апсорпцију Са из црева
- Паратироидни хормон (ПТХ): повећава ниво калцијума у крви
- Калцитонин: смањује ниво калцијума у крви
- Хормон раста: изазива раст кости кроз раст епифизне плоче
- Полни хормони: затварње епифиза кости
- IGF, TNF, TGF beta, BMP (bone morphogenic protein), IL1, IL6.....

Крв

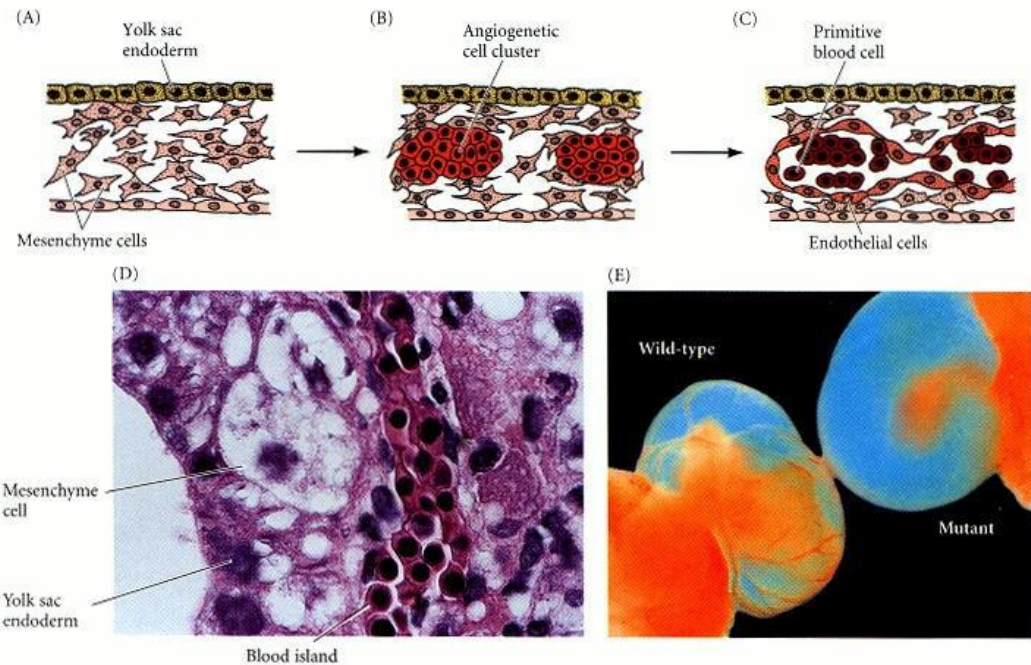
- Специјализовано везивно ткиво, које не поседује влакна, а ћелије немају фиксиран положај .
- Основне улоге крви:
 - Транспорт кисеоника и хранљивих материја,
 - Транспорт угљендиоксида и продуката метаболизма,
 - Одржавање хомеостазе, осмотског притиска и ацидобазне равнотеже,
 - Разношење хормона и регулатора,
 - Регулација телесне температуре,
 - Транспорт имуноглобулина и лимфоцита.

Састав крви

- Центрифугирањем крви издваја се талог кога чине **крвне ћелије 45%**, и течна међућелијска супстанца-**крвна плазма 55%**.
- **Крвна плазма** се састоји у највећем проценту од воде (91-92%) у којој су растворени протеини, јони, глукоза, витамини, липиди, аминокиселине, хормони и ензими.
- **Протеине плазме** (7-8%) чине албумини (задужени за осмотски притисак), глобулини (имуноглобулини), и фибриноген (задужен за згрушавање крви).
- **Крвне ћелије** у највећем броју чине еритроцити 45%, а остатак 1% чине леукоцити и тромбоцити.

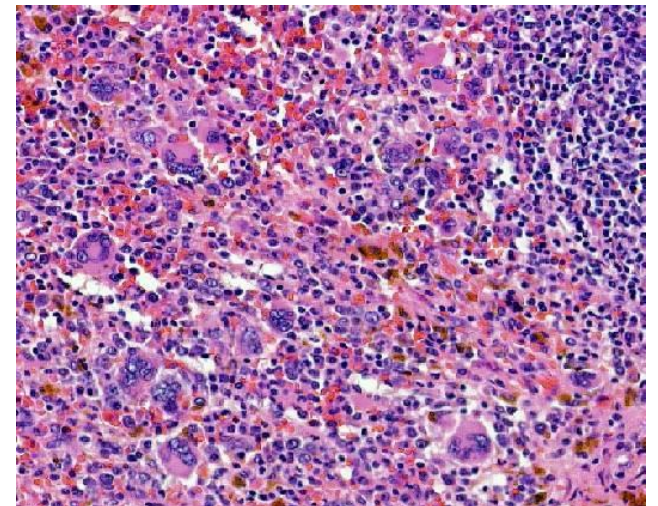
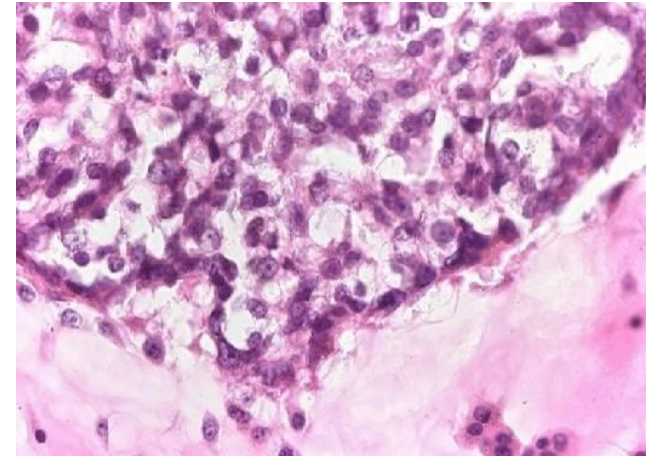
Хематопоеза

- Представља процес стварања и сазревања зрелих крвних елемената.
- Започиње у трећој недељи ембионалног развоја и траје то краја живота.
- Дели се на **пренаталну** и **постнаталну** хематопоезу



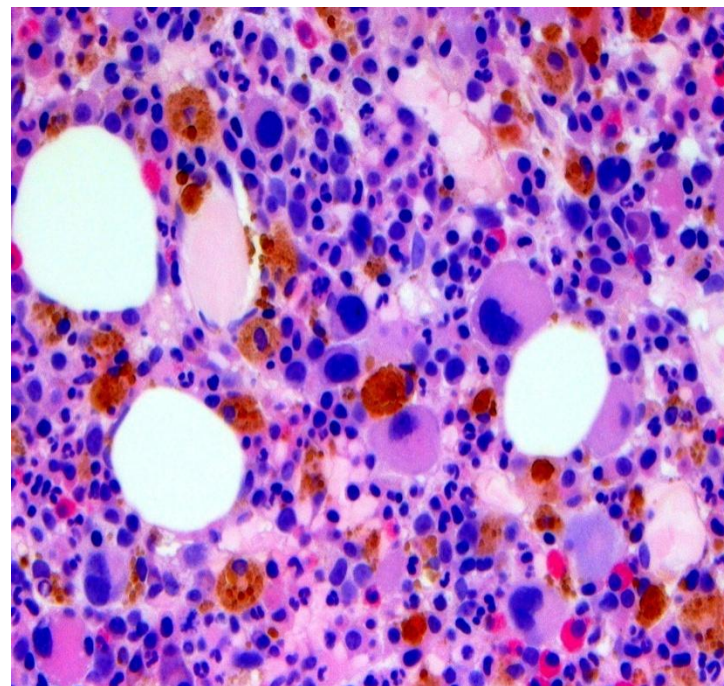
Пренатална хематопоеза

- Започиње стварањем у зиду **жуманчане кесе** крупних ћелија ембриобласта (мегалобласта) у **трећој недељи** ембрионалног развоја.
- Мегалобласти затим сазревају у примитивне еритроците.
- У **шестој недељи** гестације, огњиште хематопоезе се премешта у **јетру** где почиње стварање леукоцита и тромбоцита.
- У **седмој недељи** хематопоеза се одвија у **слезини**.
- Од **шестог месеца** интраутериног развоја главни хематопоезни орган постаје **коштана срж**.



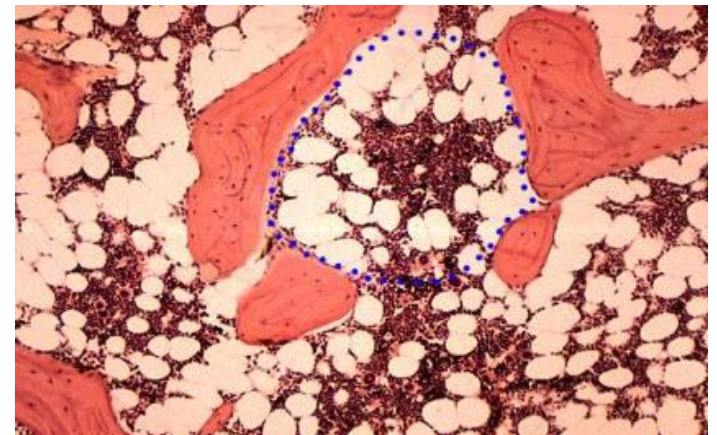
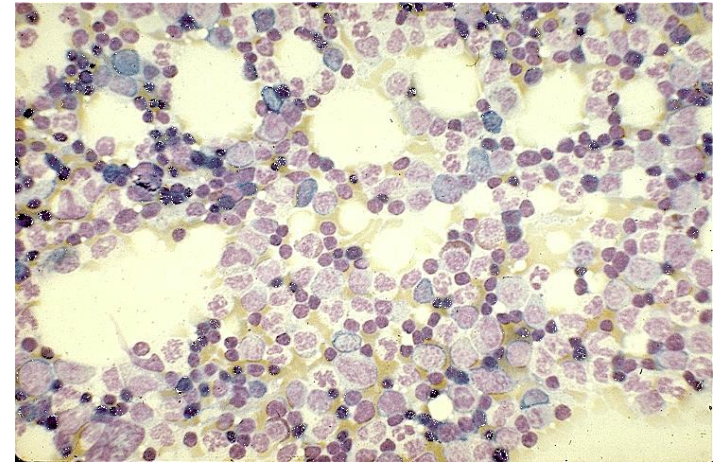
Постнатална хематопоеза

- Одвија се у хематопоезном ткиву **црвене коштане сржи**.
- Јетра и слезина у постнаталном периоду не учествују у хематопоези, изузев у одређеним патолошким стањима.
- У нормалним физиолошким стањима само зрели ћелијски елементи одлазе у циркулацију, изузетак су лимфоцити чије се сазревање и функционална активација завршава у лимфним органима.



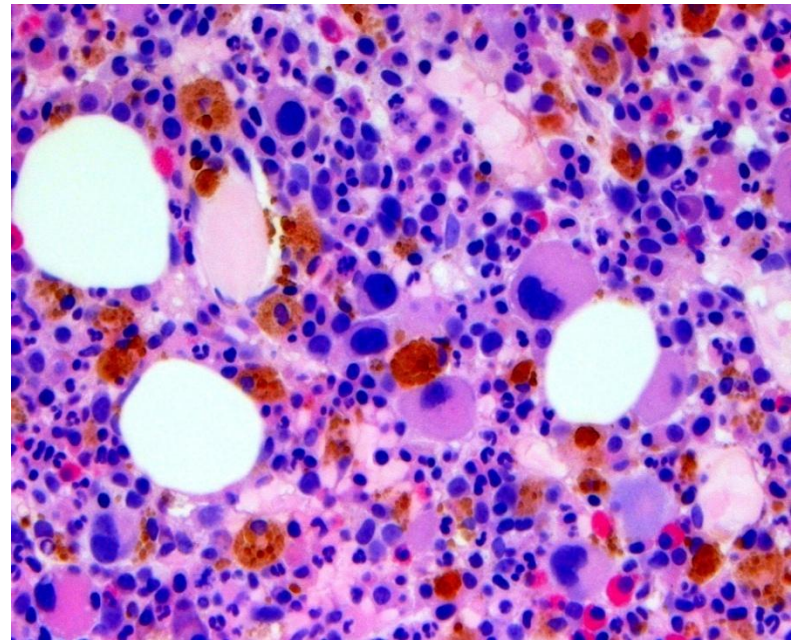
Коштана срж

- Представља специјализовано добро васкуларизовано ретикуларно везивно ткиво у коме се одвија хематопоеза.
- Код новорођенчеди све шупљине костију су испуњене активном коштаном сржи која се назива **црвена коштана срж**.
- Од пете године живота започиње процес инфилтрације масним ћелијама, тако да код одраслих црвена коштана срж заостаје само у пљоснатим костима, док су остале испуњене **жутом (масном) коштаном сржи**.
- Једна од најважнијих карактеристика костне сржи је **целуларност**.



Коштана срж

- Строма
 - Ретикуларно везивно ткиво
 - Масне ћелије, макрофаги и ецм
- Васкуларни одељак
 - Синусоидни капилари
- Хемопоетске траке



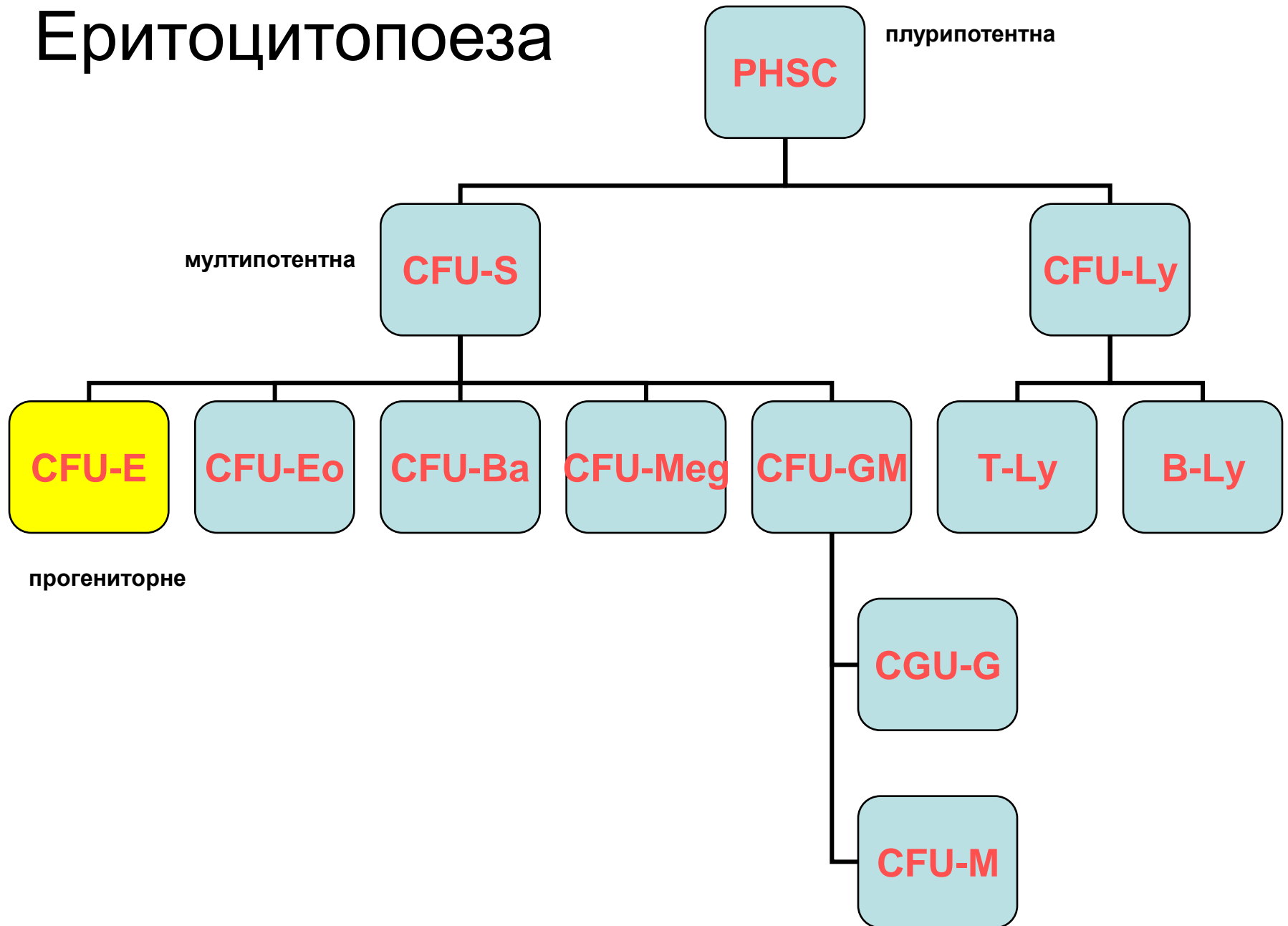
Матичне, прогениторне и прекусорне ћелије

- Ћелије свих крвних лоза настају из заједничке плурипотентне **матичне (стем) ћелије** коштане сржи.
- Основне карактеристике матичне ћелије су немогућност морфолошке идентификације, самообнављање, усмеравање, детерминисаност.
- Деобом ових ћелија настају две врсте **мултипотентних матичних ћелија**:
 - ћелије мијелоидне лозе
 - ћелије лимфоцитне лозе

Матичне, прогениторне и прекусорне ћелије

- * Деобом мултипотентне матичне ћелије за формирање мијелоидне лозе настаје пет врста **прогениторних ћелија** за настанак еритроцита, еозинофилних гранулоцита, базофилних гранулоцита, тромбоцита и заједничка прогениторна ћелија за настанак неутрофилних гранулоцита и моноцита.
- * Деобом мултипотентне матичне ћелије лимфоцитне лозе настају две врсте ћелија **прогениторних ћелија**, једна за формирање Т лимфоцита, а друга Б лимфоцита.
- * Пролиферацијом и диференцијацијом прогениторних ћелија настају прве морфолошки диференциране ћелије које се називају **прекусорне ћелије**.
- * Даља диференцијација прекусорних ћелија води ка формирању **зреле ћелије**.

Еритроцитопоеза



Еритроцитопоеза

Процес формирања и сазревања еритроцита.

Еритропоеза је регулисана различитим факторима од којих је најзначајнији хормон еритропоетин.

Стадијуми развоја еритроцита:

- Проеритробласт
- Базофилни еритробласт
- Полихроматофилни еритробласт
- Ацидофилни еритробласт -(експулзија једра)
- Ретикулоцит (садржи митохондрије, рибозоме, Голџи апарат)
- Еритроцит

Процес диференцијације и сазревања еритроцита карактеришу:

- Смањење величине ћелија,
- поступни губитак базофилије цитоплазме,
- редукција органела,
- повећање синтезе хемоглобина и
- смањење величине једра све до његовог потпуног ишчезавања.

Еритроцити

* Еритроцити су задужени за транспорт кисеоника и одстрањивање угљендиоксида из свих ћелија из организма.

* Зрели еритроцити имају изглед **биконкавног диска** промера $7,5 \times 2,6 \mu\text{m}$

* Еритроцит је ћелија без једра и митохондрија чији облик и еластичност омогућава **спектрински мембрански скелет**

*

4,3-5,7 ,
3,9-5,0 .

*

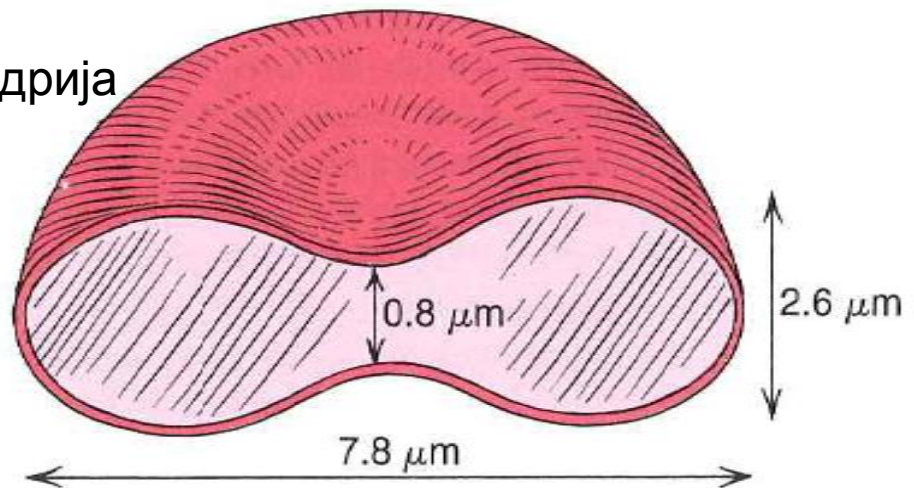
120 ,

,

.

*

-



Леукоцити

- * Леукоцити се деле на **гранулоците** у које се убрајају неутрофили, еозинофили и базофилни гранулоцити и **агранулоците** којима припадају лимфоцити и моноцити.
- * Имају улогу у одбрамбеним и имунолошким реакцијама.
- * За разлику од еритроцита, поседују једро, ћелијске органеле и грануле.
- * Нормалне вредности леукоцита крећу се од 5000 до 9000.

Леукоцитарна формула :

- неутрофили 50-70%
- базофили 0,5-1%
- еозинофили 1-4%
- лимфоцити 20-30%
- моноцити 3-8%

Гранулоцитопоеза

Развој гранулоцита од прогениторних ћелија одвија се у неколико стадијума и диференцијације:

- Мијелобласт,
- Промијелоцит,
- Мијелоцит – неутрофилни, базофилни, еозинофилни,
- Метамијелоцит - неутрофилни, базофилни, еозинофилни,
- Штапићасте форме,
- Зреле форме неутрофила, базофила и еозинофила.

:

-

,

-

,

-

,

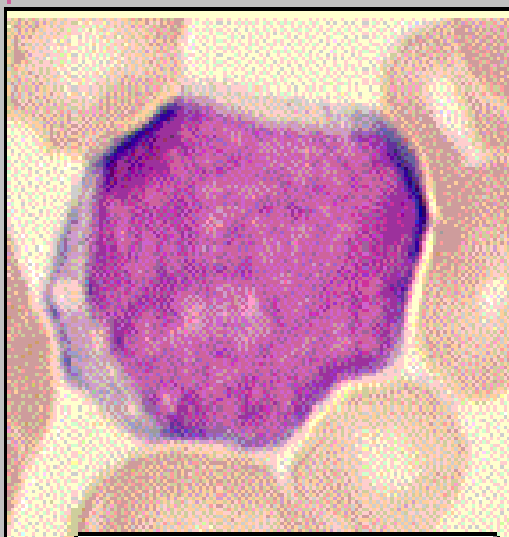
-

,

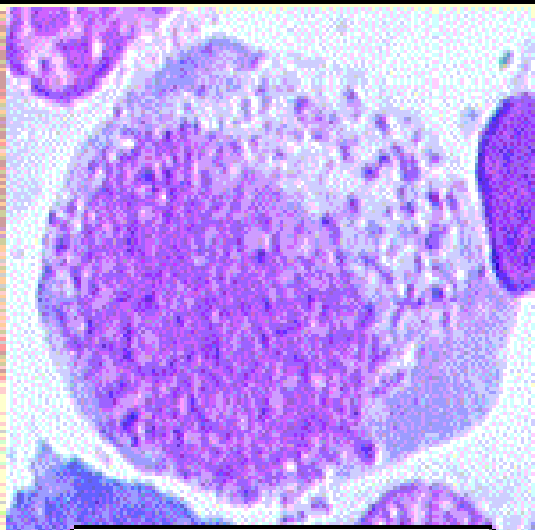
-

.

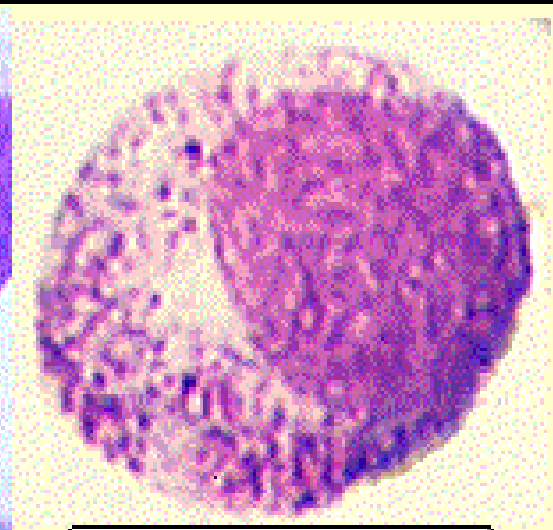
Гранулоцитопоеза



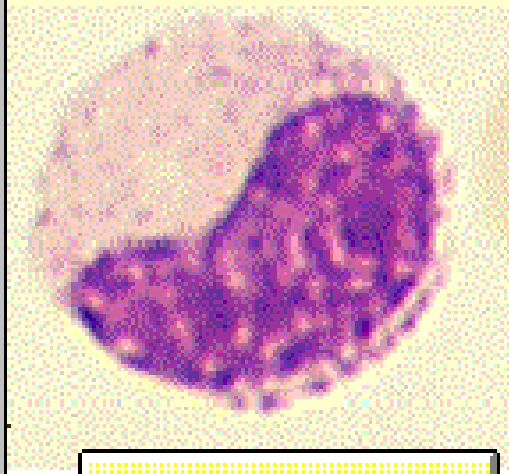
Myeloblast



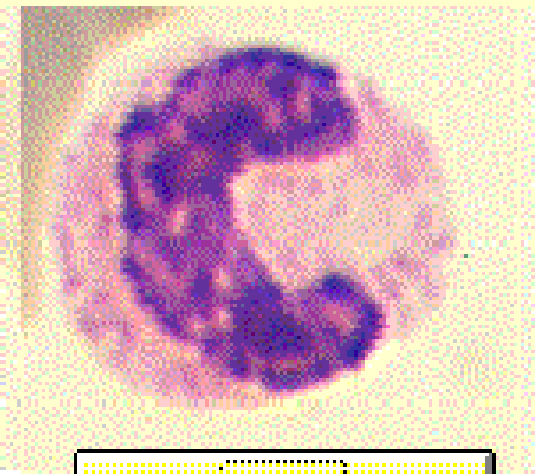
Promyelocyte



Myelocyte



Metamyelocyte



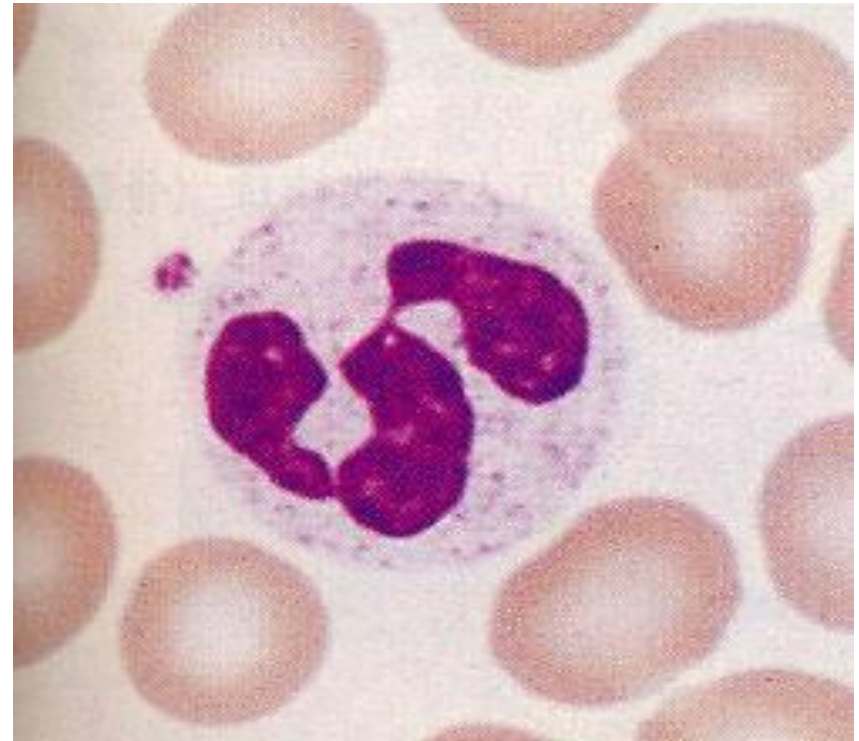
Band



Segment

Неутрофили

- * Неутрофили чине 50% до 70% од укупне популације леукоцита,
- * Имају димензије 10-12 μm ,
- * Животни век 3-4 дана,
- * Једро има 3 до 5 сегмената,
- * У цитоплазми се налазе специфичне и азурофилне грануле.



- * На површини имају микровиле, а када уђу у ткива крећу се помоћу псеудоподија вршећи фагоцитозу. Због тога се називају микрофаги.

Представљају прву линију одбране организма, углавном против бактеријских инфекција.

- * Продукују медијаторе запаљенских реакција.

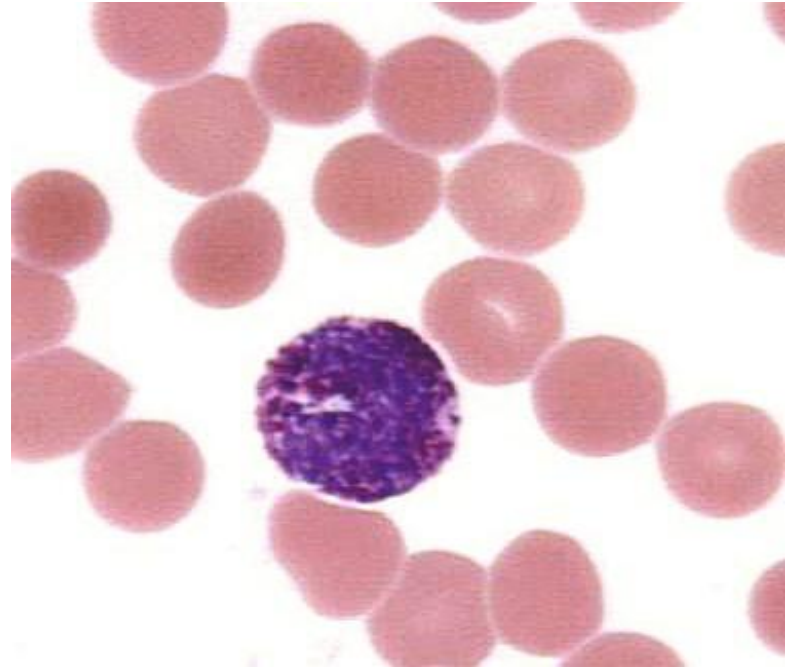
Базофили

- * Базофили имају најмањи дијаметар од свих гранулоцита (9-11 μm),
- * Чине 0,5% до 1% укупних леукоцита,
- * Имају дворежњевито једро које је замаскирано великим бројем гранула:

- **специфичне грануле** (хепарин, хистамин и леукотријени)

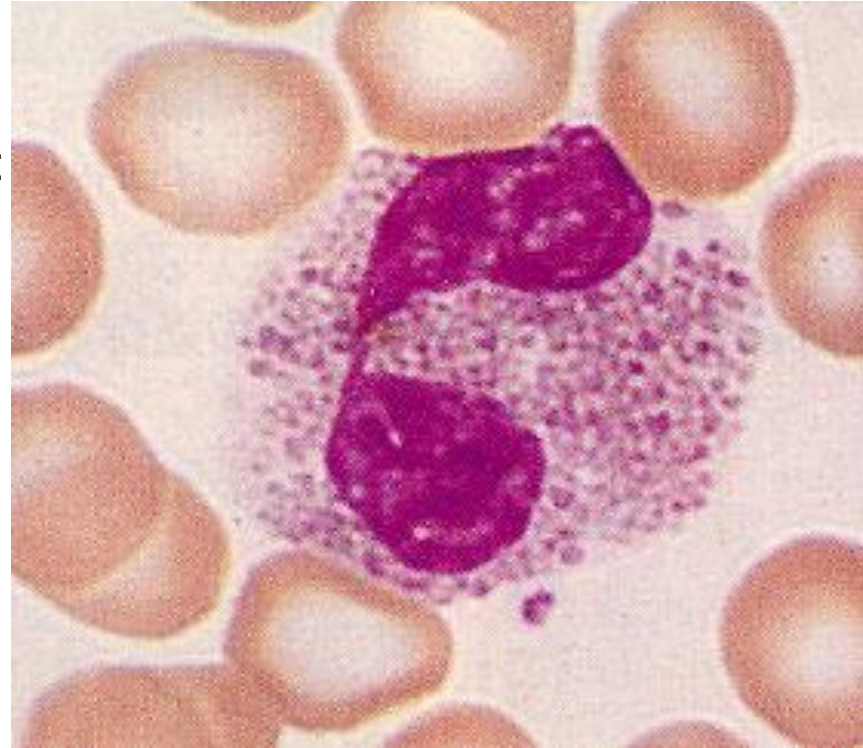
- ()

*



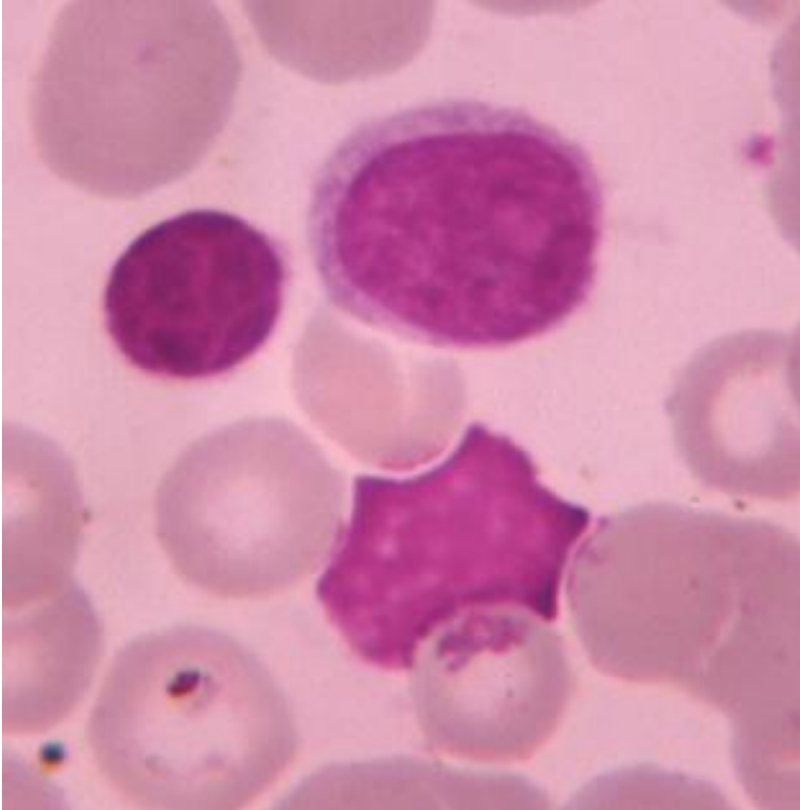
Еозинофили

- * Имају исти облик као неутрофили, али су нешто већих димензија (до 14 μm),
- * Чине 1-4% укупног броја леукоцита,
- * Једро се састоји из два сегмента
- * У цитоплазми се налазе две врсте гранула:
 - **специфичне грануле**- које су високог афинитета за киселе боје,
 - **азурофилне грануле**



- * У алергијским и паразитарним болестима њихов број се повећава, а паразите уништавају истискивањем садржаја гранула.

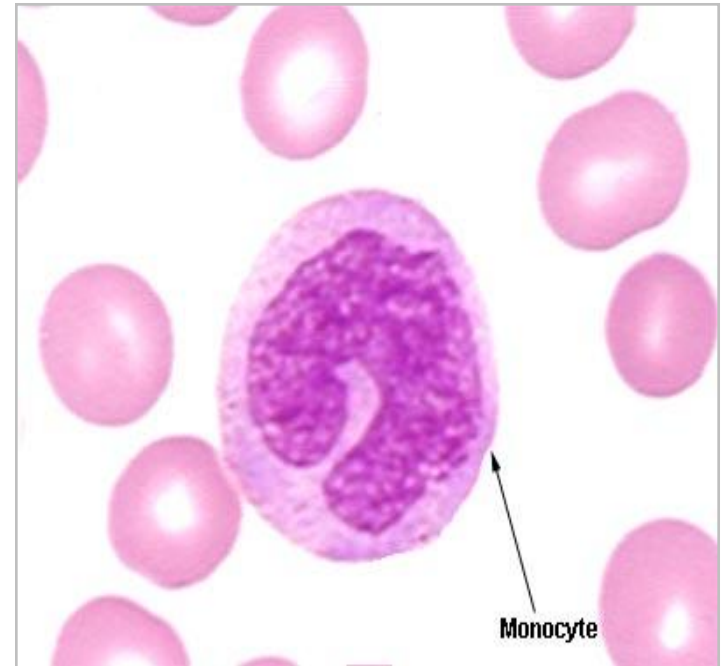
Лимфоцитопоеза



- лимфобласт
- лимфоцит

Моноцитопоеза

- Развој моноцита од прогениторних ћелија одвија се у неколико стадијума и диференцијације:
- Монобласт
- Промоноцити
- Моноцити
- Макрофаг- настаје у ткивима
- Моноцитопоеза је регулисана утицајем колони-стимулишућих фактора за моноцитну лозу.



Моноцити

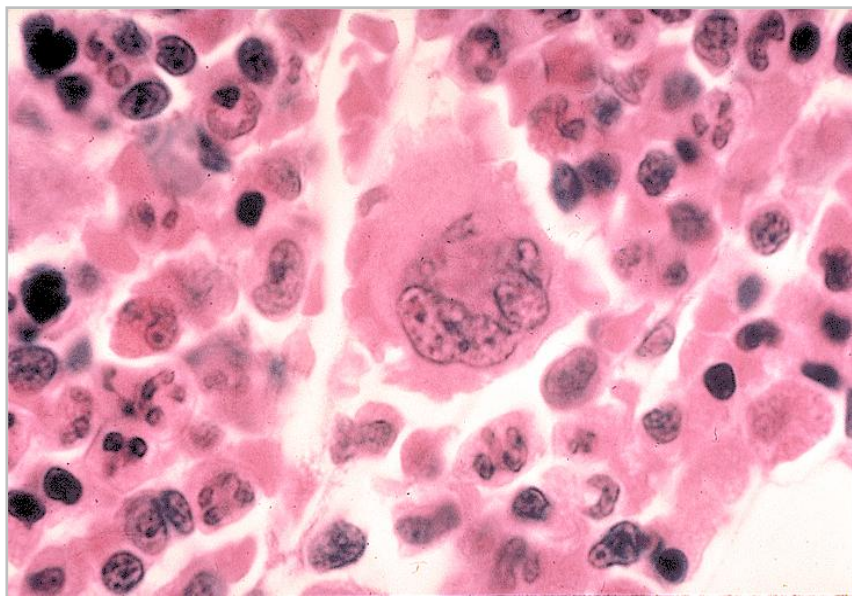
- Моноцити су најкрупније ћелије крви димензија 12-20 μm , округлог облика и великог, овалног ексцентричног једра.
- У цитоплазми су присутне митохондрије, рибозоми, Голџи апарат и цистерне ендоплазматског ретикулума и азурофилне грануле.
- Преласком у везивно ткиво моноцити подлежу фенотипској модификацији и постају **макрофаги** задужени за фагоцитозу.



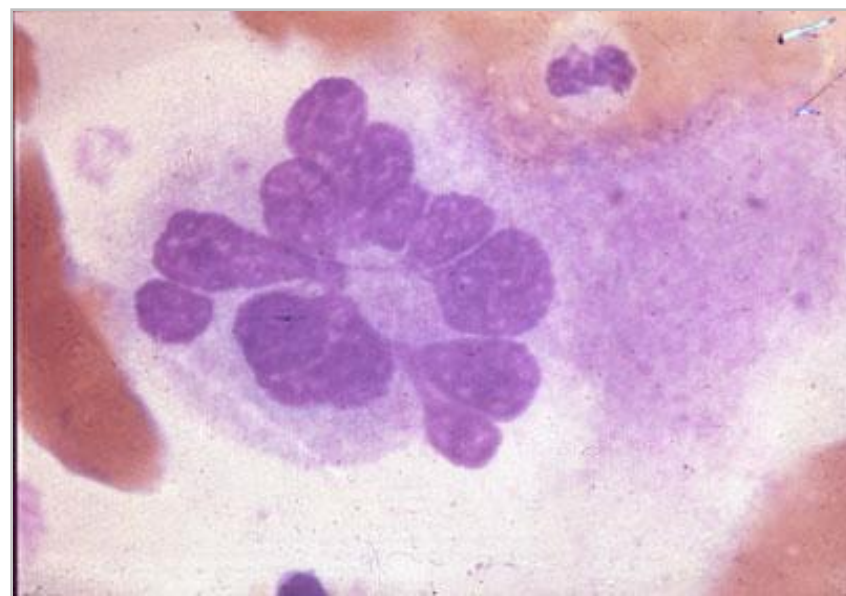
Тромбоцитопоеза

- * Развој тромбоцита почиње прогениторном ћелијом за мегакариоците, чијом деобом настаје **мегакариобласт**.
- * Мегакариобласт путем деобе једра без деобе ћелије, формира најпре диплоидно, затим тетрапоидно једро, а у фази сазревања може достићи **полиплоидни облик** са 64 једара. Оваквим деобама, једро постаје режњевито, а у цитоплазми се појављују азурофилне грануле и ћелија се на том стадијуму назива **промегакариоцит**.
- * Даљом диференцијацијом промегакариоцита настаје **мегакариоцит**. Мегакариоцит не улази у циркулацију већ остаје прибијен уз зид синусоидних капилара пружајући своје наставке у лумен
- * Од наставака се под притиском крвних струја откидају **тромбоцити** и улазе у циркулацију.
- * Тромбоцитопоеза је регулисана **гликопротеином тромбопоетином**.

Тромбоцитопоеза

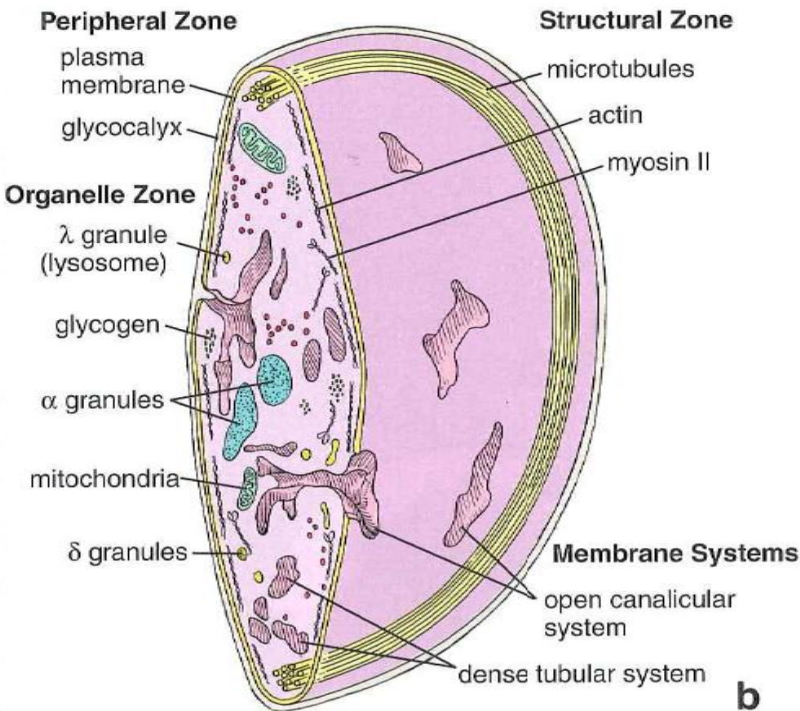


Промегакариоцит



Мегакариоцит

Тромбоцит



* **Грануломера** - централни део тромбоцита у којој се налазе:

- **алфа грануле** (von-Willebrand-ov фактори или фактор VIII, тромбоцитни фактор IV),

- **делта грануле** (серотонин, пиродифосфат, АТФ, АДФ)

- **ламбда грануле** (лизозоми са хидролазним ензимима)

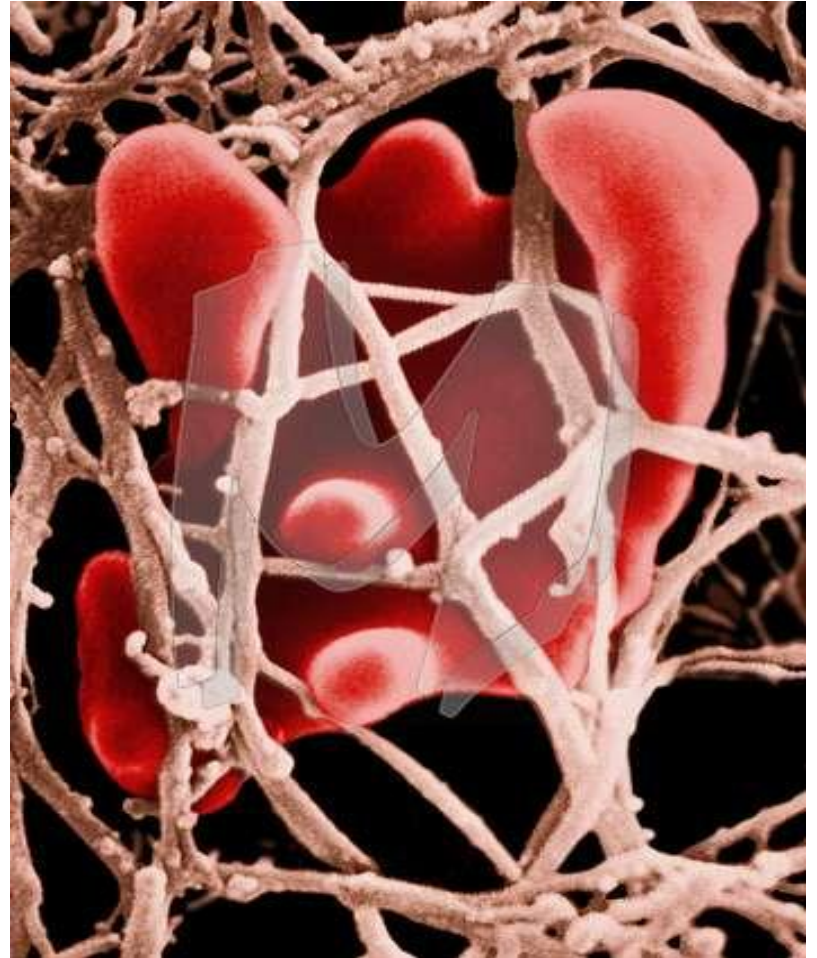
* **Хијаломера** - периферни део тромбоцита, не садржи органеле, већ само елементе цитоскелета

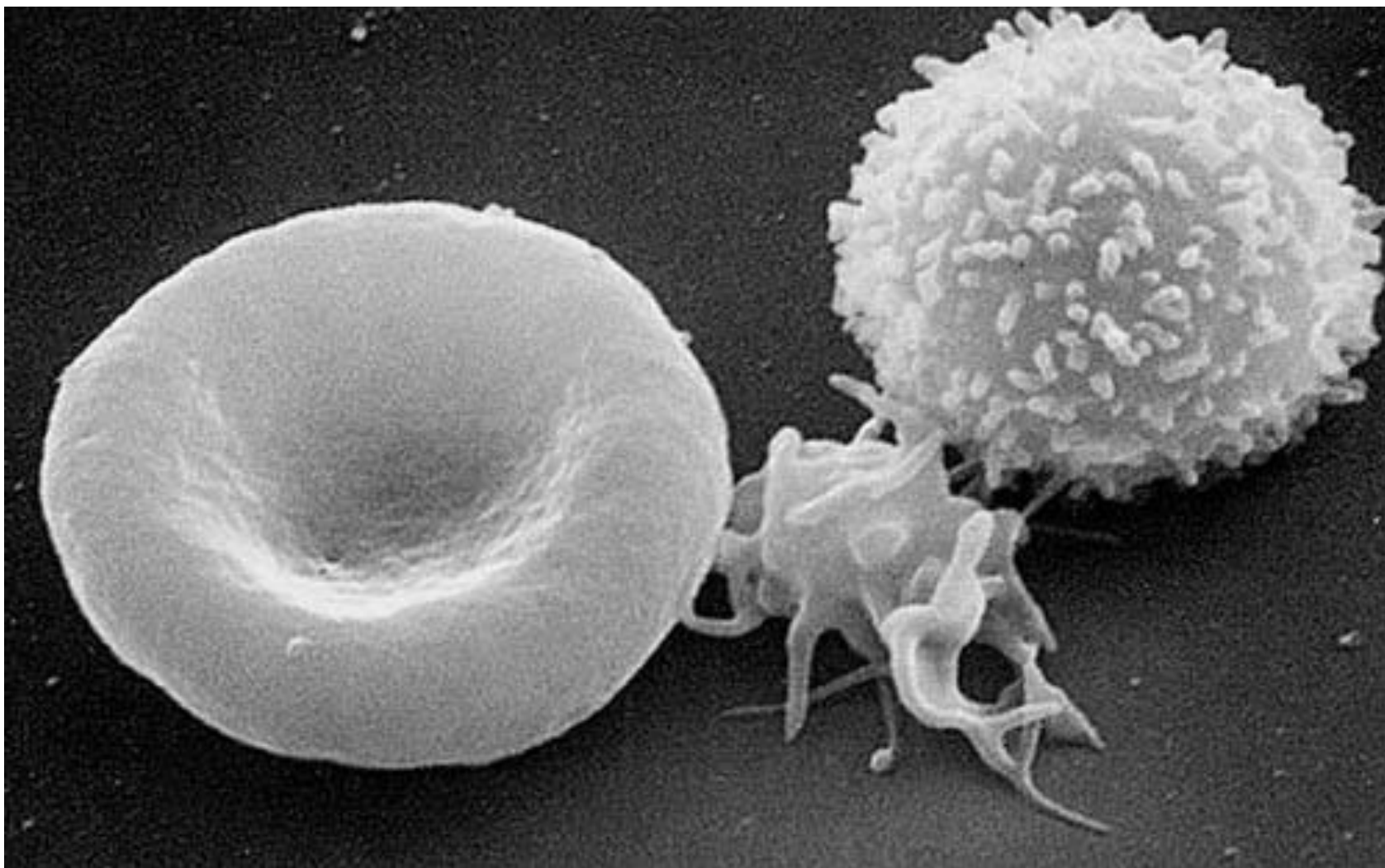
* маргинални снопови микротубула (8- 24)

* актин и миозин

Тромбоцит

- Тромбоцити имају кључну улогу у процесима хемостазе и стварања угрушака на месту оштећења крвног суда.
- Нормалан број тромбоцита износи 150 000-400 000 по кубном милиметру крви.





еритроцит, крвна плочица и лимфоцит