



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

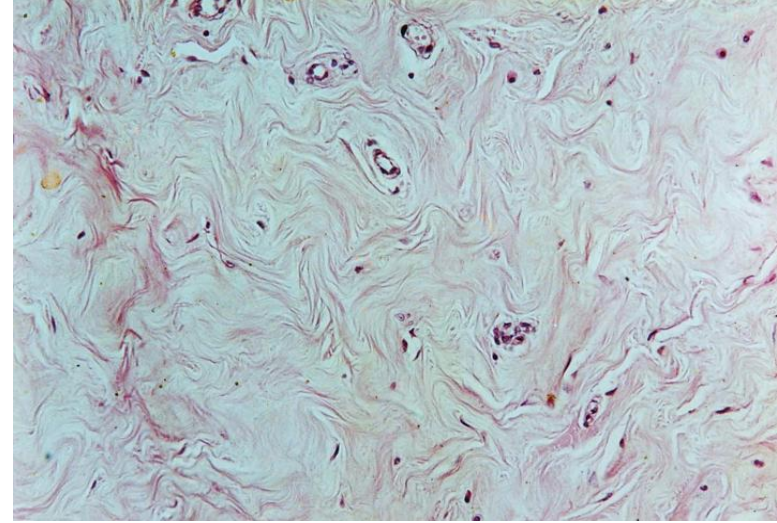
# ВЕЗИВНО ТКИВО

трећа недеља наставе

# ВЕЗИВНО ТКИВО

- Повезује остала ткива у веће морфофункционалне целине – органе и системе органа.
- Састав везивног ткива:
  - 1. Ћелије**
  - 2. Екстрацелуларни матрикс**
    - а) основна супстанца
    - б) протеинска влакна
      - колагена
      - еластична
      - ретикуларна.

# Везивно ткиво



- 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.
- **Влакна** су у неким ткивима густа, у другим ређа, док их у трећим ткивима нема.

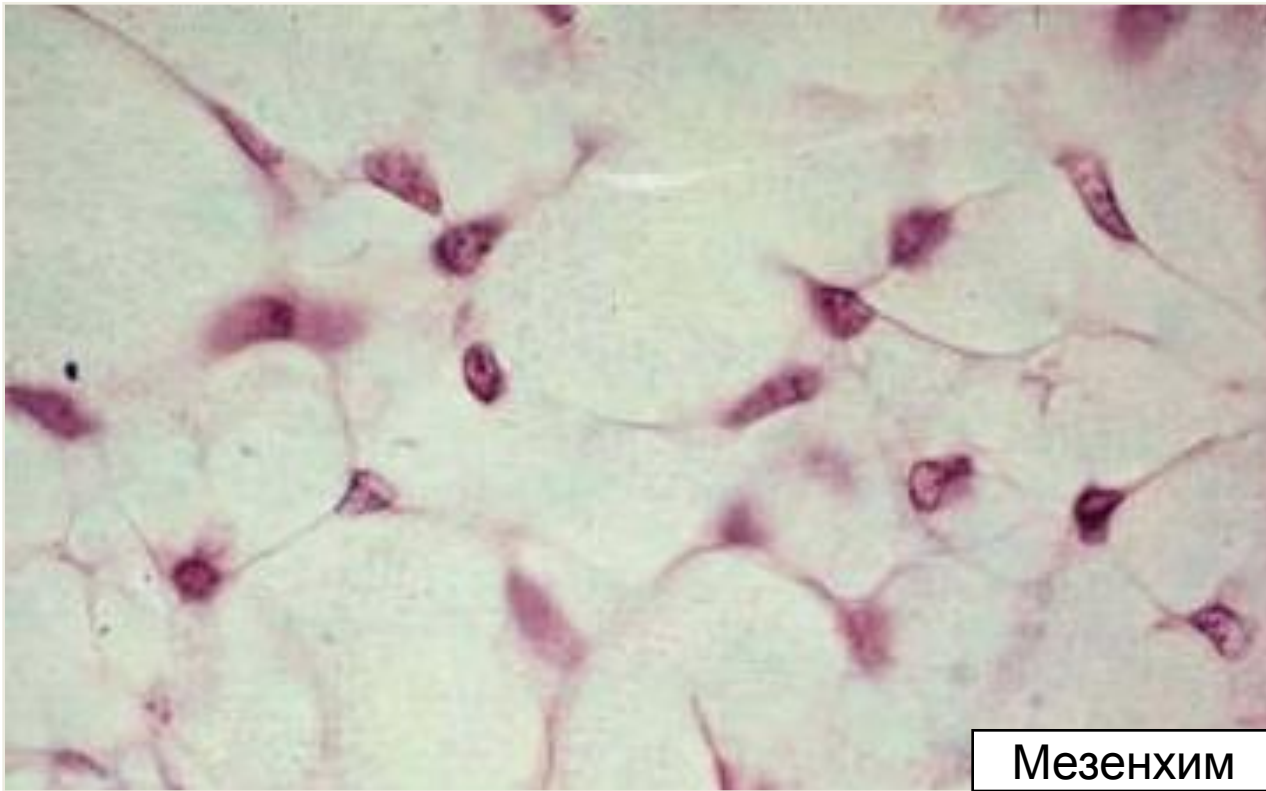
# Основне улоге везивног ткива

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



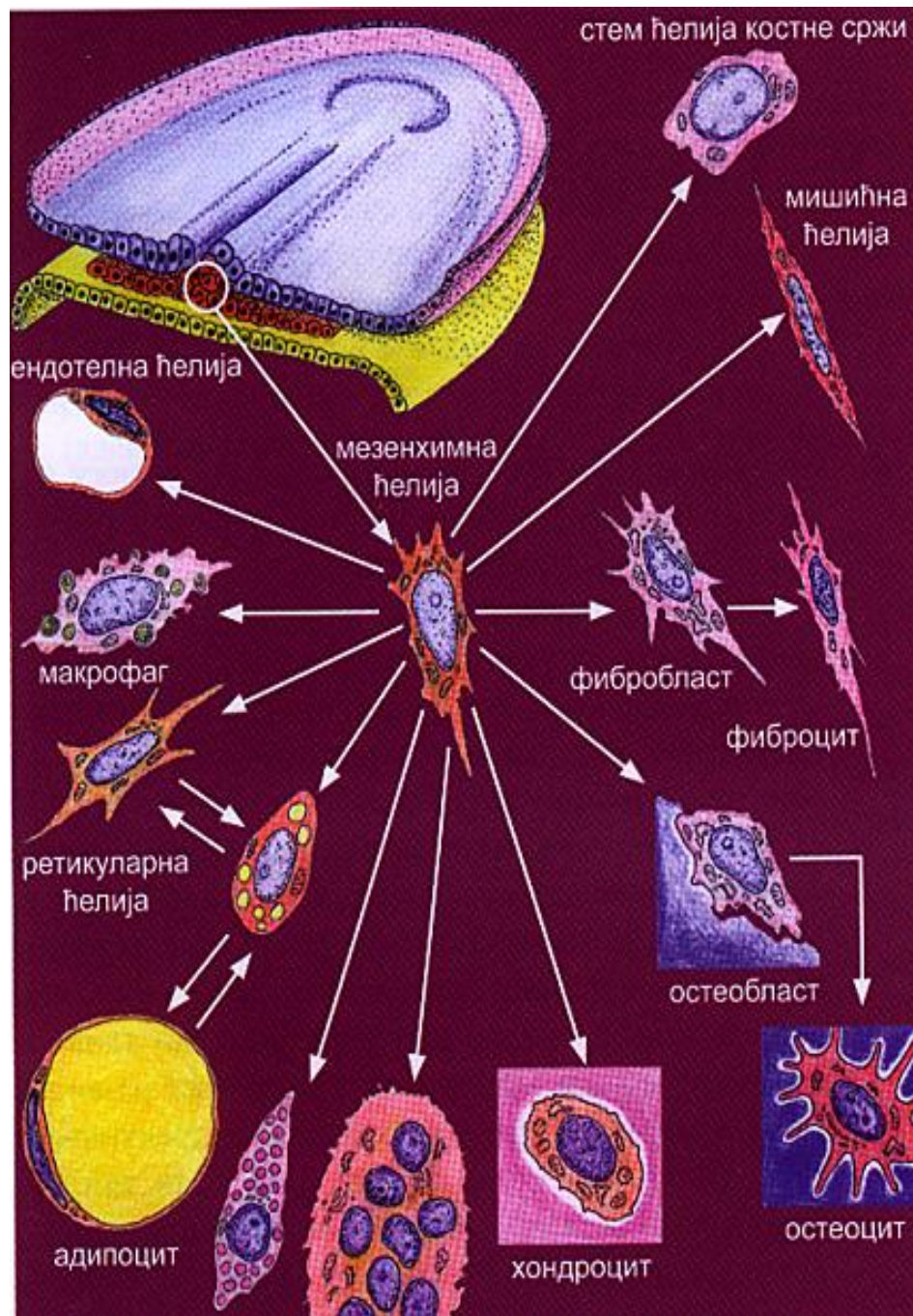
# Порекло везивних ткива

Сва везивна ткива потичу од ембрионалног везивног ткива – мезенхима.



Мезенхим

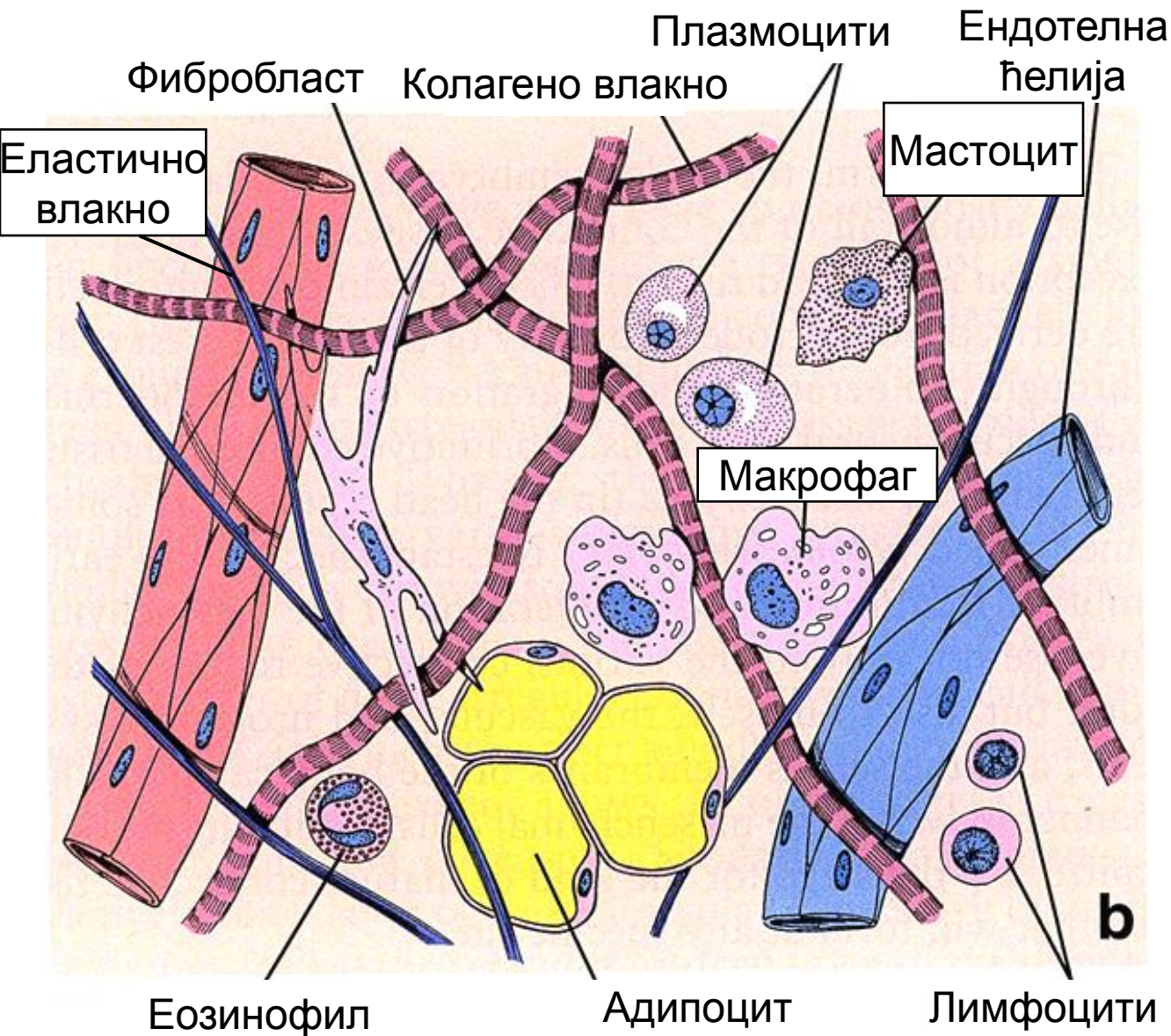
# Мезенхимска ћелија



- 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**

# 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

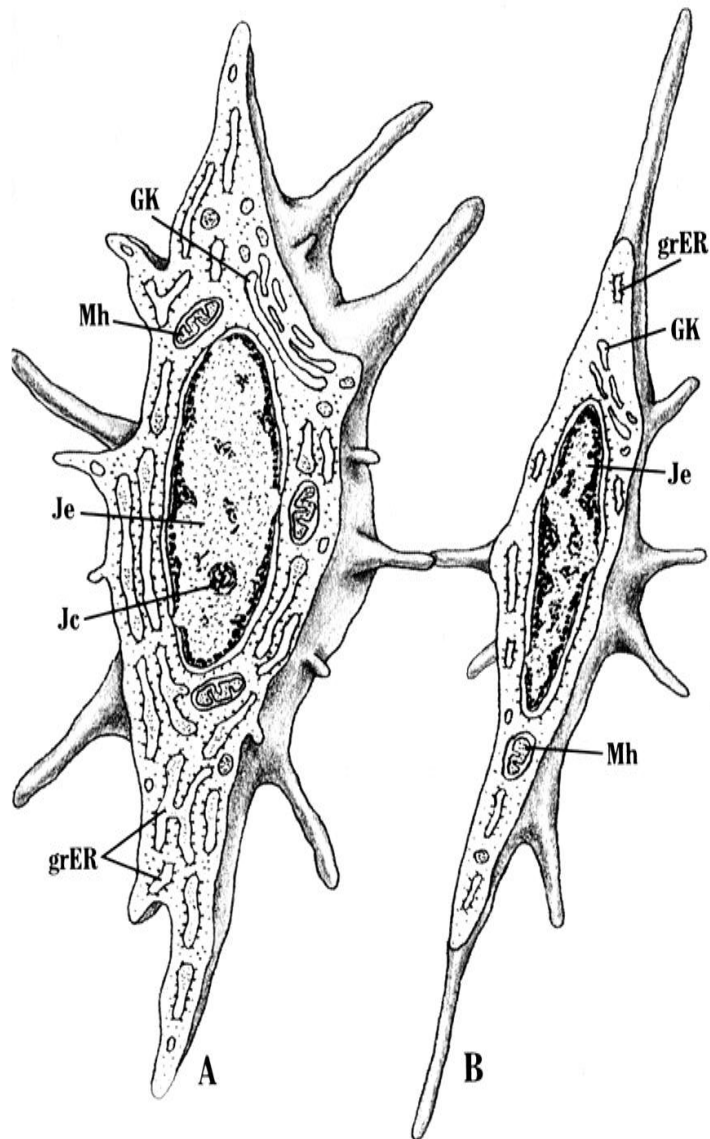
- неутрофилни гранулоцити
- еозинофилни гранулоцити
- базофилни гранулоцити
- моноцити
- лимфоцити

Макрофаги

Плазмоцити

Мастоцити

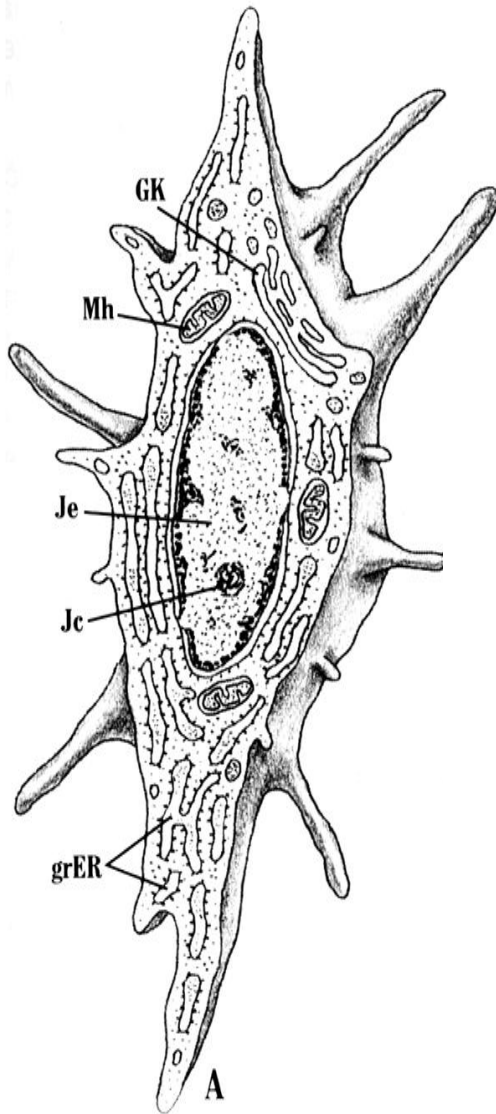
# Фибробласт и фиброцит



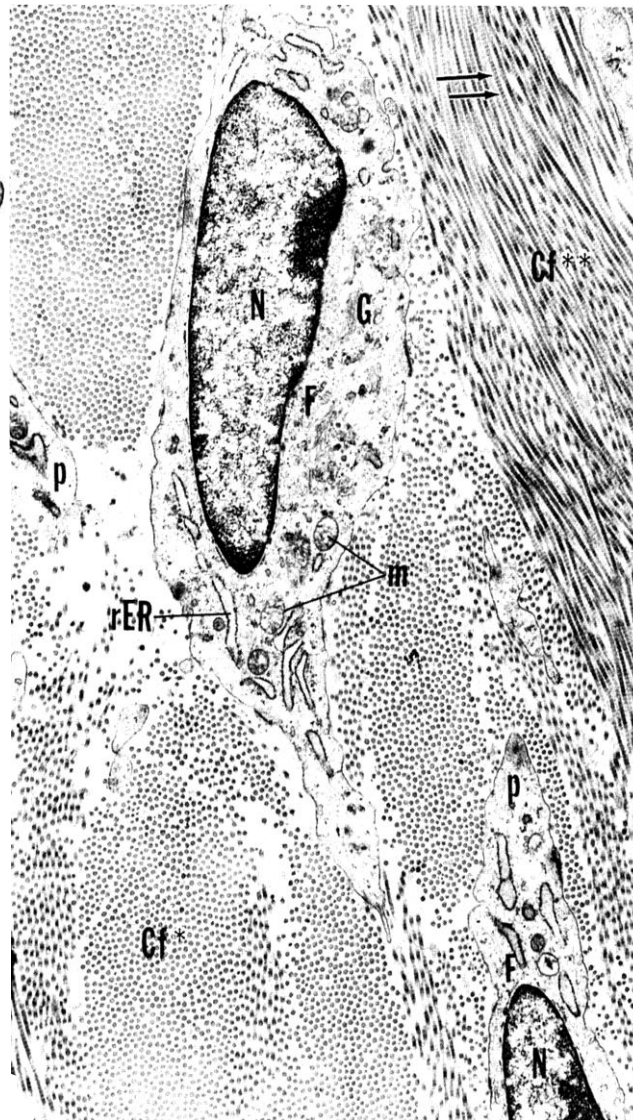
- **Фибробласт** је фиксна ћелија, присутна у слузном, растреситом и густом везиву.
- Фибробласт је активна, а фиброцит мирујућа (неактивна) форма ћелије.
- Улога фибробласта: ствара везивна влакна и основну супстанцу.
- **Фибробласт** има бројне продужетке, светло једро, базофилну цитоплазму, добро 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.



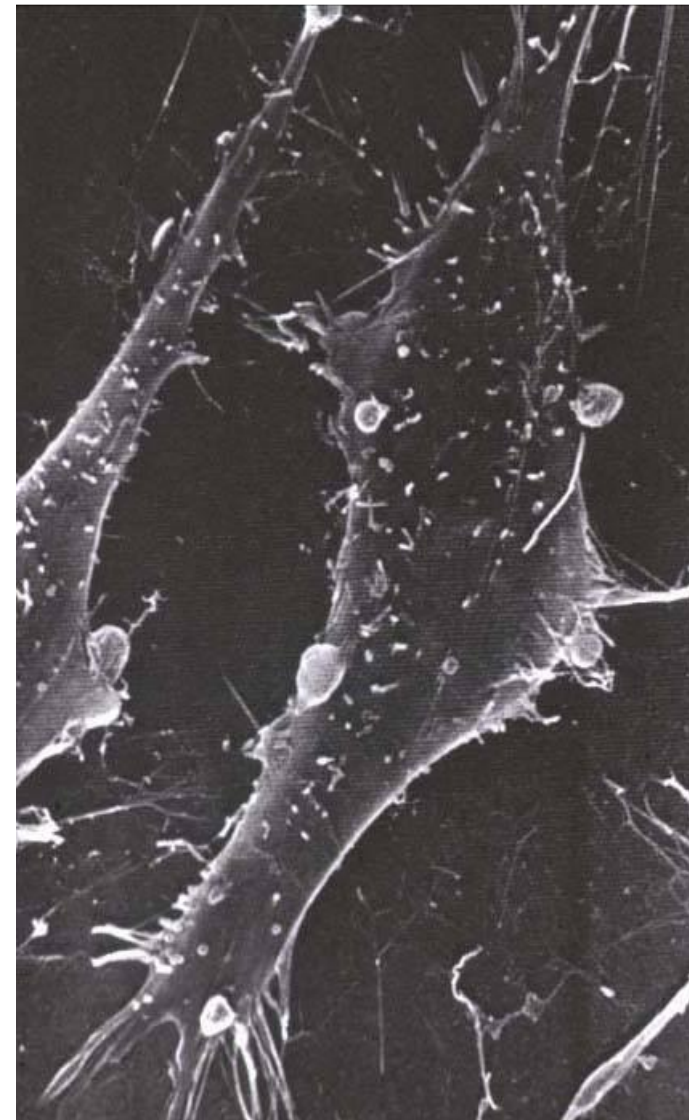
# Фибробласт



Шематски приказ



Трансмисиона ЕМ



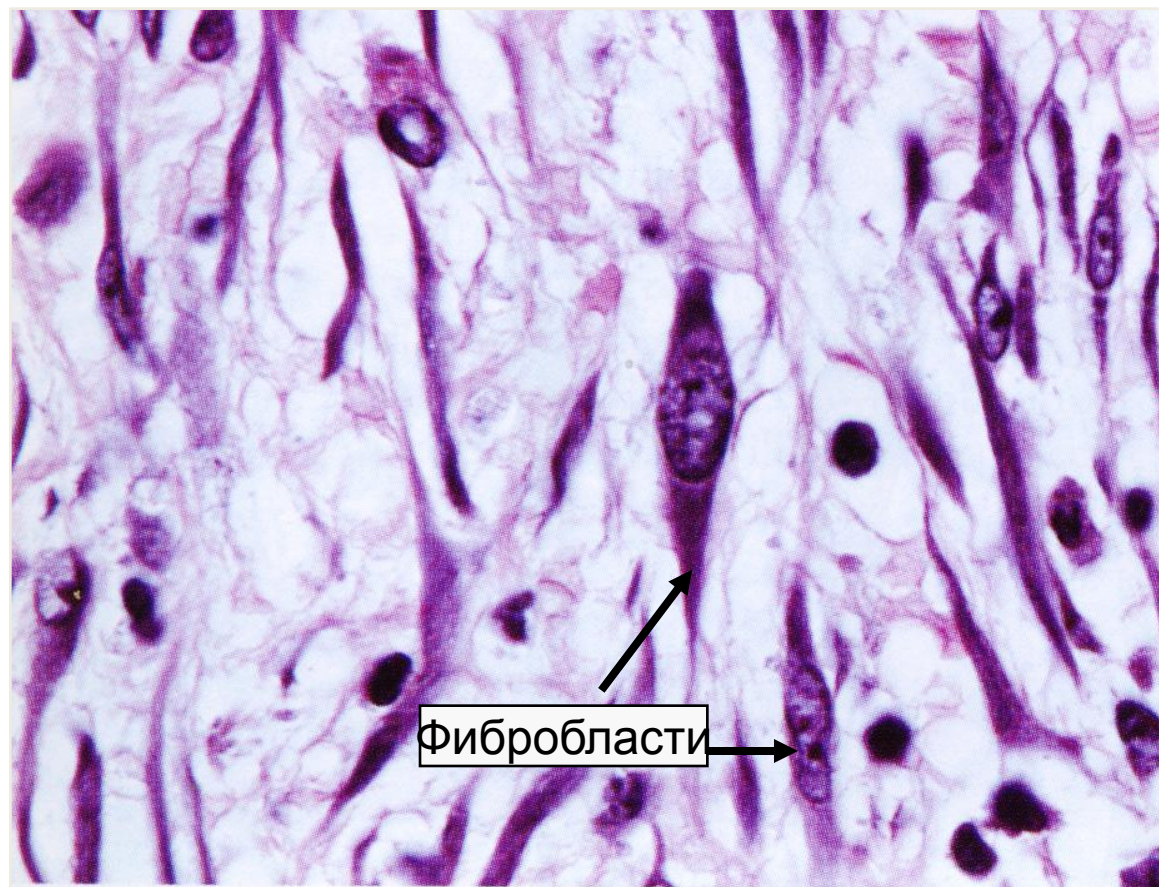
Скенинг ЕМ

# Фибробласт – шематски приказ функције



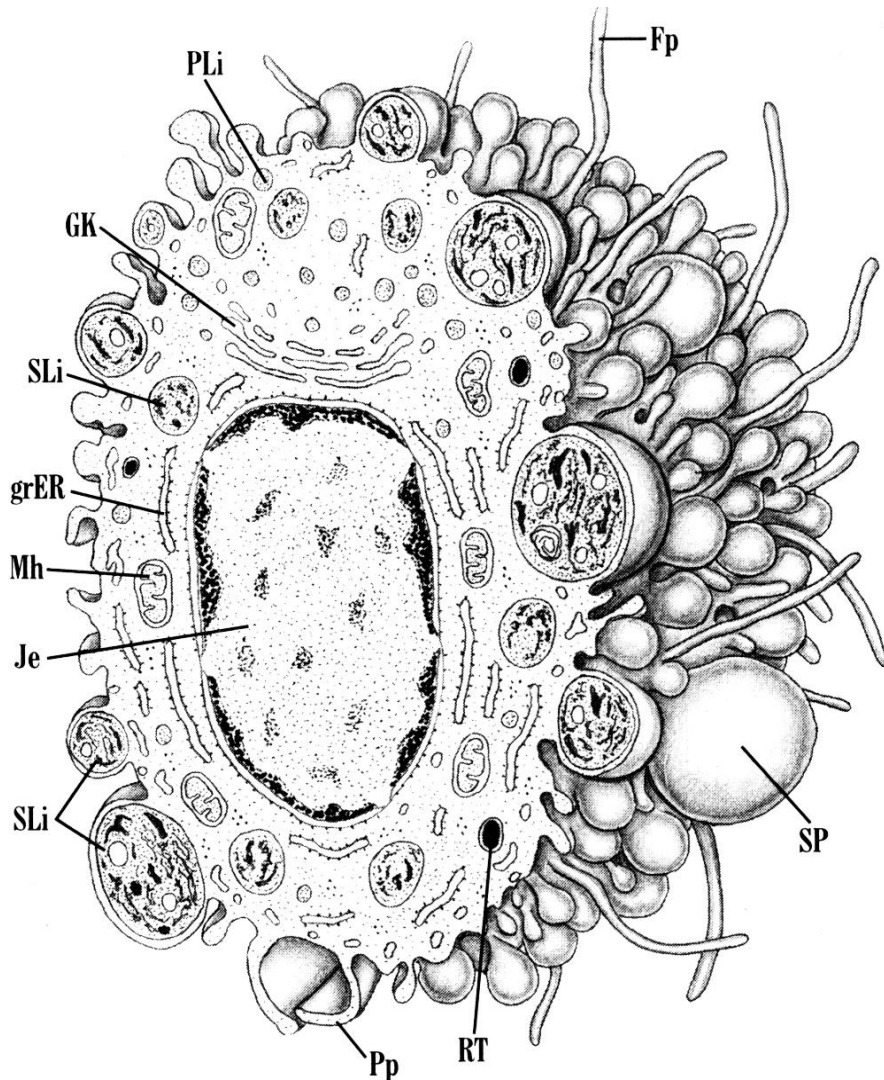


# Фибробласти и фиброцити (светлосна микроскопија)



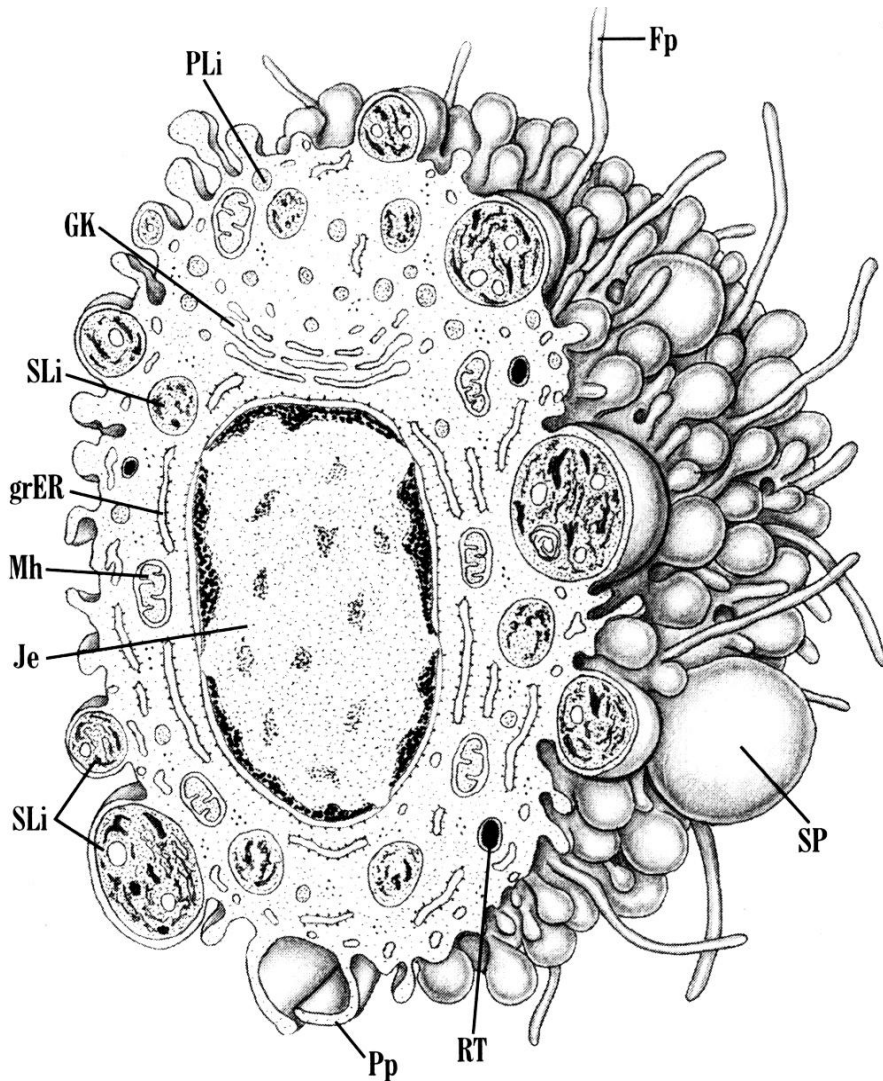


# Макрофаг



- **Макрофаг** је лутајућа ћелија везивног ткива која води порекло од **моноцита**.
- Величина 15-30  $\mu\text{m}$ , 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



- 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

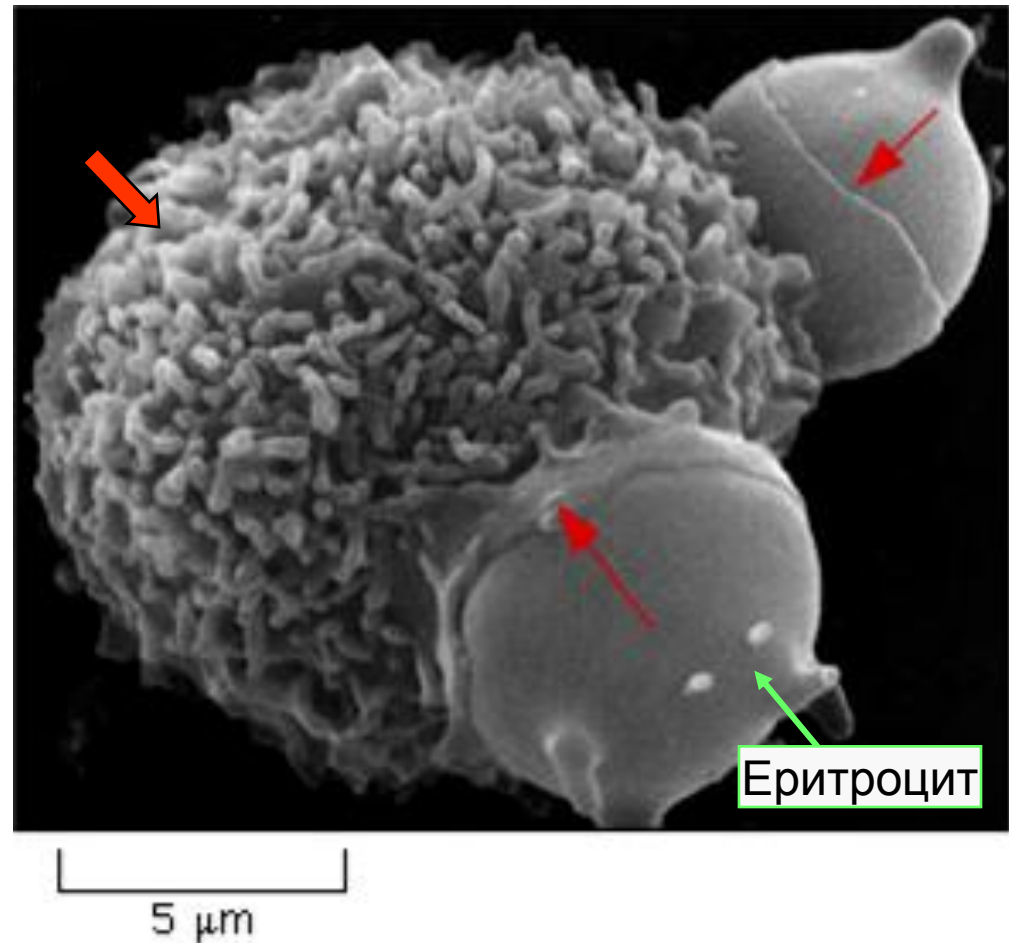
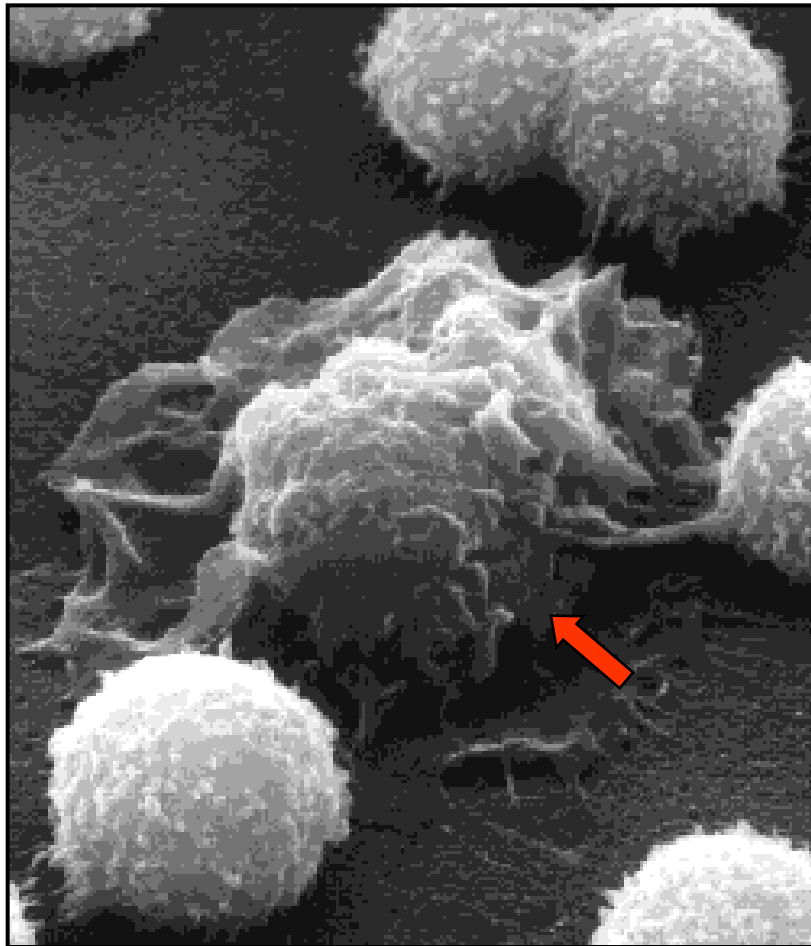
Лангерхансова ћелија

Кожа

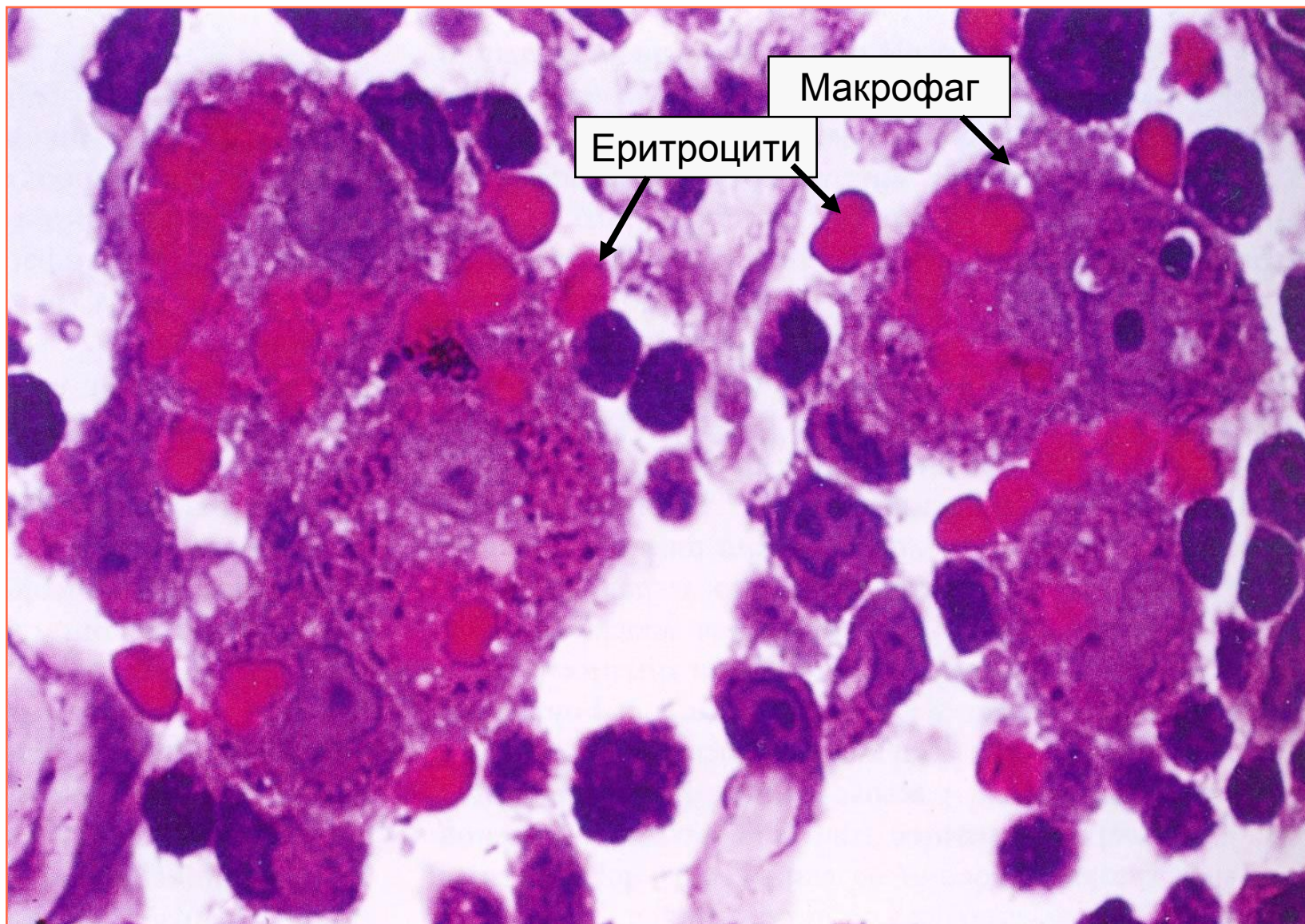
Остеокласт

Кост

# Макрофаг – скенинг ЕМ

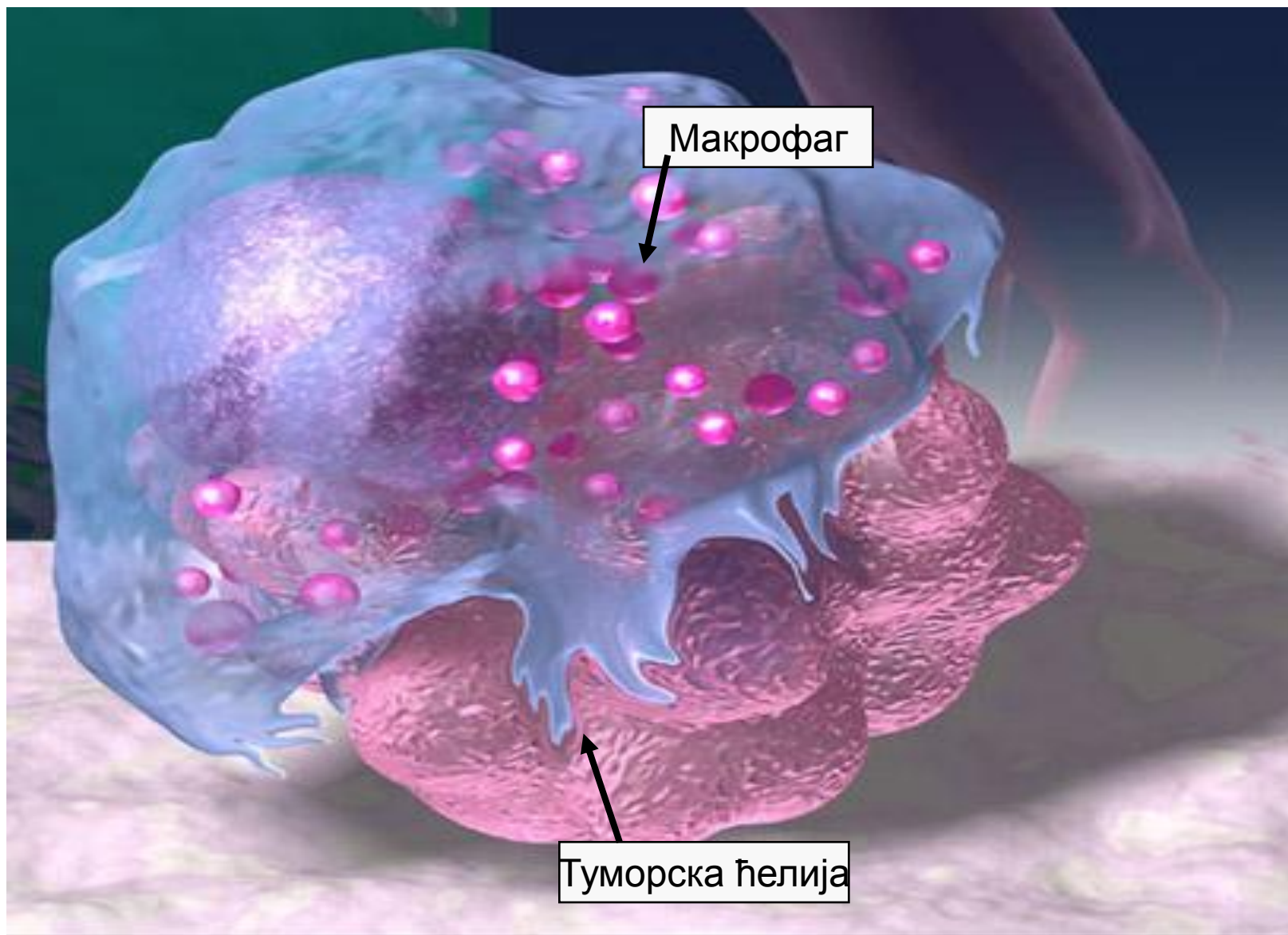






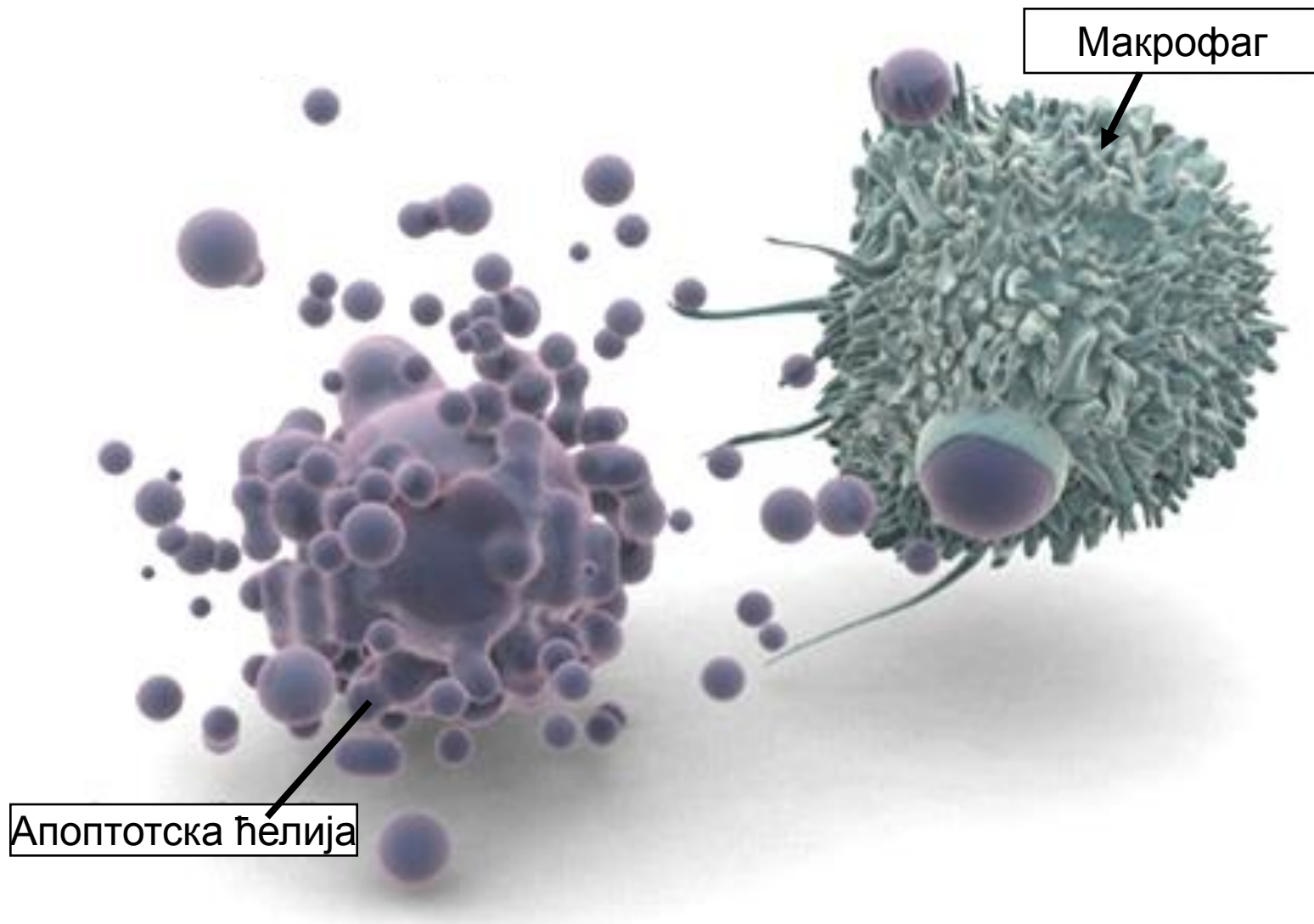
- Макрофаг слезине фагоцитује еритроците – ХЕ бојење.





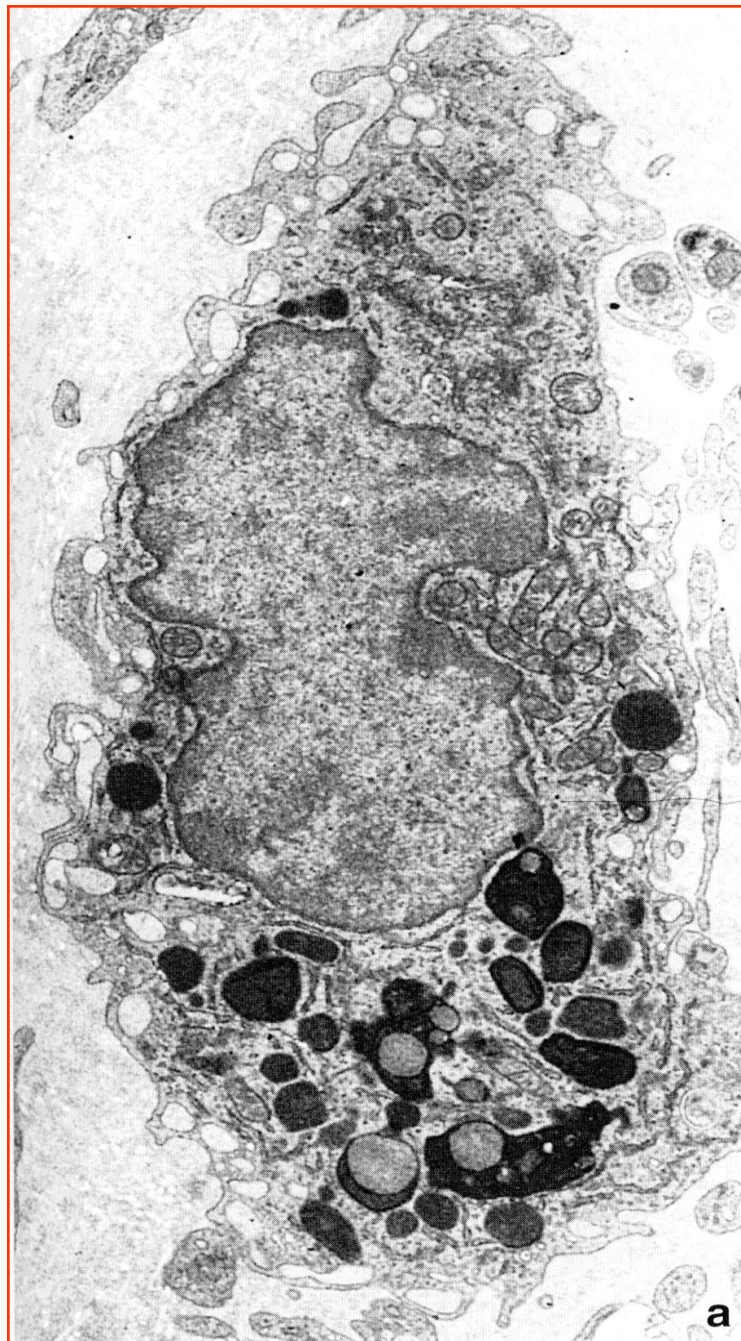
- Фагоцитоза туморске ћелије – шематски приказ.

# Фагоцитоза апоптотске ћелије



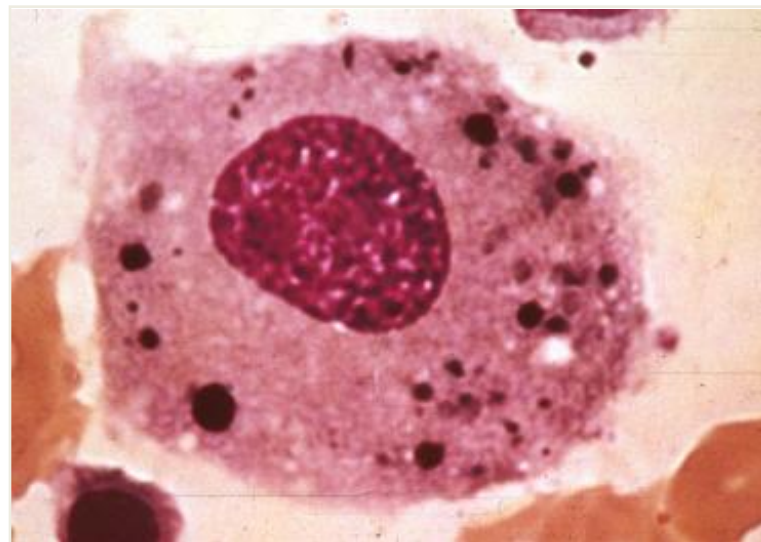
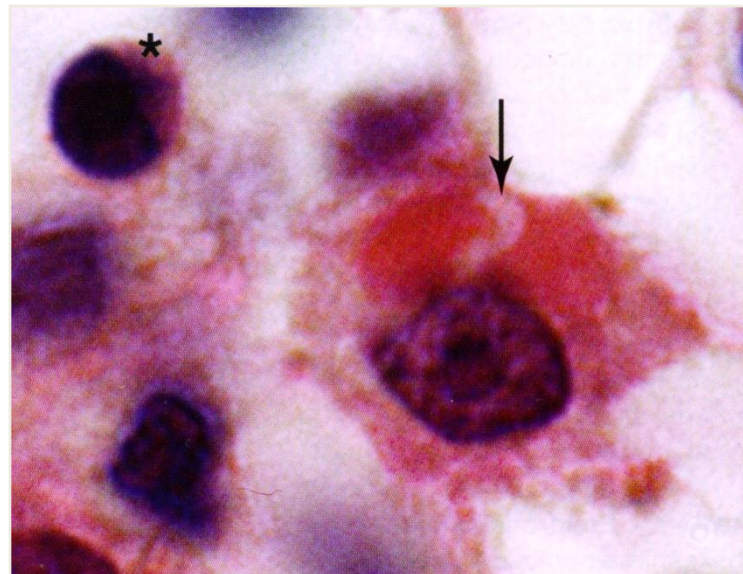


# Макрофаг - EM



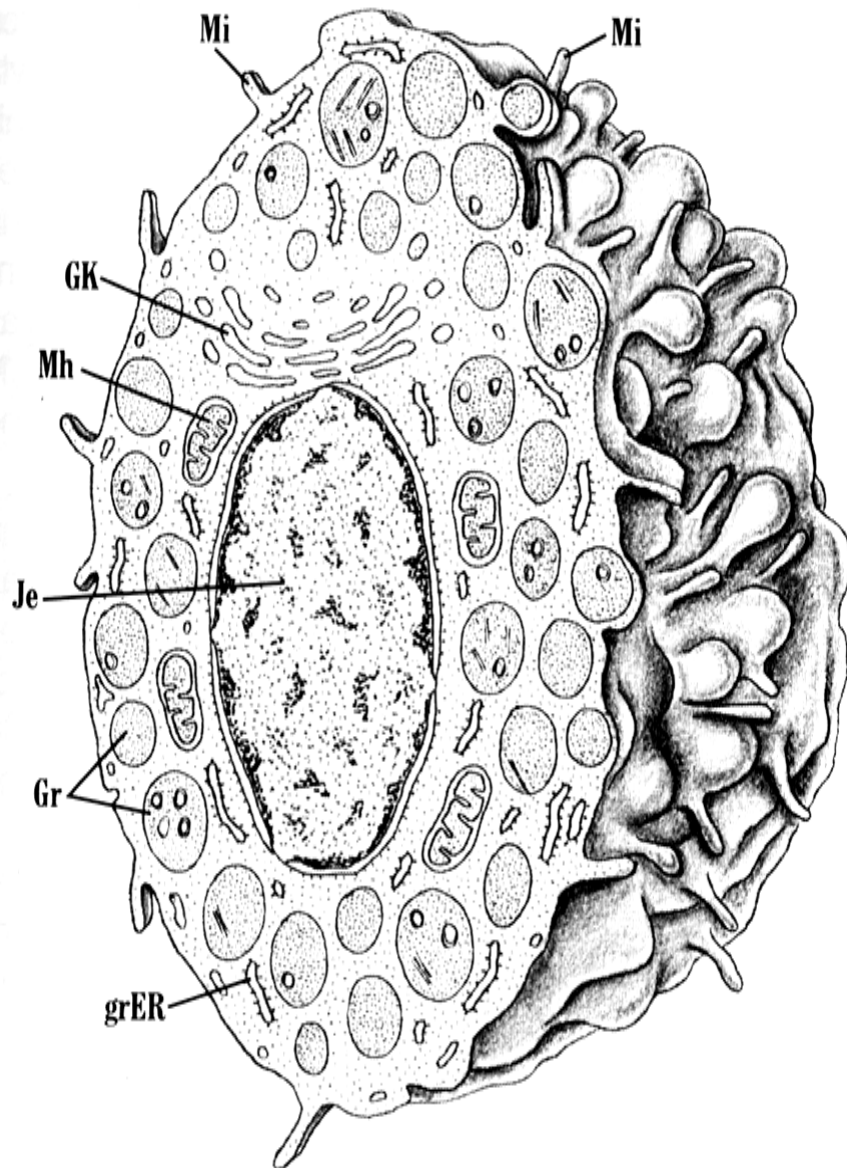


# Макрофаги (светлосна микроскопија)



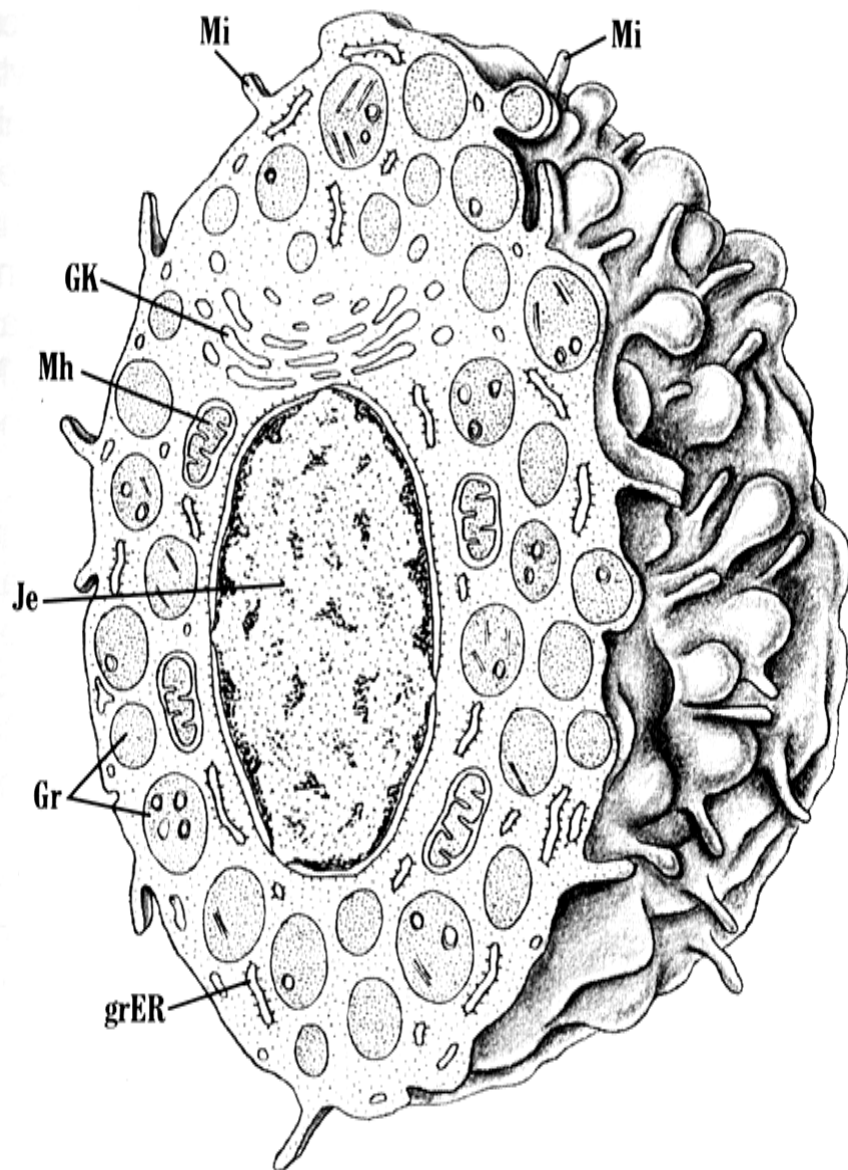


# Мастоцит



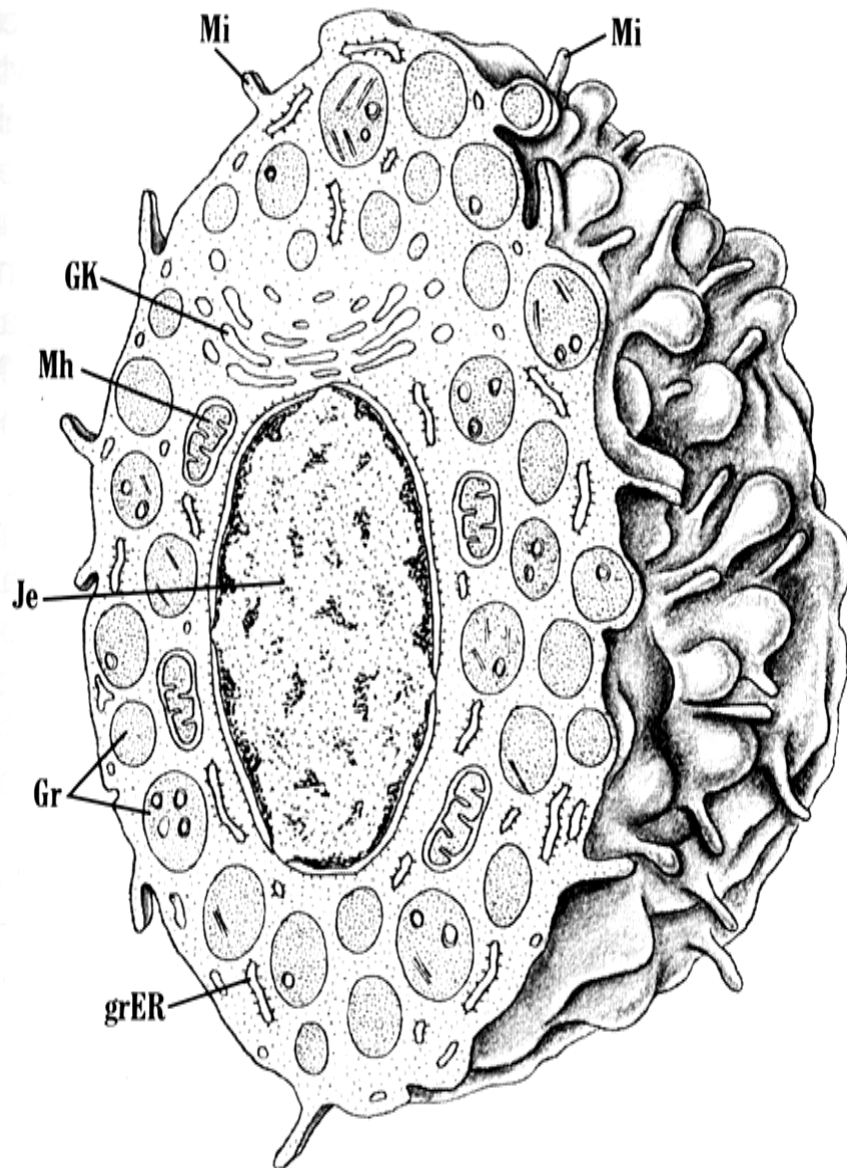
- **Мастоцит** је лутајућа ћелија везивног ткива локализована дуж крвних судова, посебно у дермису и респираторној мукози.
- Мастоцити чине око 10% ћелија везивног ткива и имају животни век неколико месеци.
- Подела:
  - мастоцити растреситог везива (у чијим гранулама су депоновани хепарин и неутралне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

# Мастоцит



- Изглед: овална ћелија пречника 15-30  $\mu\text{m}$ , са бројним израштајима на површини и метахроматским гранулаа у цитоплазми.
- У цитоплазми садржи метахроматске грануле пречника до 1  $\mu\text{m}$ .
- Ћелија се не може идентификовати на основу ХЕ бојења, већ је неопходна примена одговарајућих хистохемијских метода.
- 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.

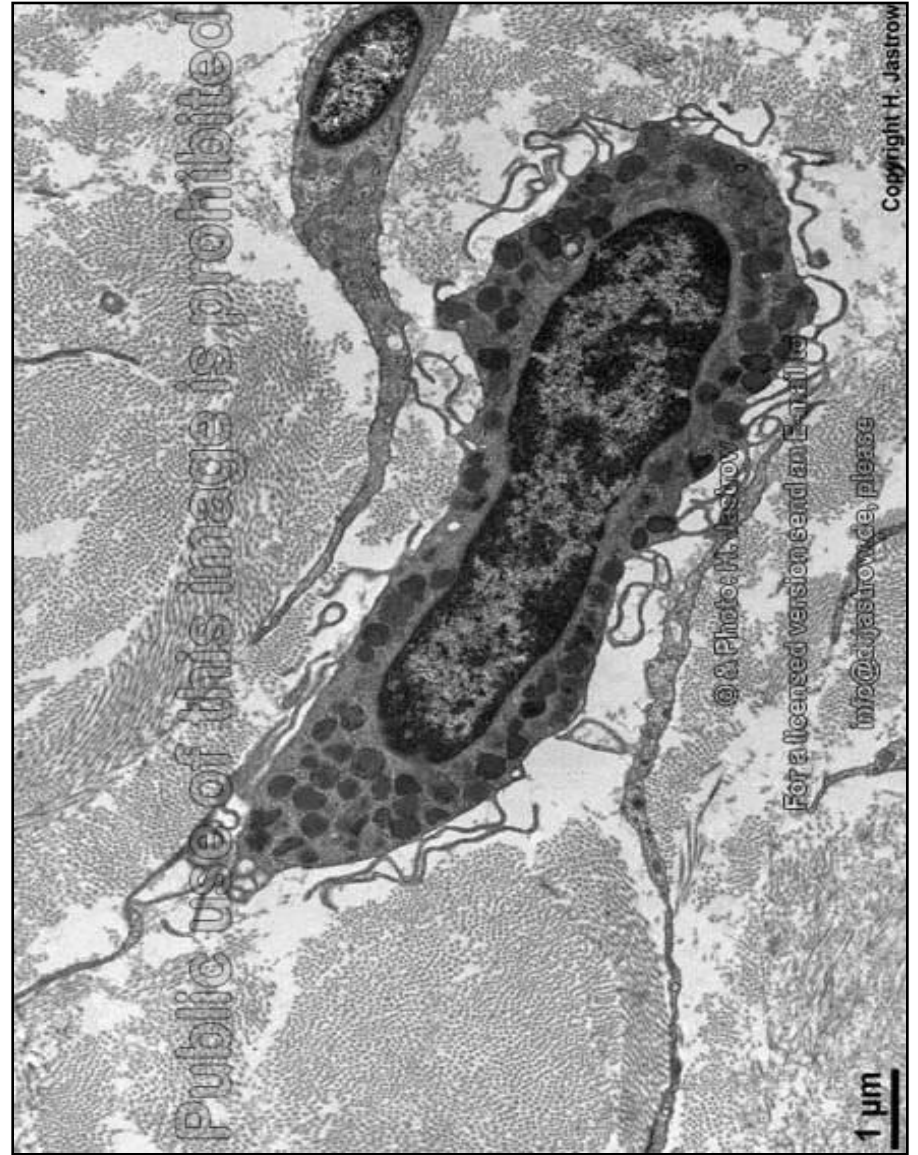
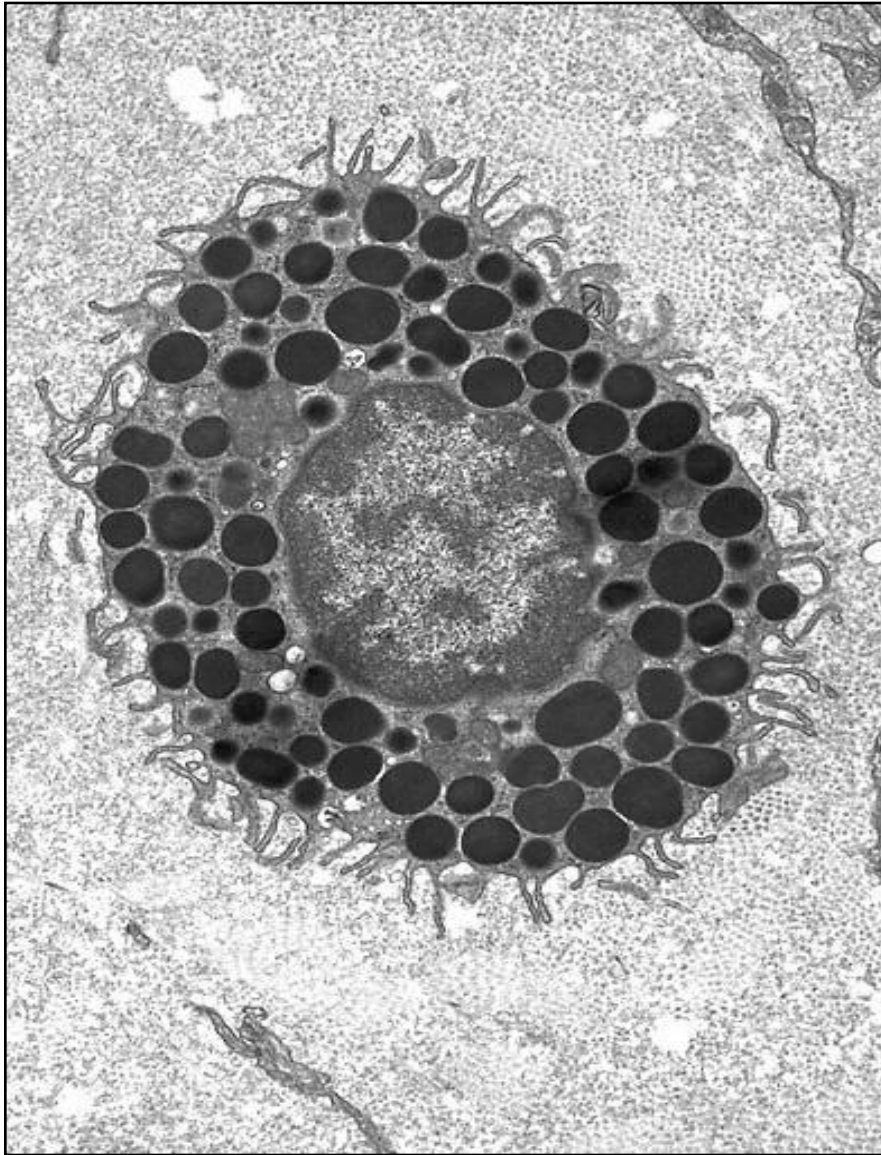
# Мастоцит



- Мастоцити учествују у брзим алергијским реакцијама.
- У мембрани мастоцита су експримирана антитела класе IgE. Везивање антигена за IgE доводи масивне дегранулације и ослобођања алергијских медијатора.
- Улога: синтеза примарних и секундарних медијатора запаљења.

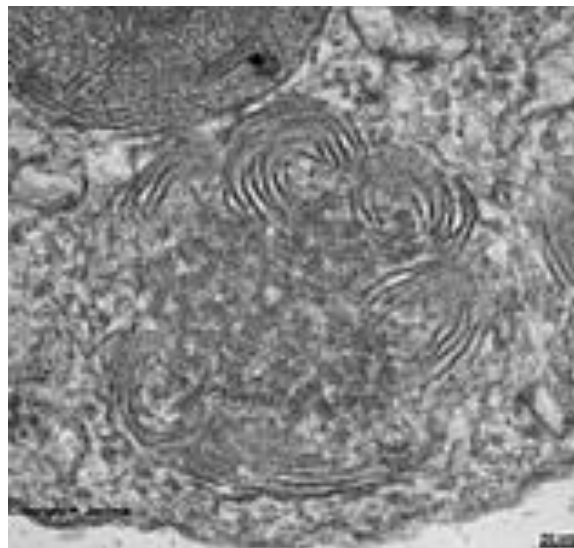
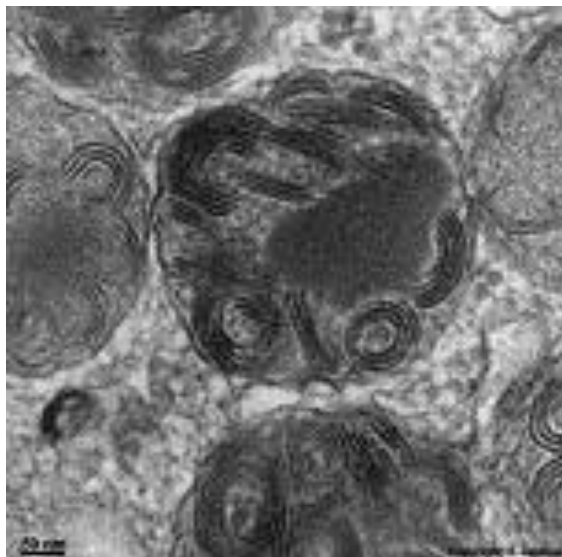
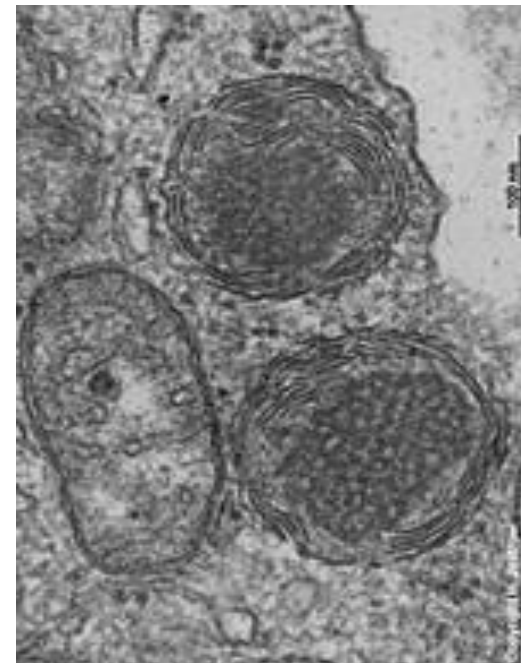
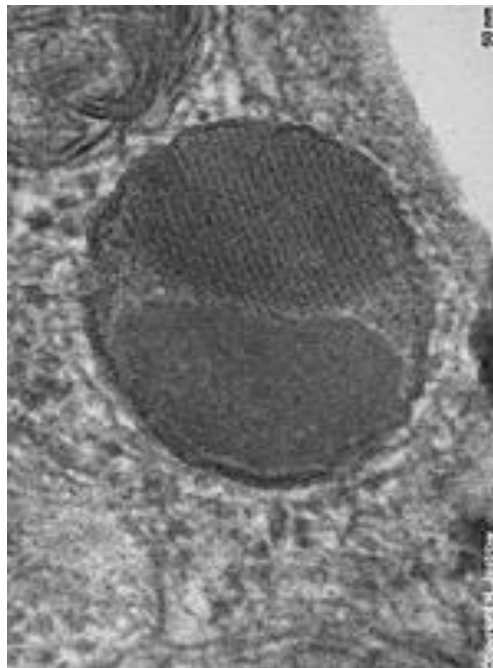
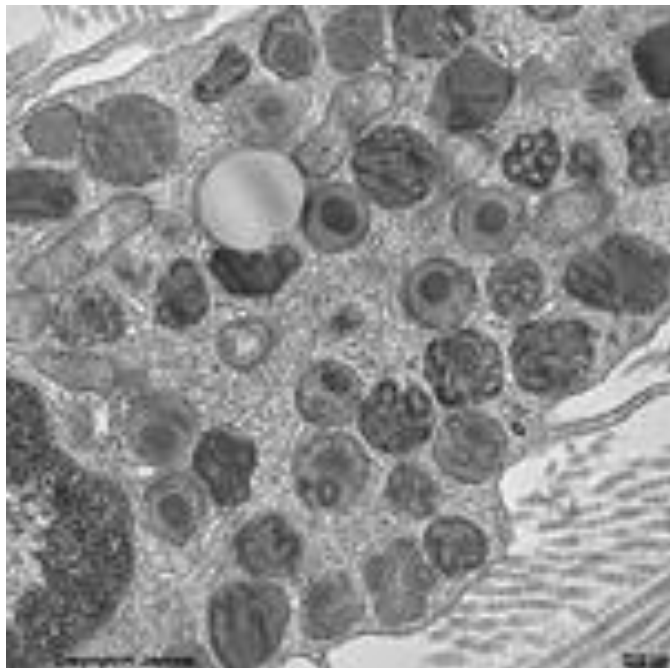


# Мастоцит - EM



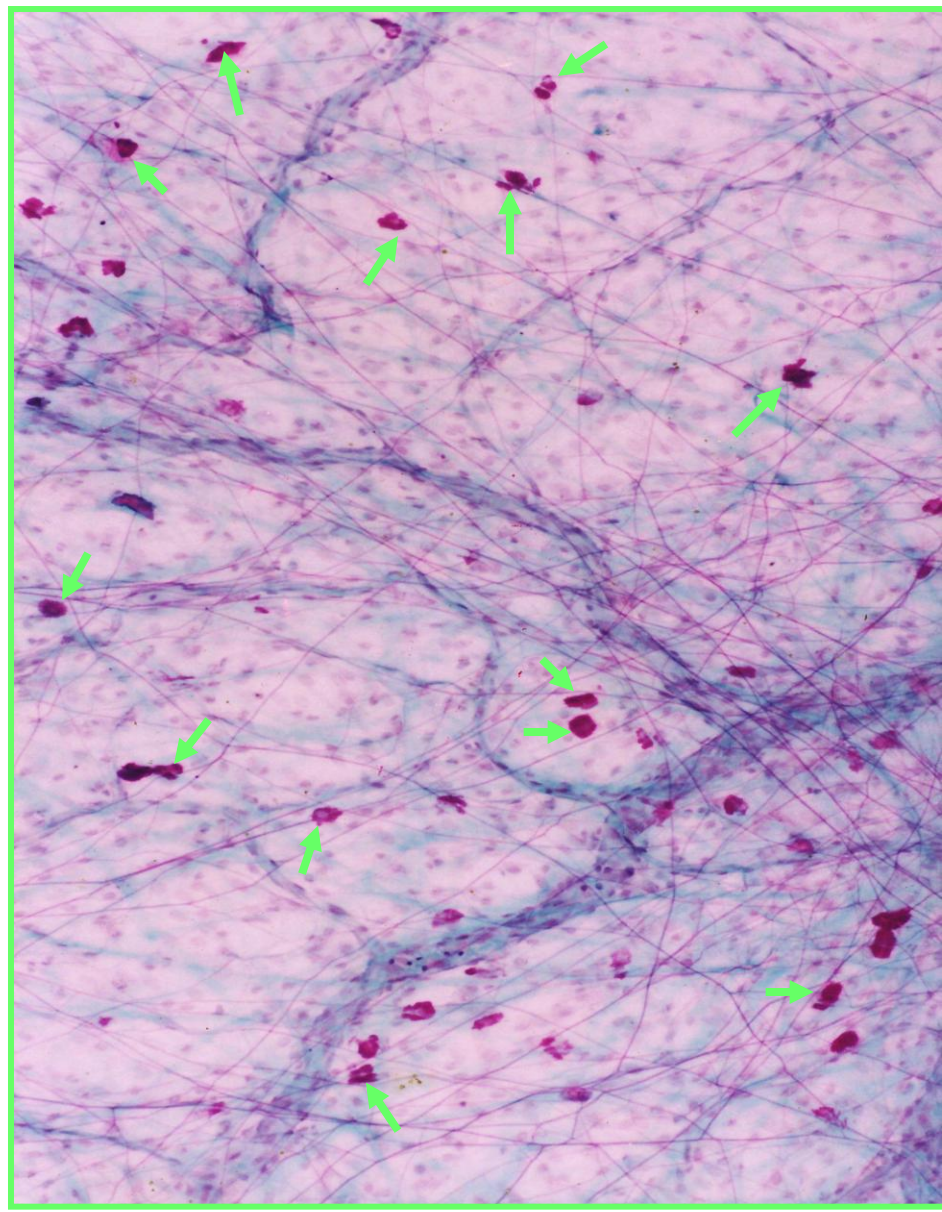
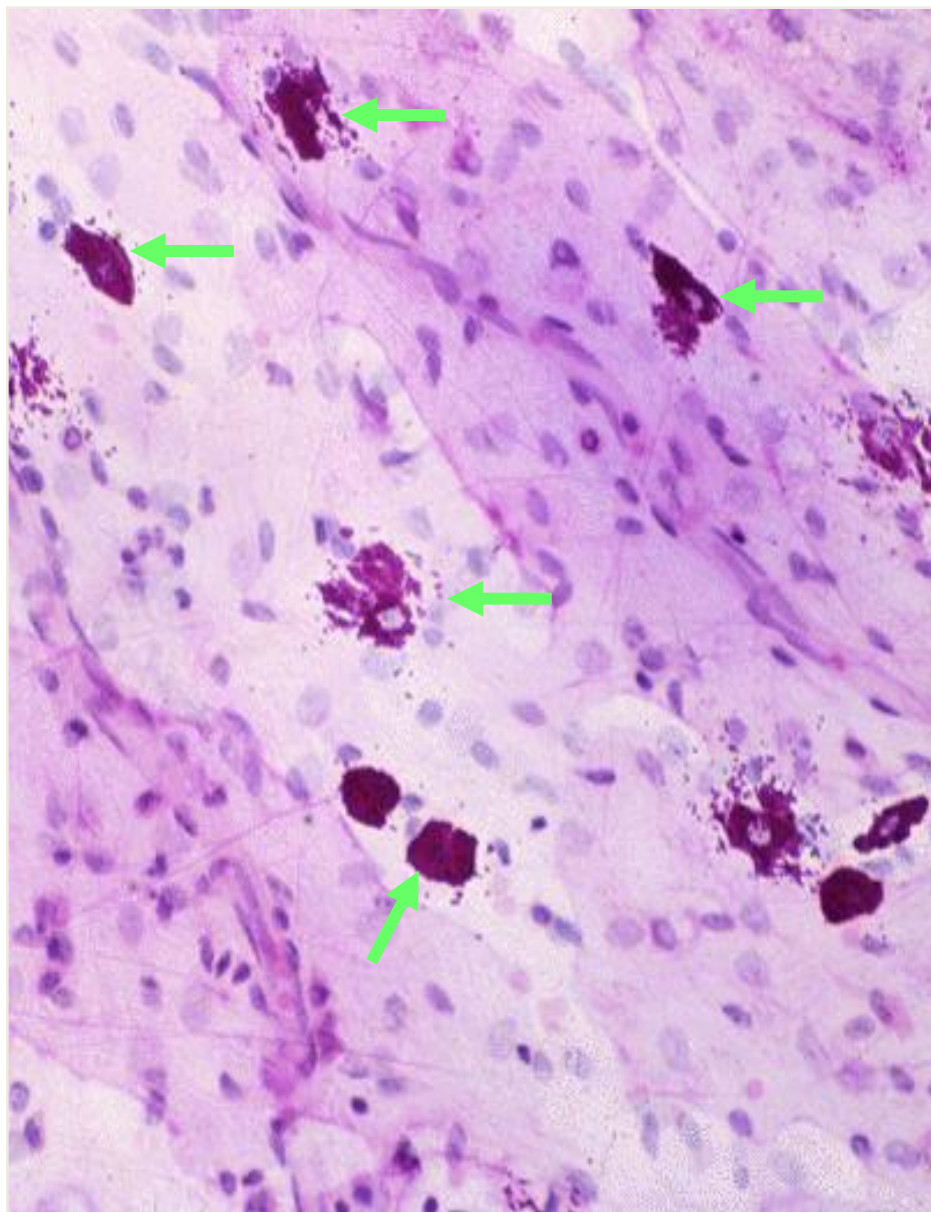


# Грануле мастоцита - ЕМ



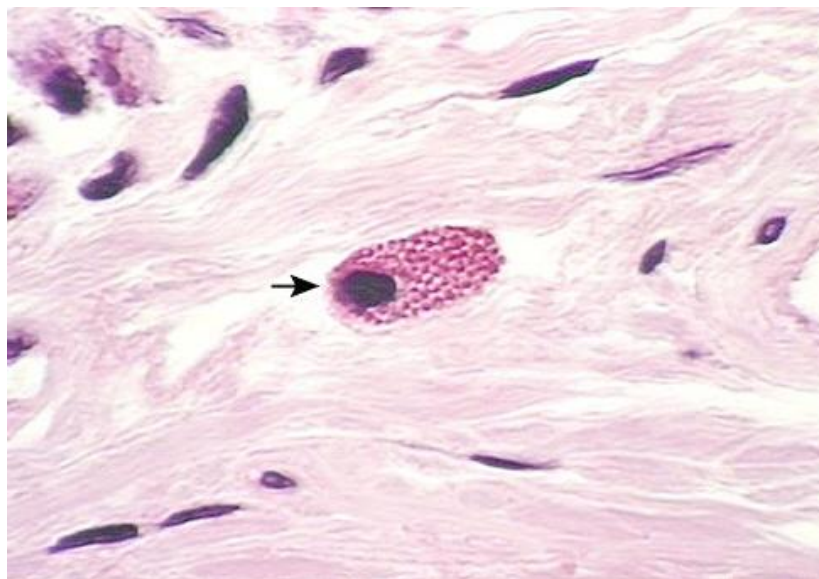
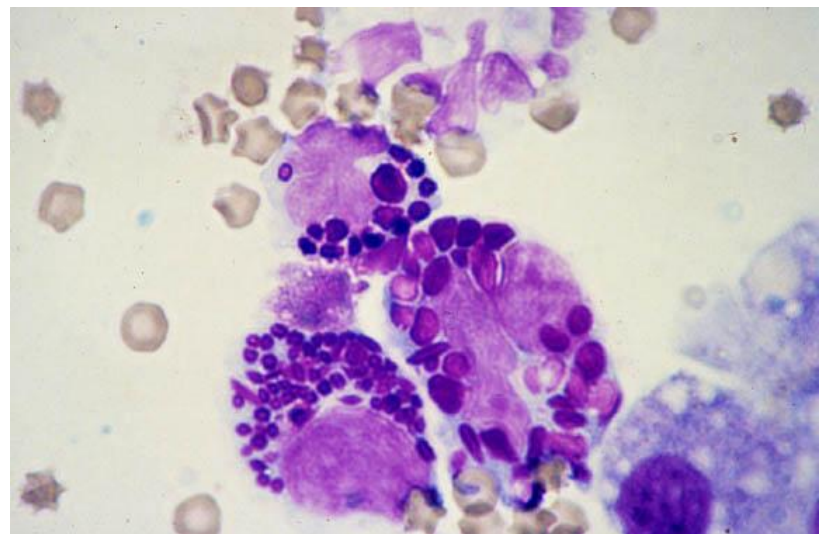
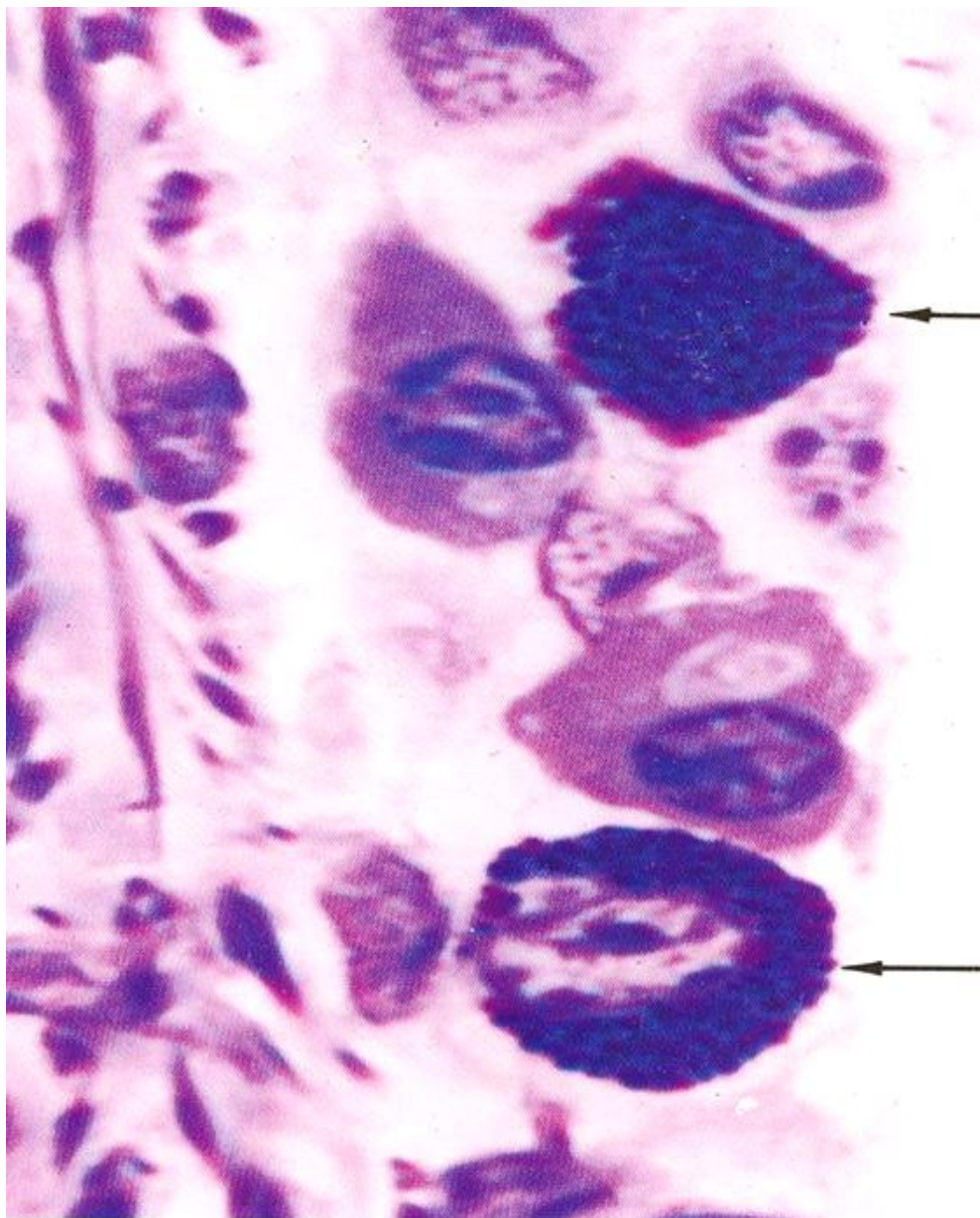


# Мастоцити – светлосна микроскопија

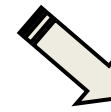




# Мастоцити - СМ



# МАСТОЦИТ



## Примарни медијатори



## Секундарни медијатори



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

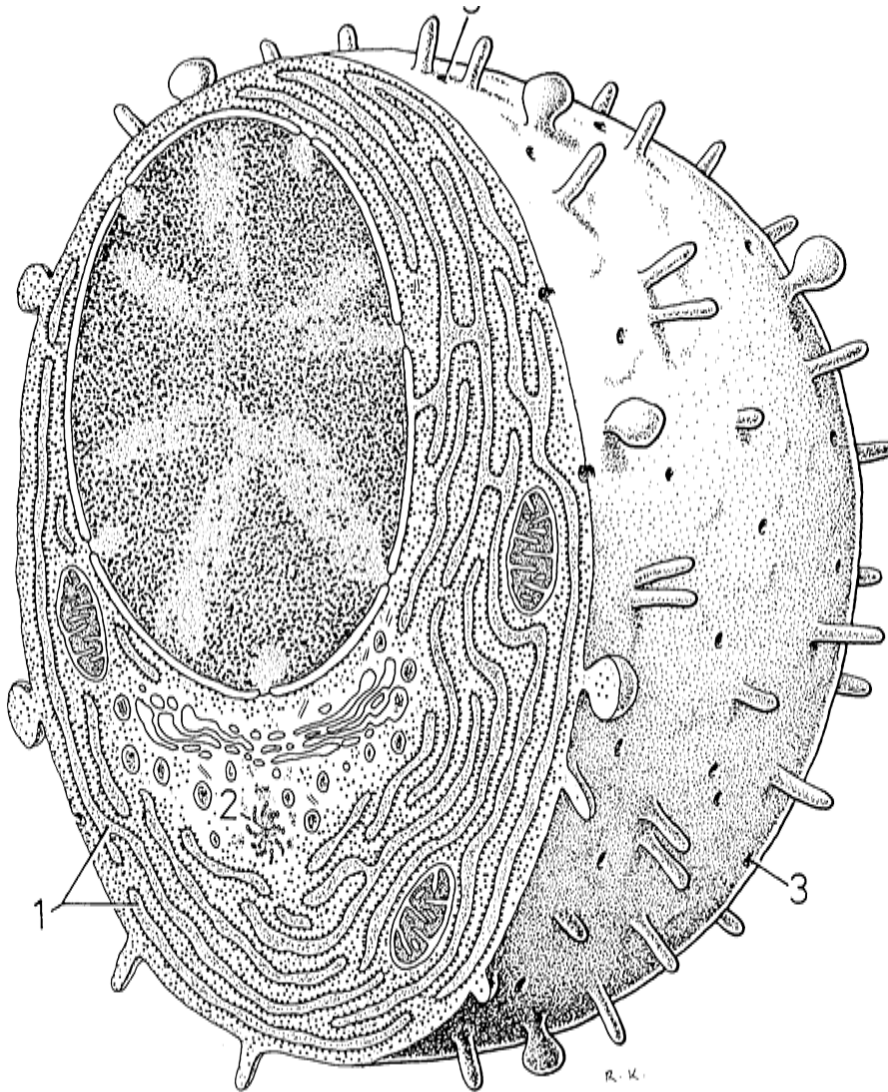
Леукотријени (Б4, Ц4, Д4)

Тромбоксани

Простагландини

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

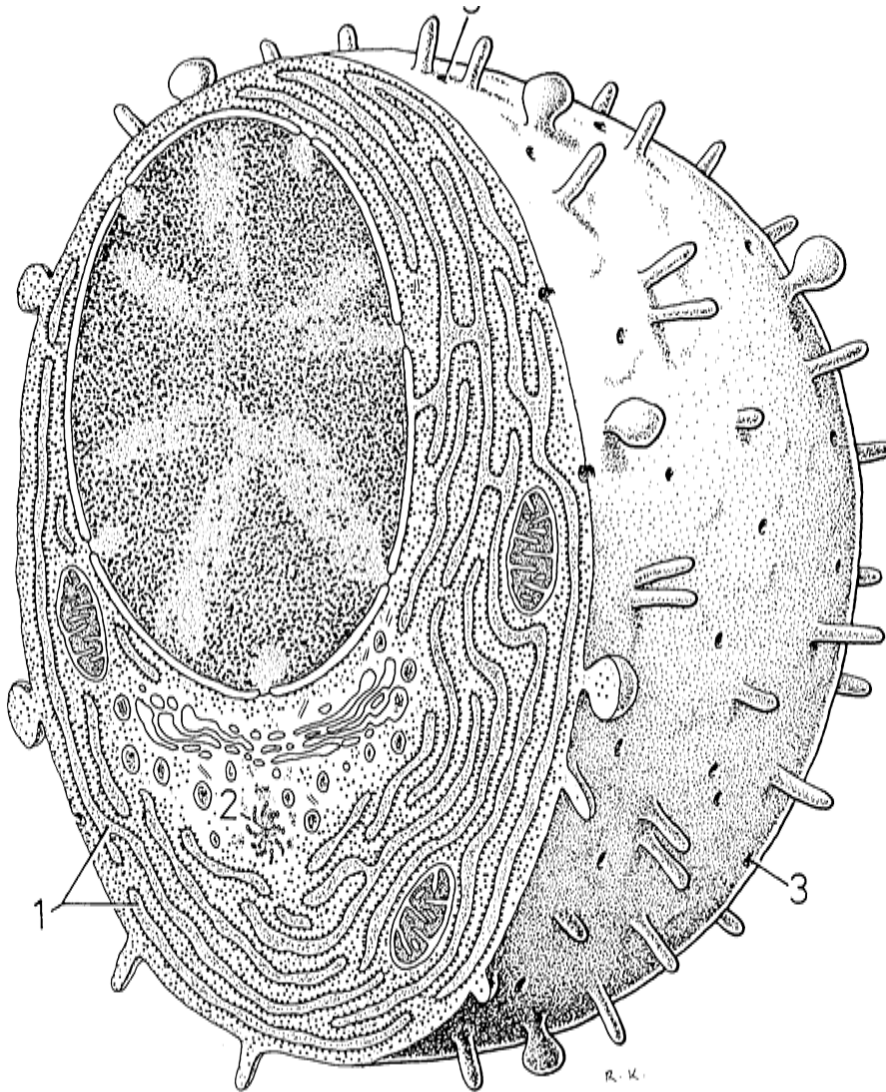
# Плазмоцит



- **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.

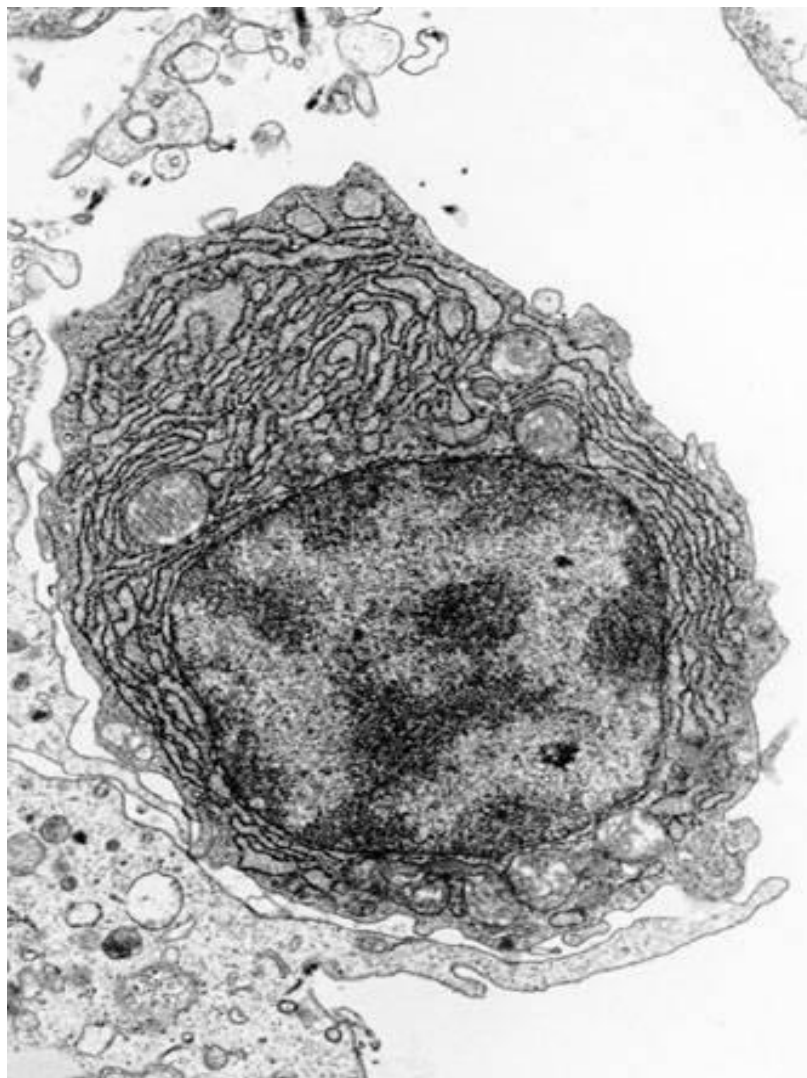


# Плазмоцит

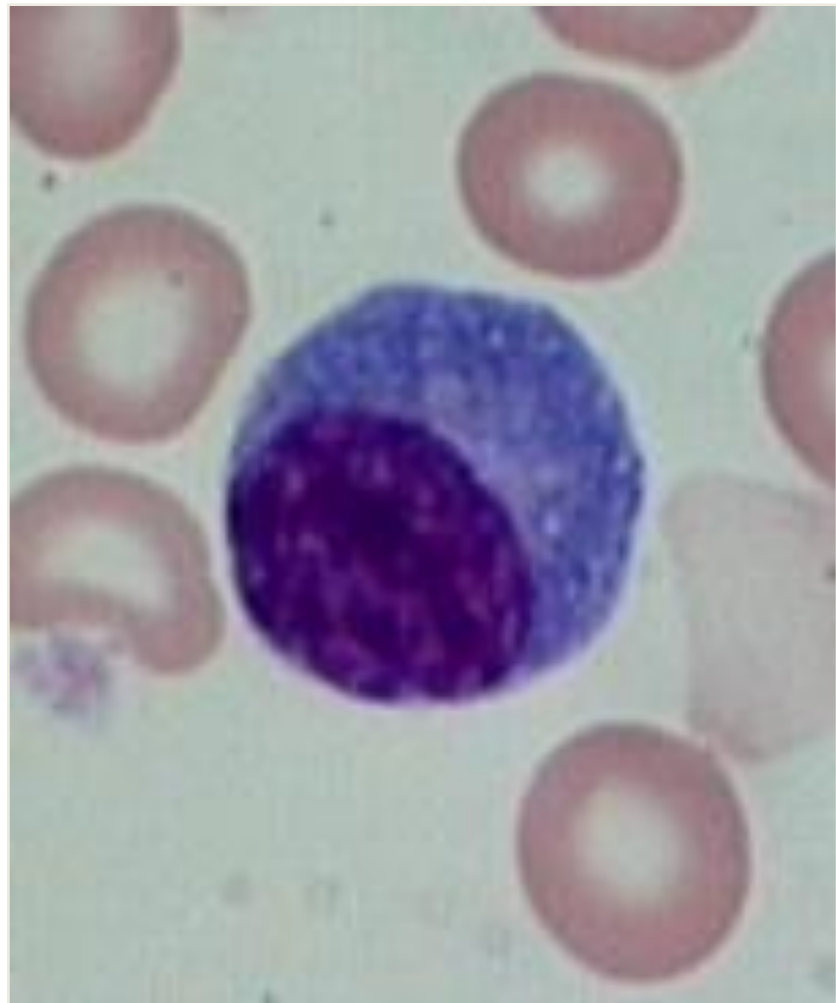


- Изглед: ћелија има округласт или овалан облик, пречник 10-20  $\mu\text{m}$ , округло ексцентрично једро са карактеристичним распоредом хроматина и мноштво цистерни грЕР-а и Голџи апарата у цитоплазми.
- Волуминозан Голџијев апарат изазива околоједарно расветљење (перинуклеусни хало).
- Улога: секреција имуноглобулина (антитела).
- Понекад се у цитоплазми запажају **Раселова тела**.

# Плазмоцити - ЕМ

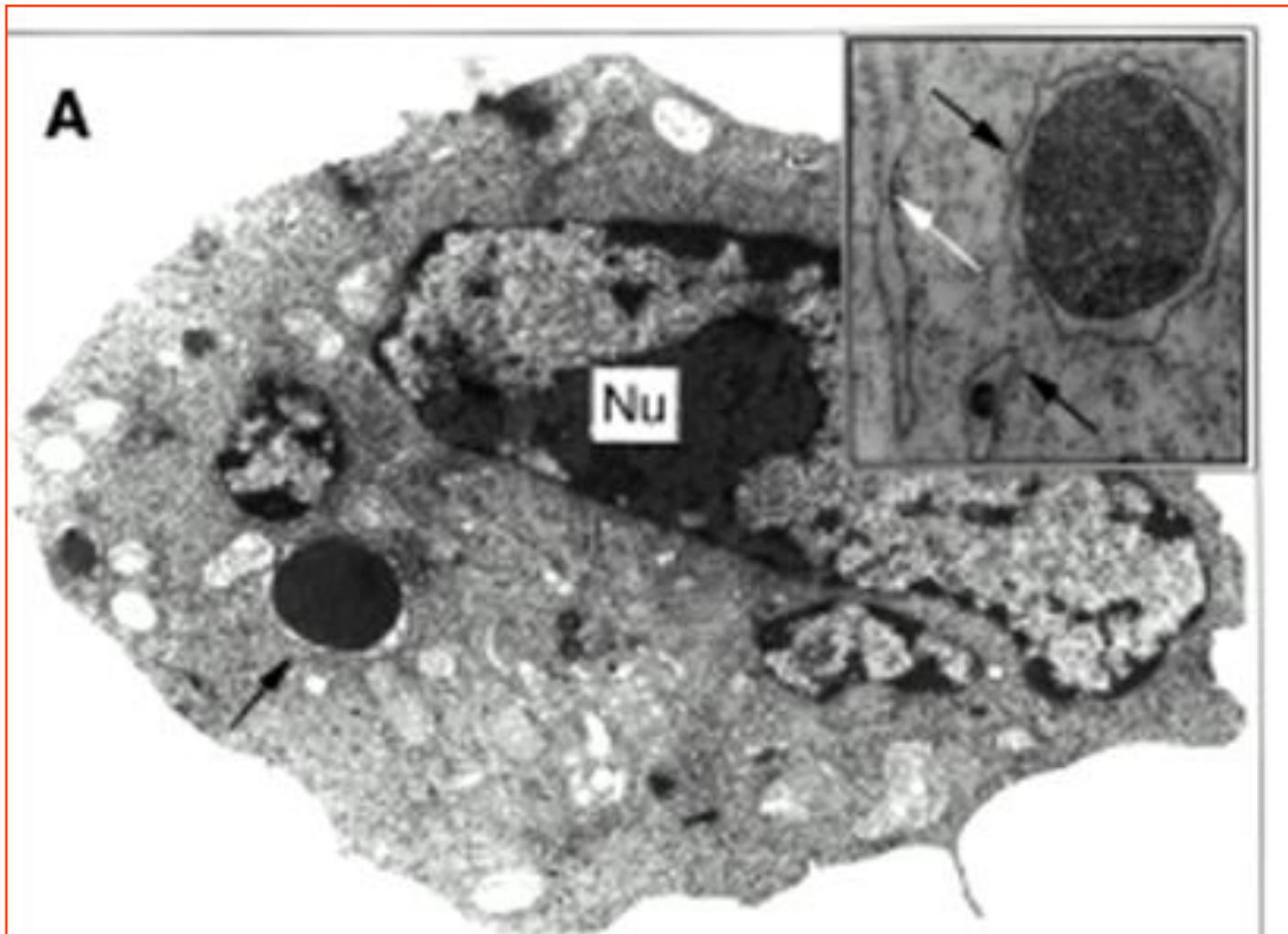


# Плазмоцити - СМ

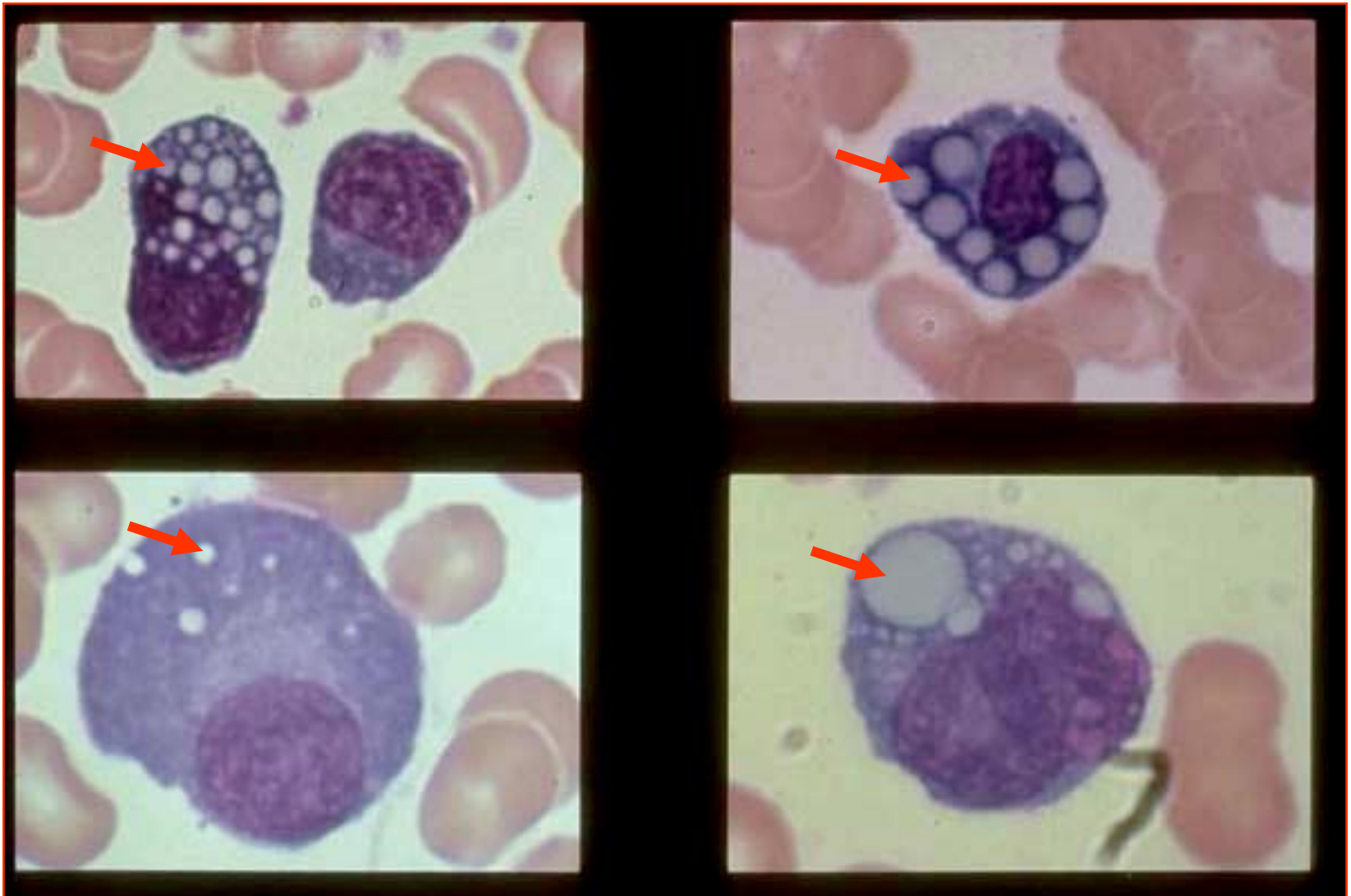




# Раселова тела - EM



# Раселова тела – светлосна микр.





# **ЕКСТРАЦЕЛУЛАРНИ МАТРИКС**

# 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**

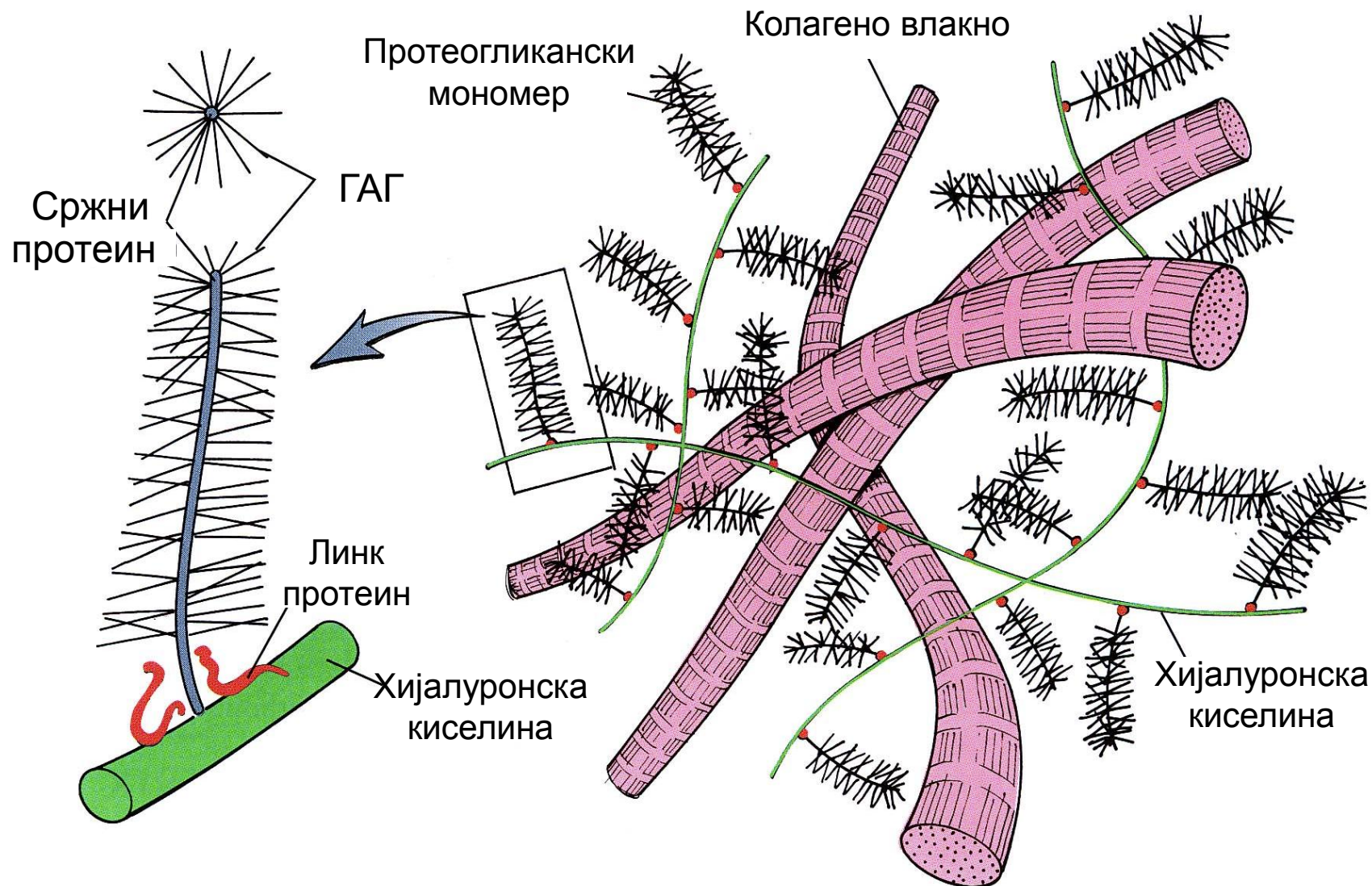
**Протеинска  
влакна**

**Колагена влакна**

**Еластична влакна**

**Ретикуларна влакна**

# Екстрацелуларни матрикс – шематски приказ



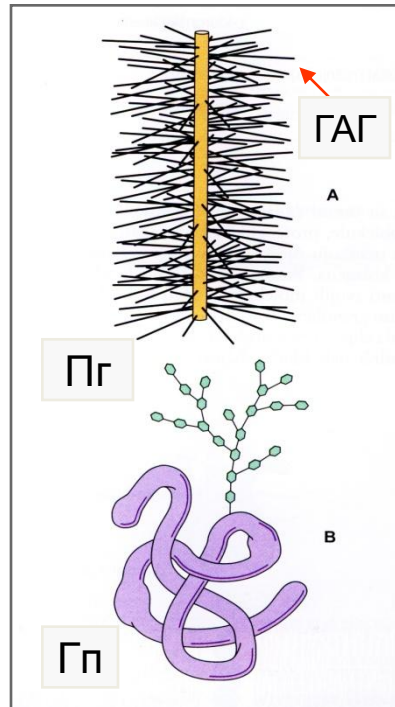
# Основна супстанца

## Протеоглигани

## Гликозаминогликани

## Адхезивни гликопротеини

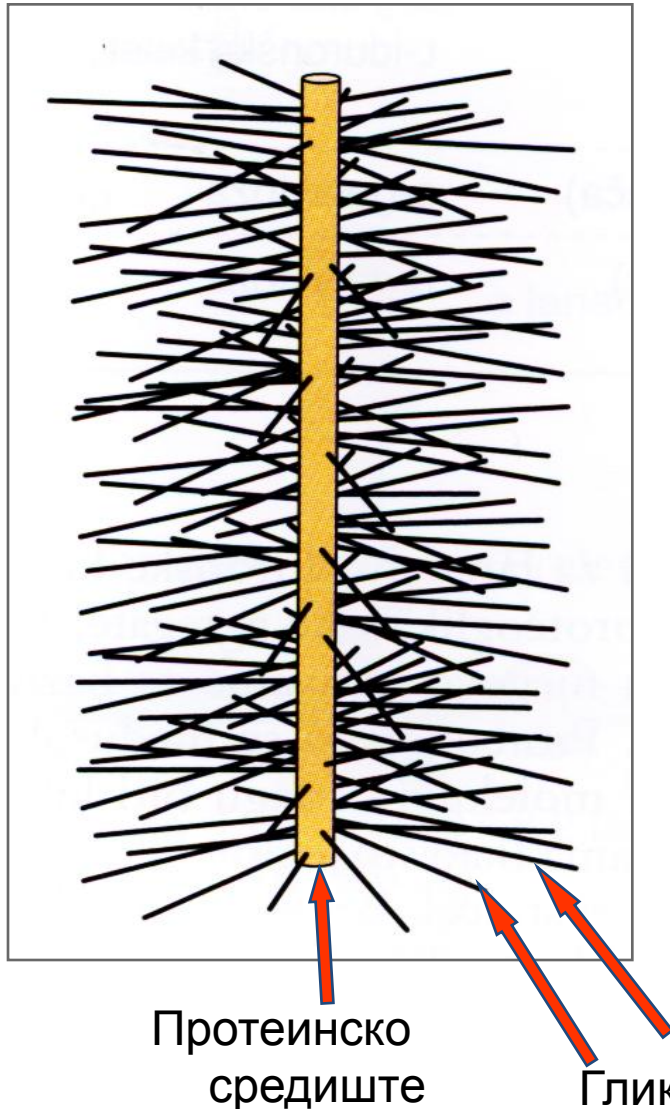
Кератан-сулфат  
Хепаран-сулфат  
Хепарин  
Хондроитин-4-сулфат  
Хондроитин-6-сулфат  
Дерматан-сулфат  
Хијалуронска киселина



Фибронектин  
Ламинин  
Ентактин  
Тромбоспондин  
Хондронектин  
Остеонектин

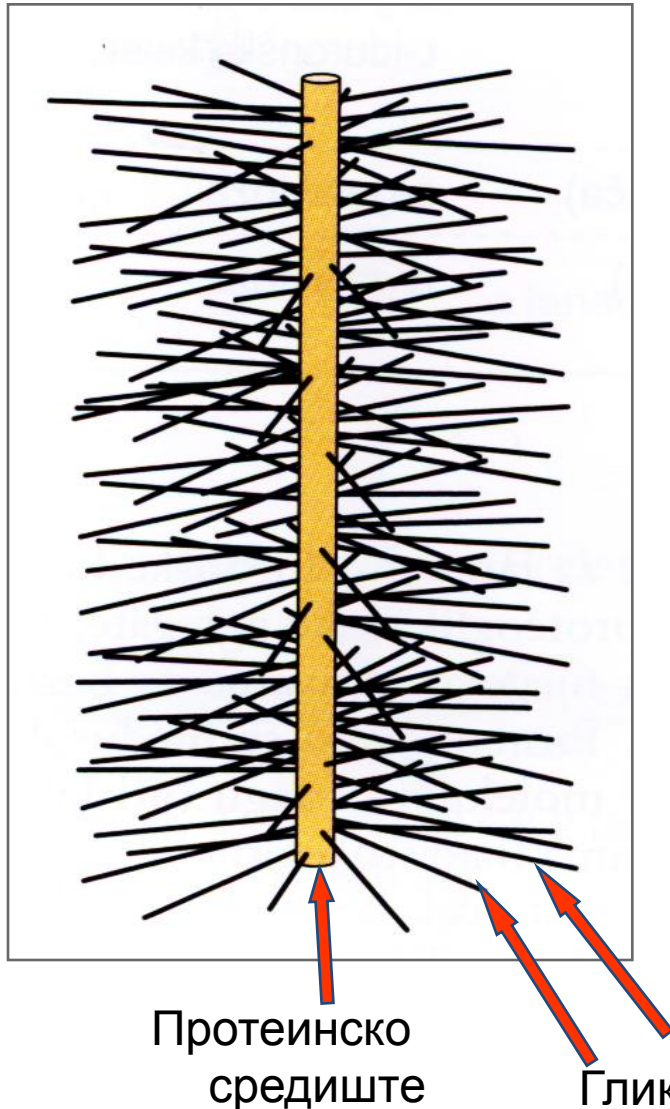


# Гликозаминогликани и протеогликани



- 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.

# Гликозаминогликани и протеоглики

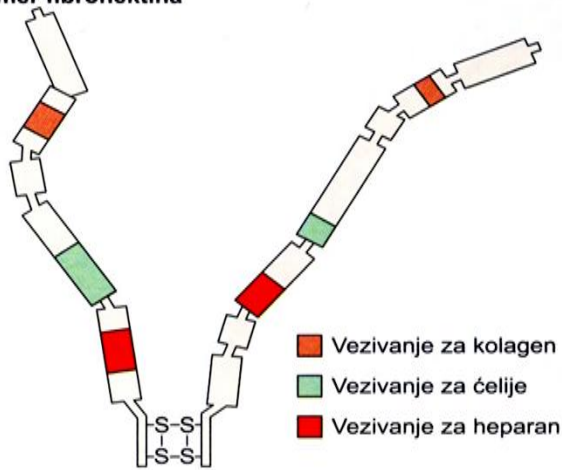


- **Протеоглики** су јако сулфатисани (кисели) гликозаминогликани са централно постављеним протенским језгром.
- Синтетишу их фибробласти, мастоцити, а у одређеним стањима и глатке мишићне ћелије синтетског фенотипа.
- Степен полимеризације ових великих молекула одређује степен вискозности основне супстанце.

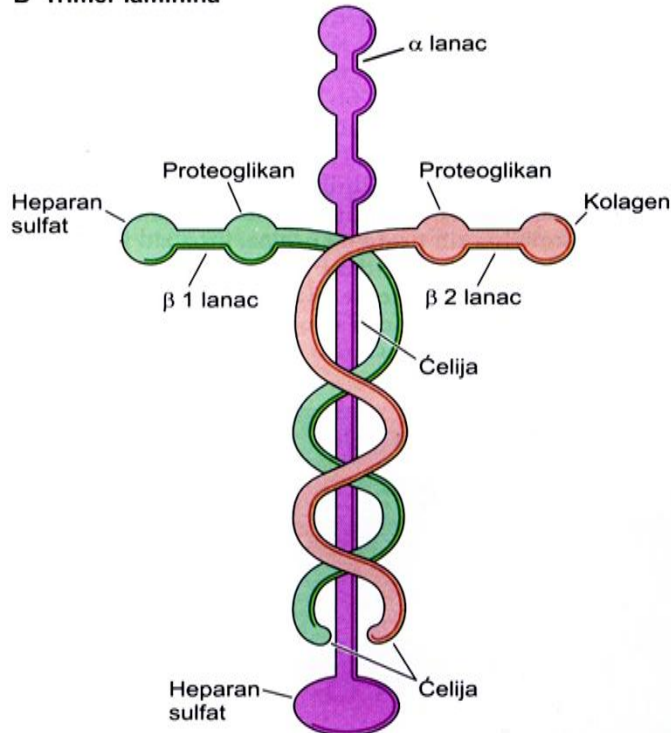


# Адхезивни гликопротеини

A Dimer fibronektina

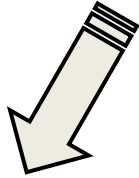


B Trimer laminina

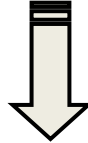


- Адхезивни гликопротеини су укључени у интеракције између ћелије и ЕЦМ-а.
- Полисахаридни ланци код протеогликана су разгранати.
- Адхезивни гликопротеини имају везујућа места за трансмембранске протеине ћелијских мембрана, затим за колагена влакна ванћелијског матрикса и најзад, за гликозаминогликане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

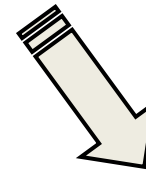
# Влакна везивног ткива



**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  $\alpha$  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  $\alpha$  ланца. Најбоље је проучено првих седам типова.

# Колаген

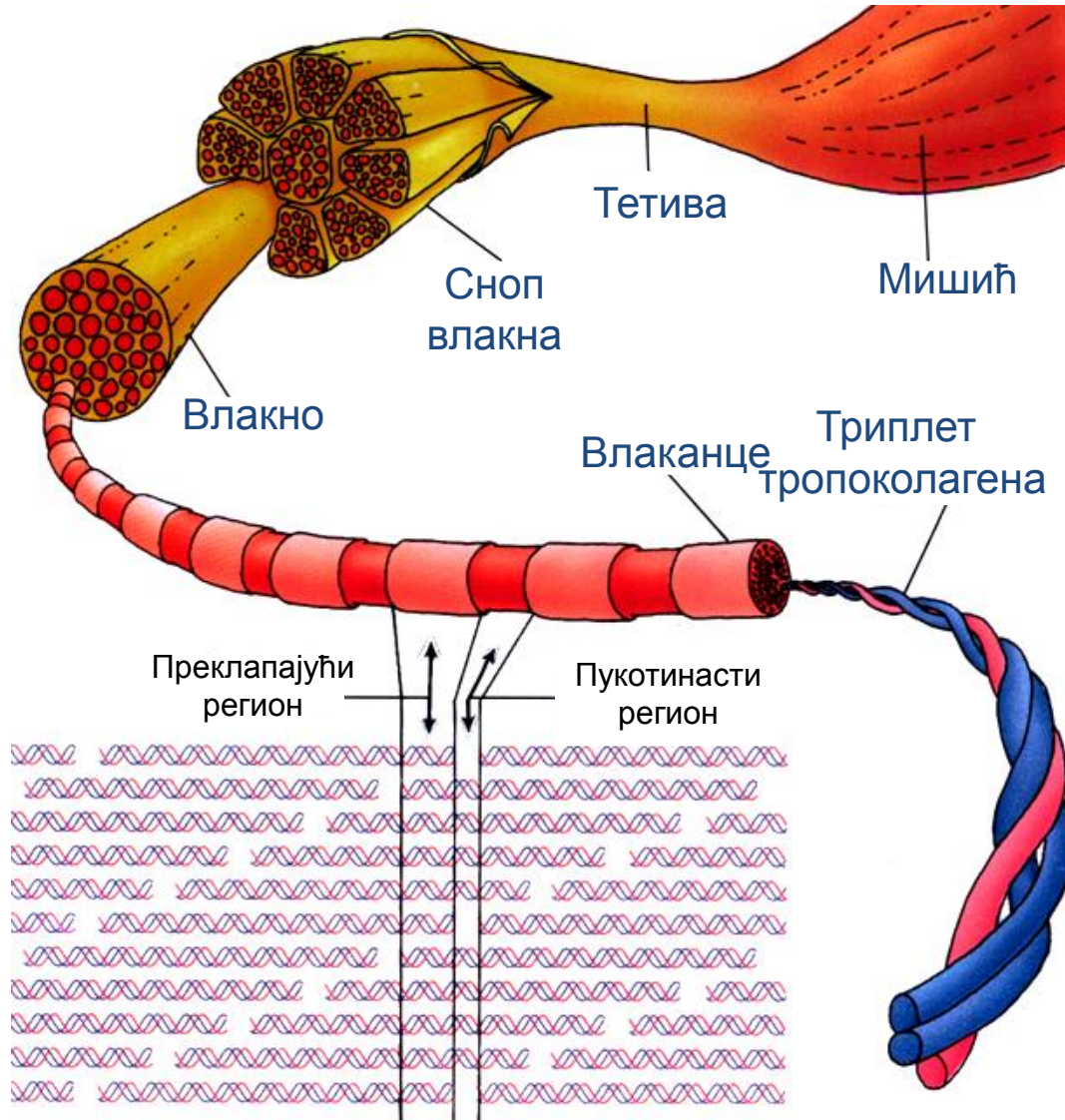
- **Колаген тип I**
  - чини око 90% колагена и гради влакна у растреситом и густом везивном ткиву.
- **Колаген тип II**
  - формира влаканца у хијалиној хрскавици.
- **Колаген тип III**
  - формира ретикуларна влакна.
- **Колаген тип IV**
  - гради мрежу у базалној ламини.

# Колаген

- **Колаген тип V**
  - гради везу између ћелија и осталих структура ткива.
- **Колаген тип VI**
  - формира танка влаканца углавном у рожњачи.
- **Колаген тип VII**
  - везује интерстицијална колагена влакна (тип I и II) за неколагене елементе у структури ткива.

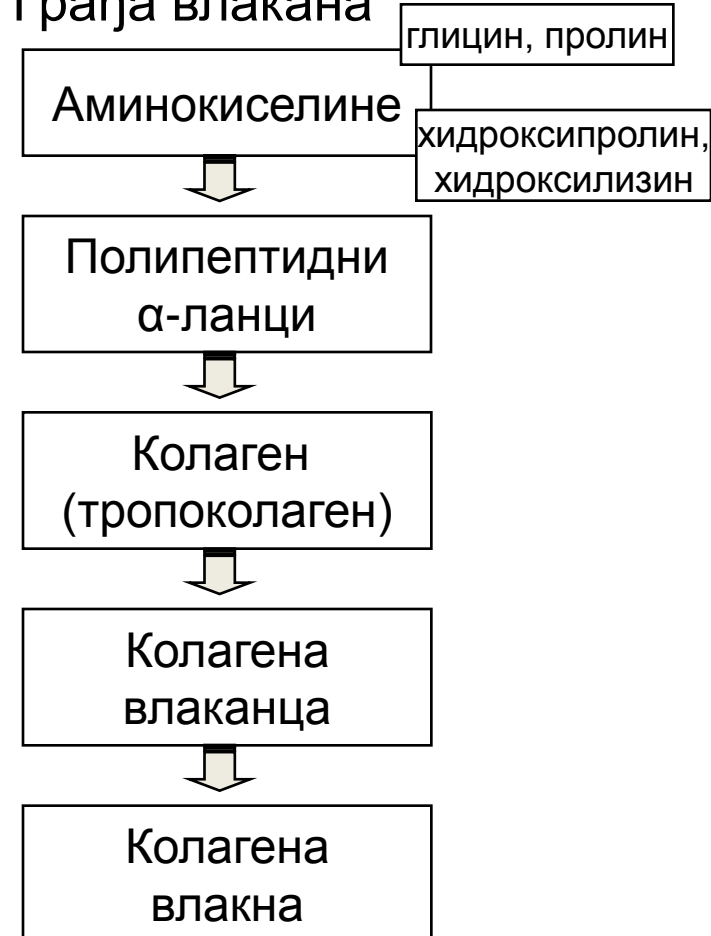


# Колагена влакна



- Дијаметар влакана је 0,2-10  $\mu\text{m}$ .

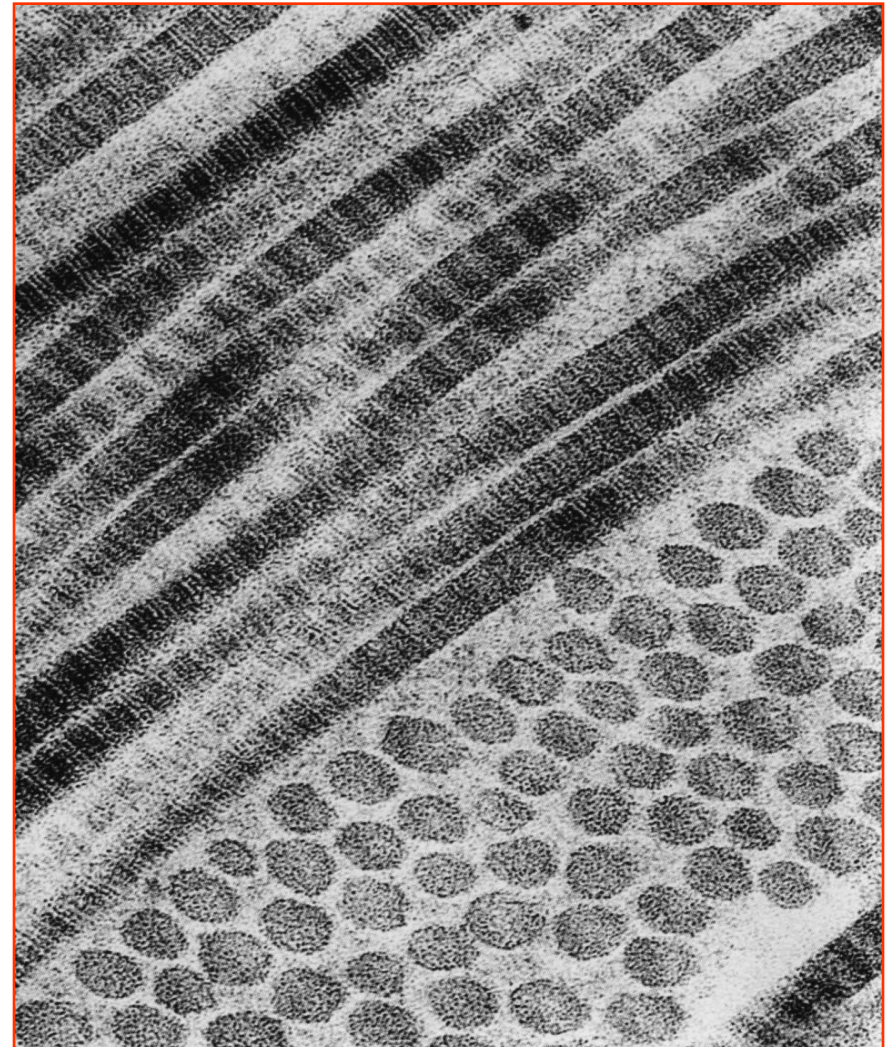
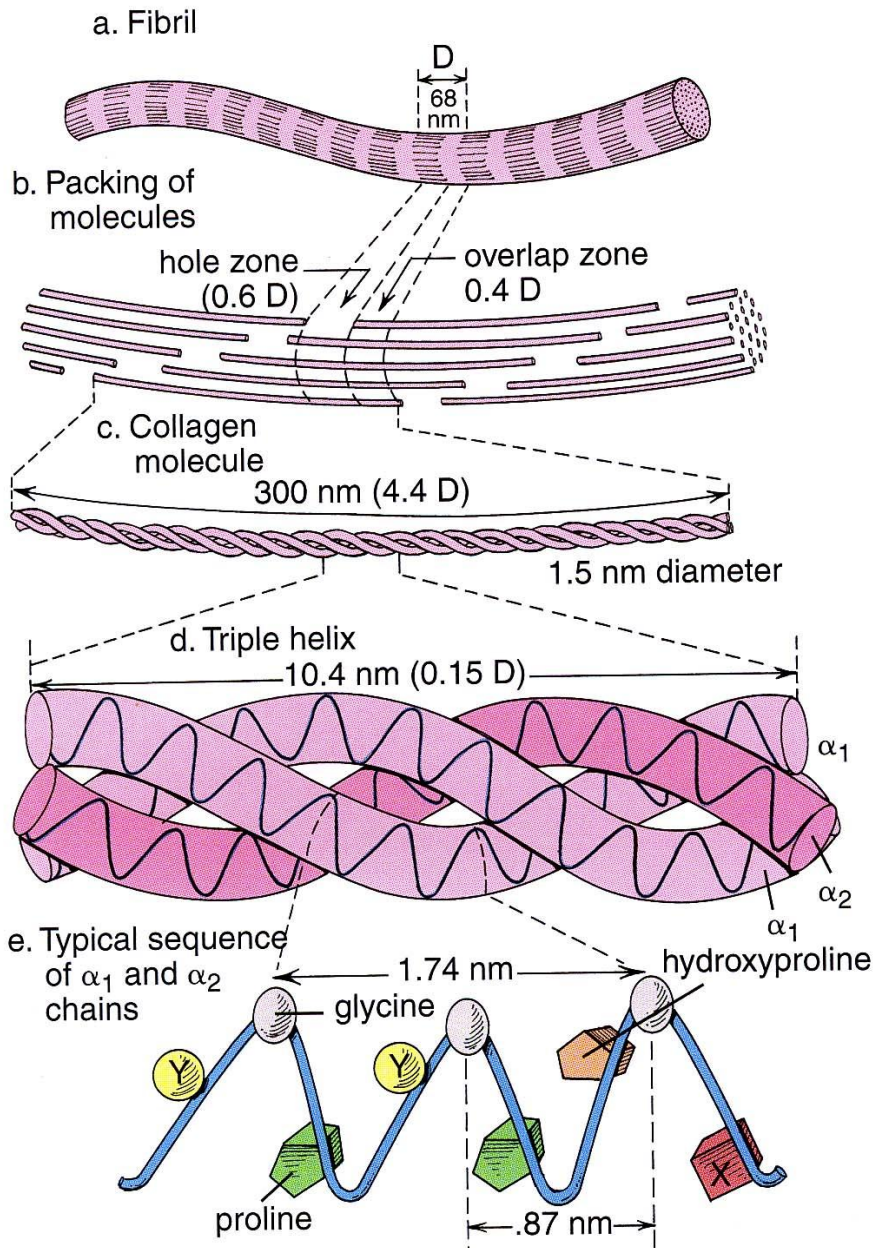
## Грађа влакана





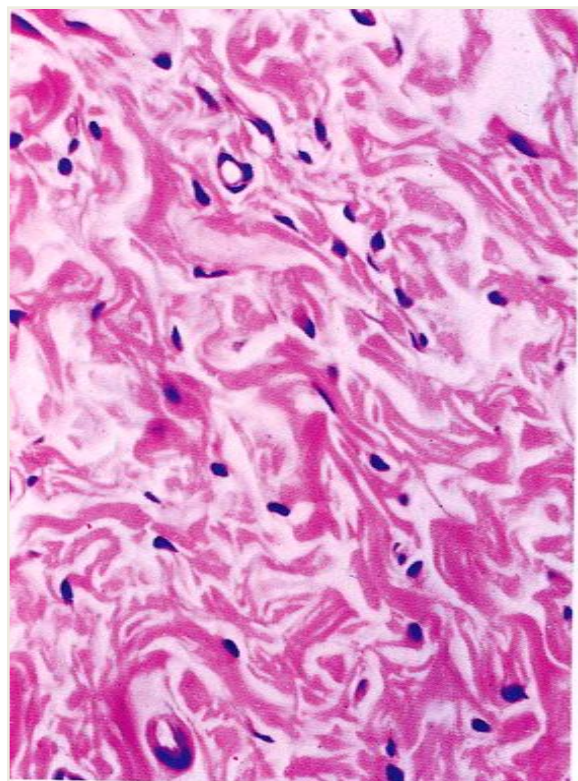
# Колагена влакна

- Попречне пруге се смењују на 67 nm.

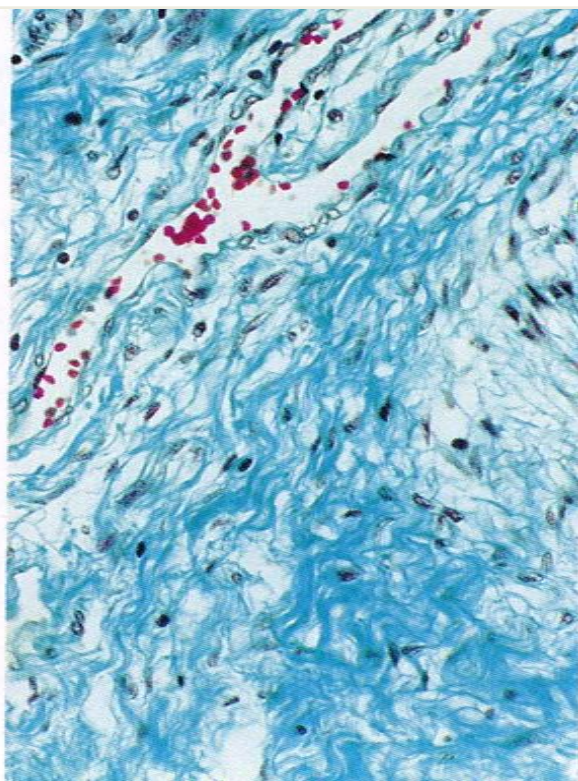




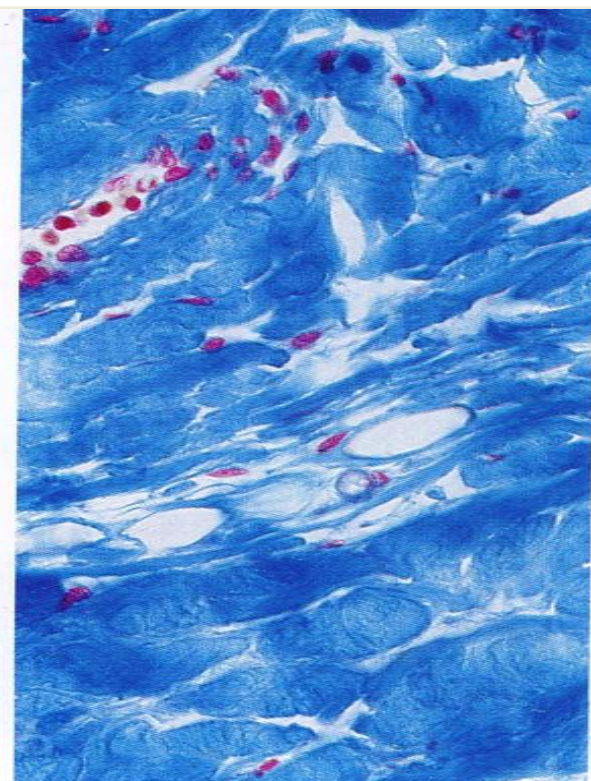
# Колагена влакна - CM



HE бојење



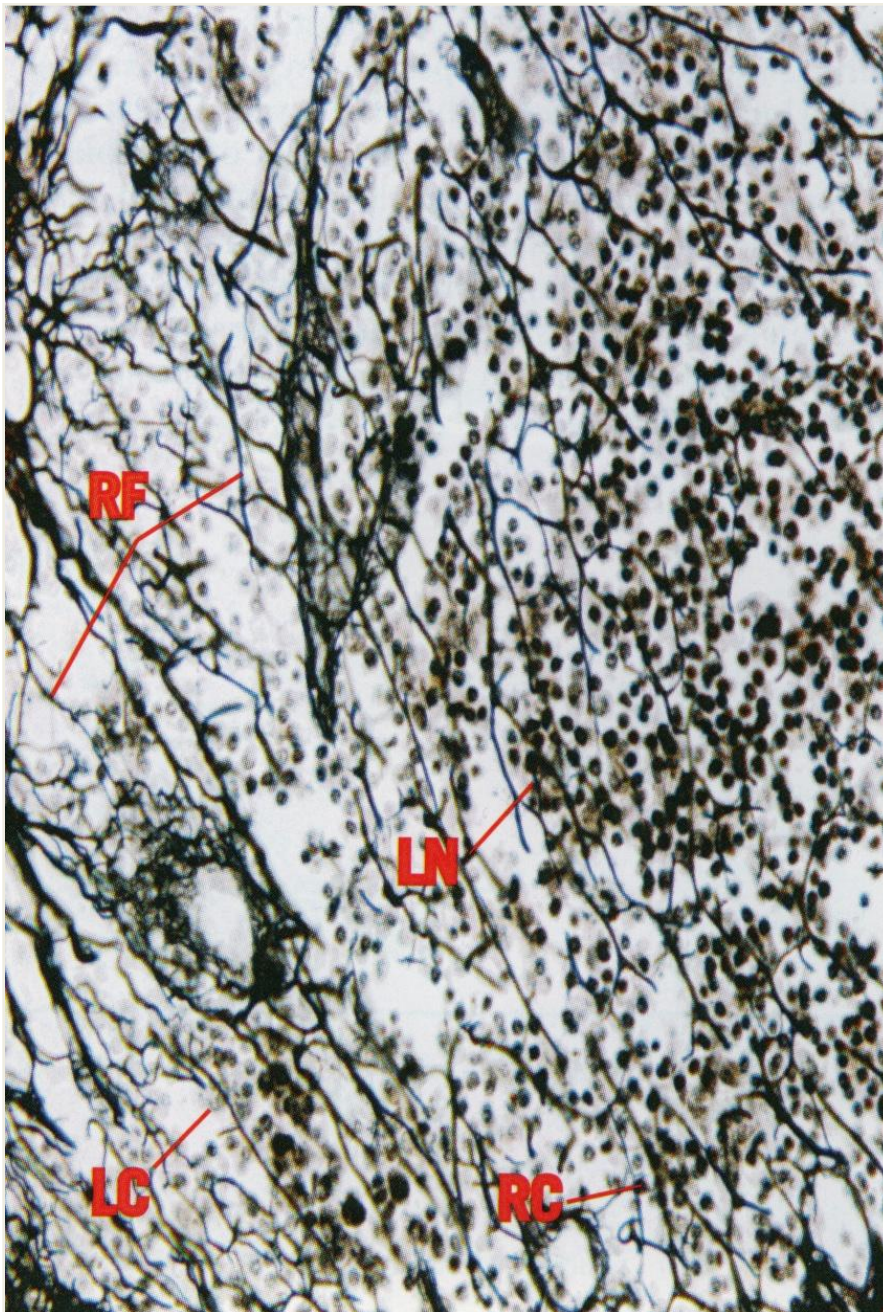
Масоново трихромно бојење



Азан



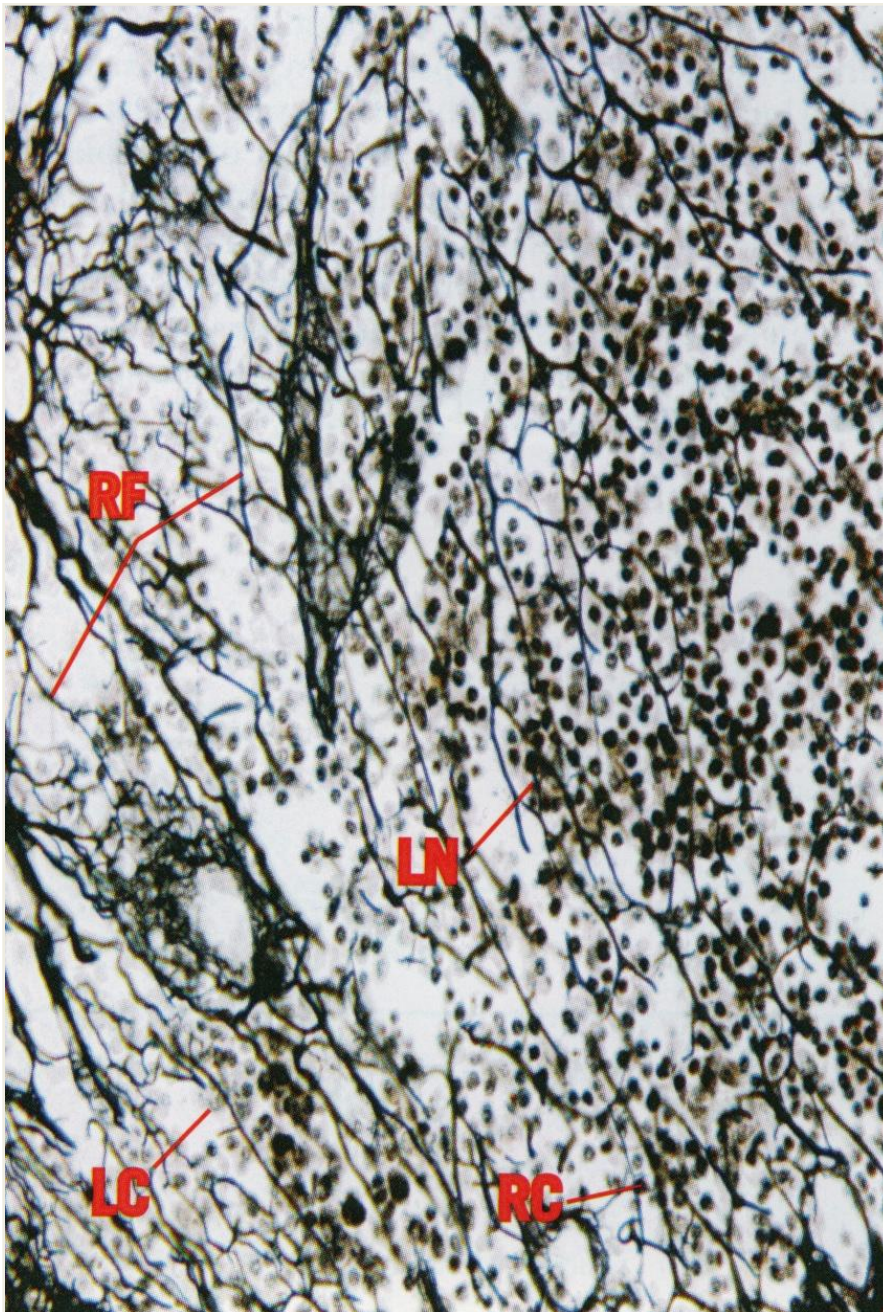
# Ретикуларна vlakна



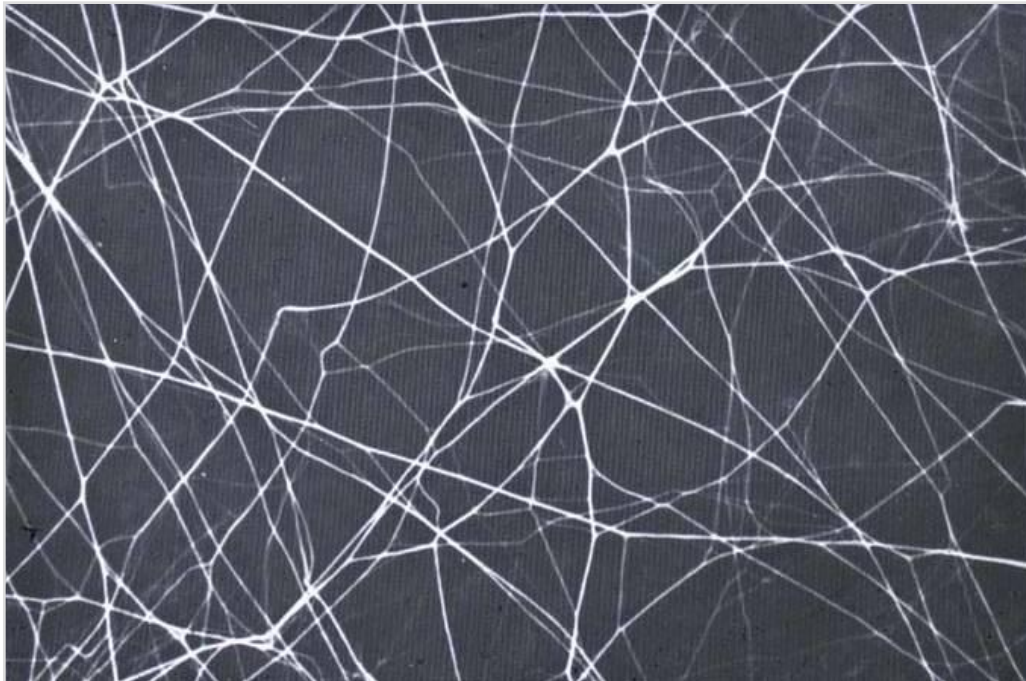
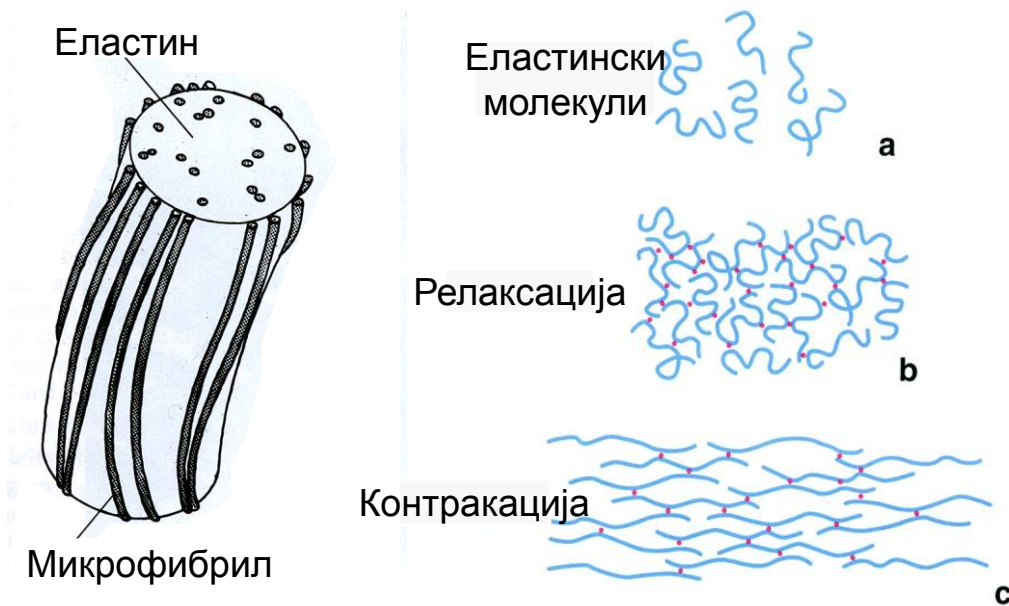
- Пречник влакана 0,5-2  $\mu\text{m}$ .
- Изграђена из колагена тип III.
- Ретикуларна влакна се налазе у ткивима повезана са јачим колагеним влакнима типа I.
- Формирају потпорну тродимензионалну мрежу, која подупире ћелије.
- Приказују се ПАС и Гоморијевим бојењем (аргиروفилна влакна).



# Ретикуларна vlakна



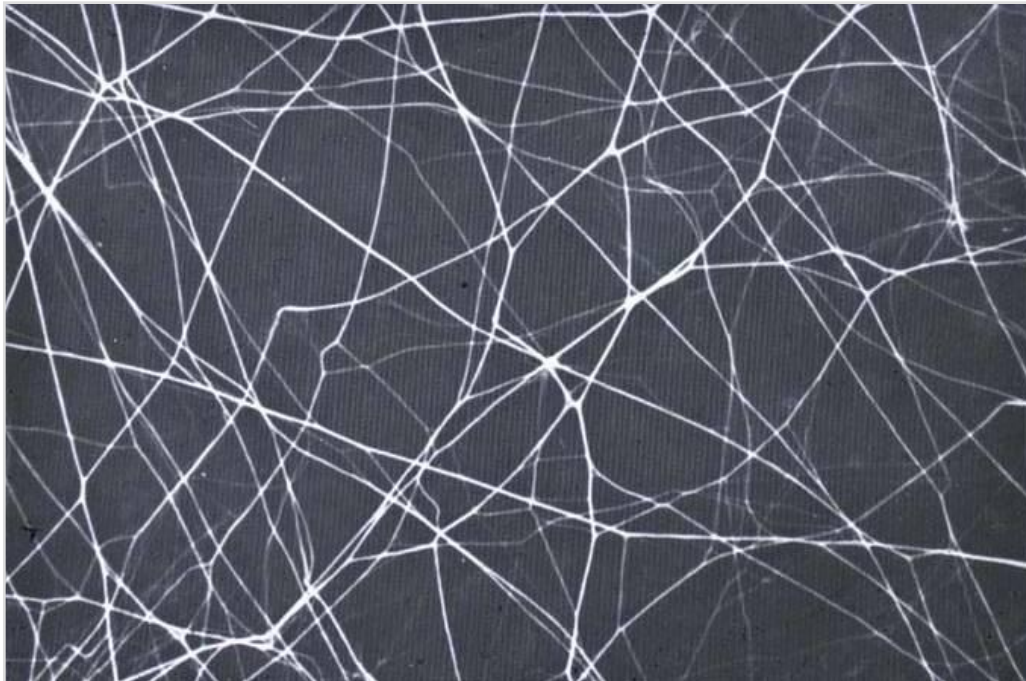
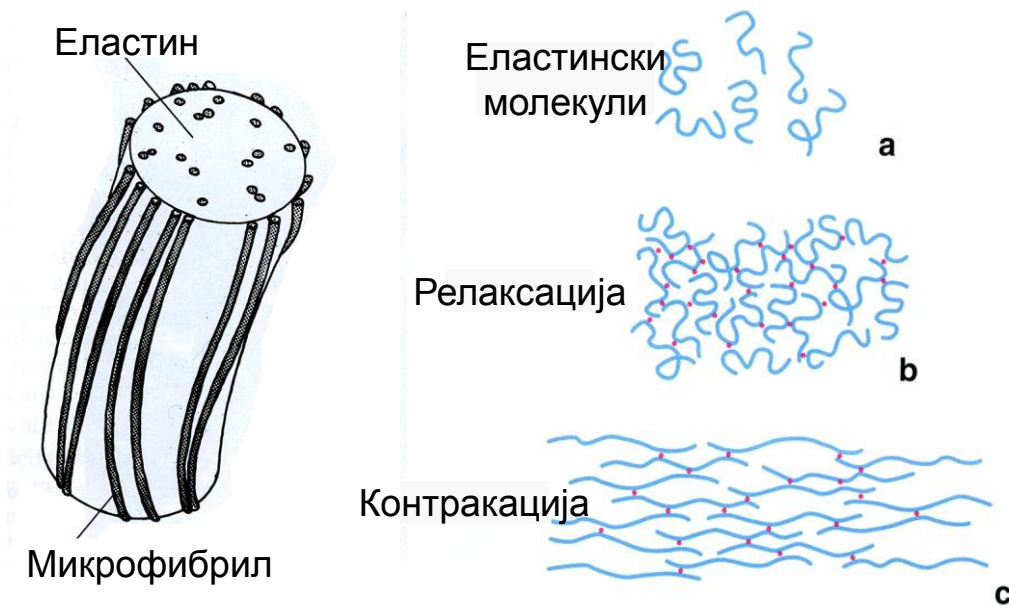
- Присутна су у лимфним органима, около жлезданих ацинуса, масних и мишићних ћелија.
- Колаген типа III се често назива и "фетални" колаген, јер фетално ткиво садржи више колагена III у свом саставу у односу на адултно ткиво на истом месту.



# Еластична vlakна

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



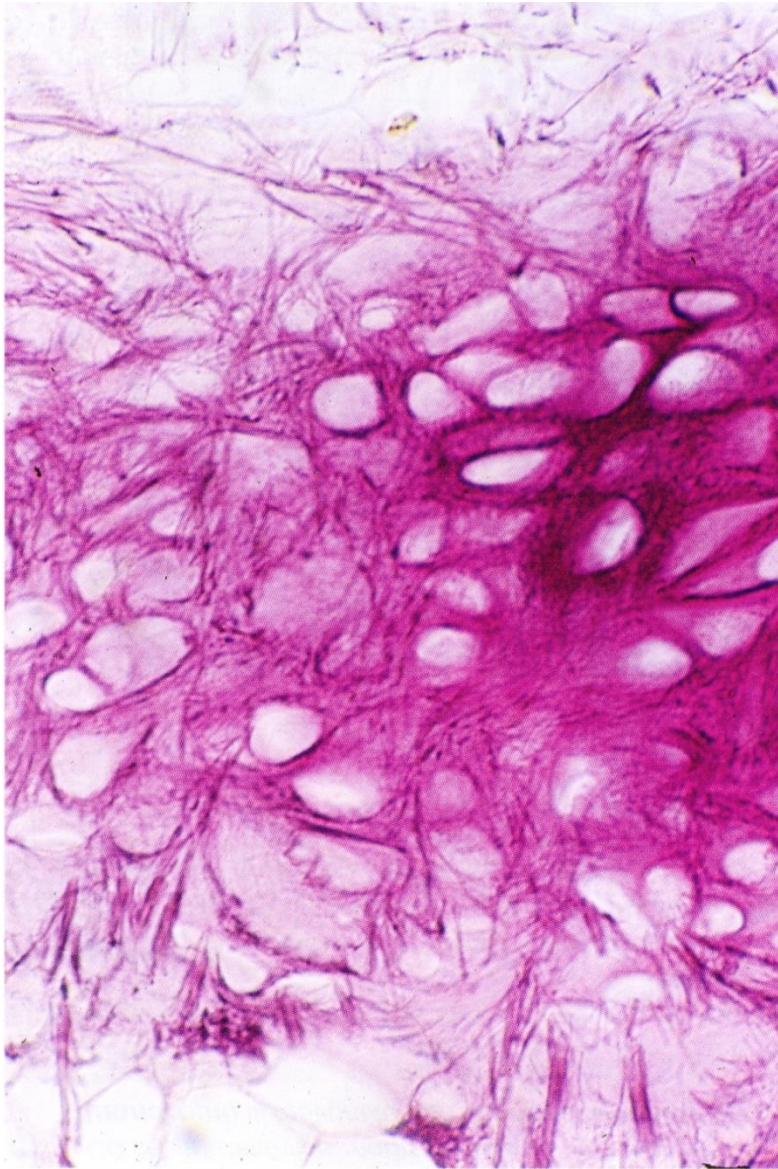


# Еластична vlakna

- 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.



# Еластична влакна



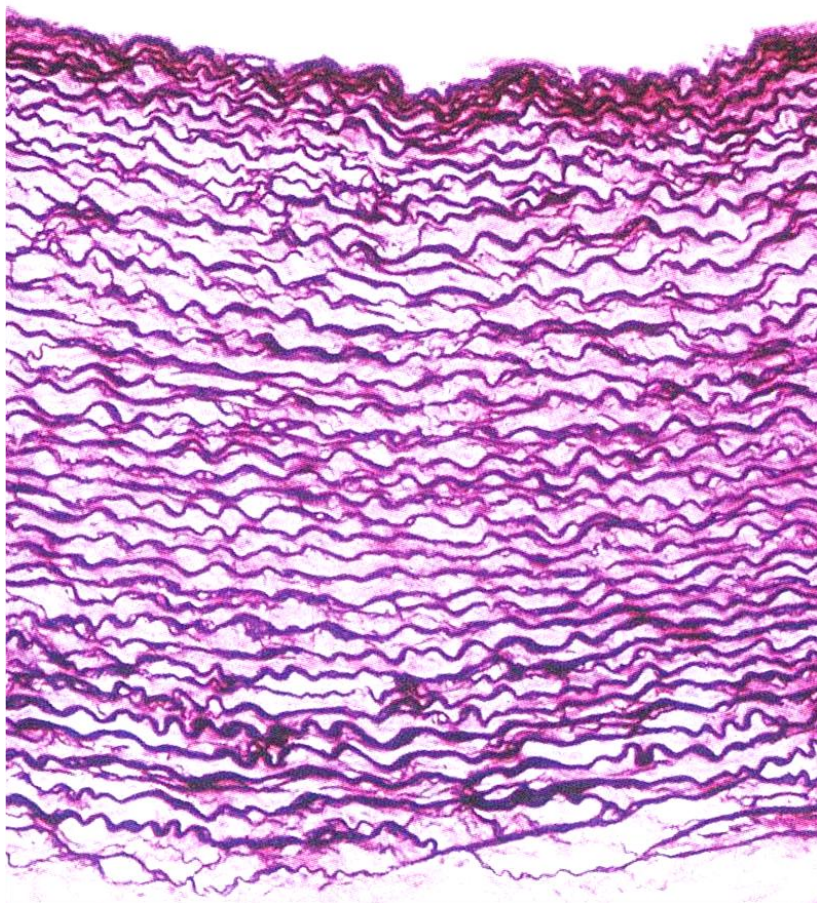
Бојење резорцином



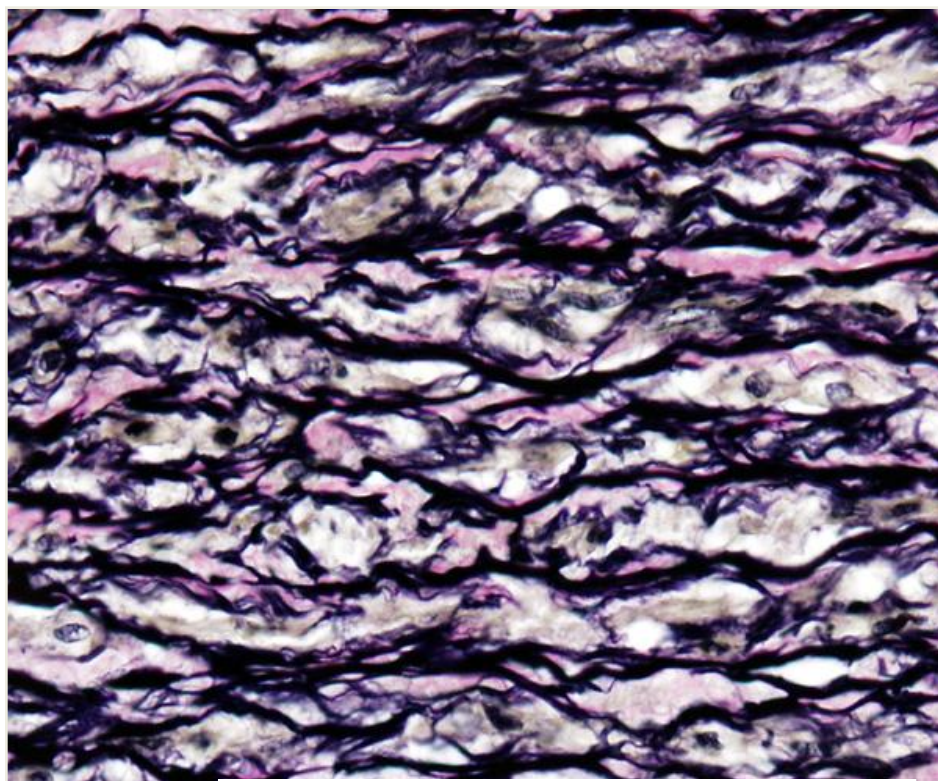
Бојење орцеином



# Еластична влакна

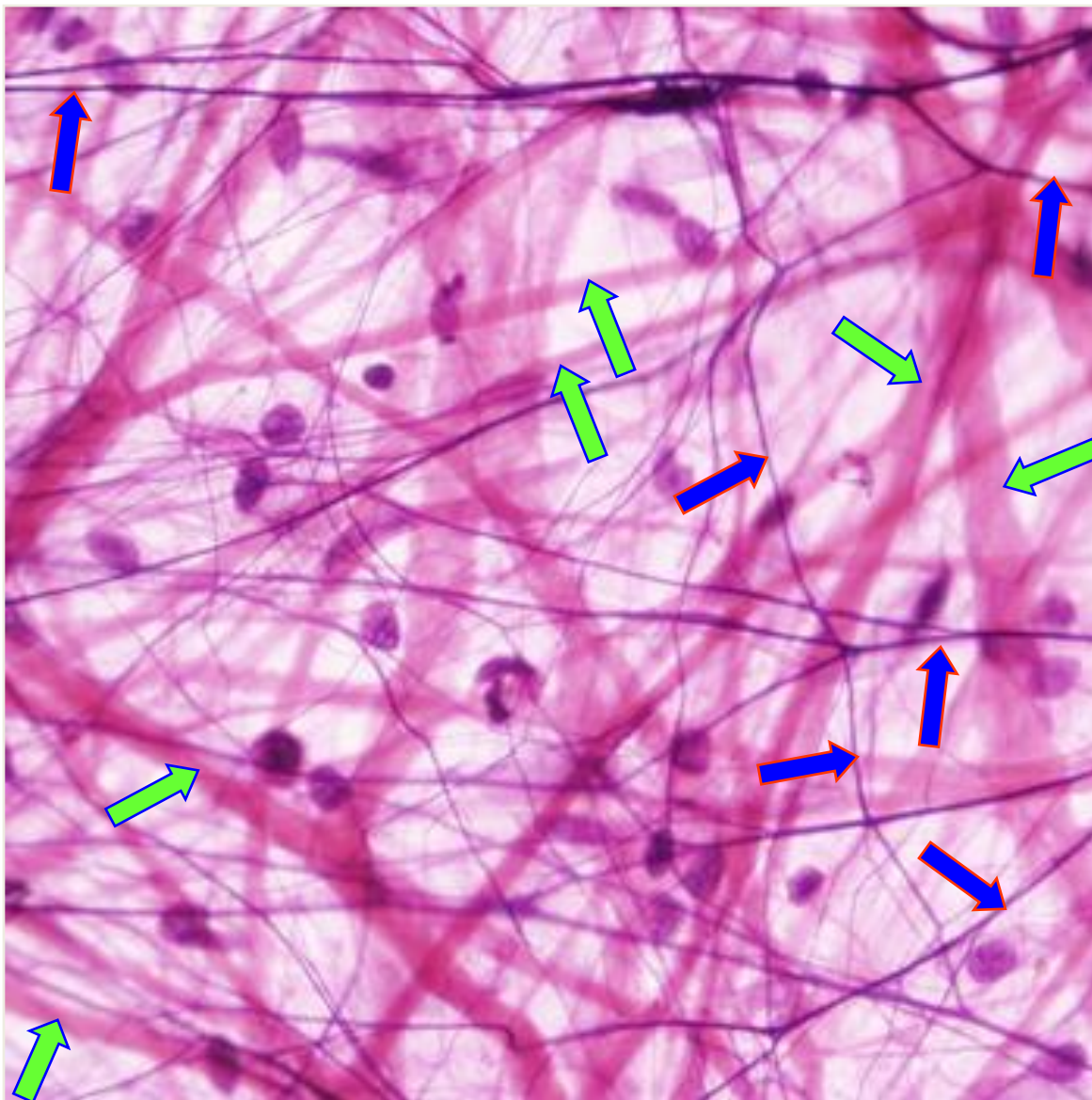


**Weigert-ово бојење**





**Verhoeff - van Gieson бојење**





## Колагена и еластична влакна

 колагена влакна  
 еластична влакна

# **КЛАСИФИКАЦИЈА ВЕЗИВНИХ ТКИВА**

# Везивна ткива



```
graph TD; A[Везивна ткива] --> B[Ембрионална]; A --> C[Адултна]; B --> D[Мезенхимско ткиво (мезенхим)  
Слузно везивно ткиво]; C --> E["а) Са општим својствима  
1. Растресито везиво  
2. Густо везиво  
- регуларно  
- ирегуларно  
  
б) Специјализована везивна ткива  
3. Масно ткиво  
- жуто  
- мрко  
4. Хематопоезно ткиво  
5. Хрскавичаво ткиво  
6. Коштано ткиво  
7. Крв"]
```

## Ембрионална

**Мезенхимско ткиво (мезенхим)**

**Слузно везивно ткиво**

## Адултна

### а) Са општим својствима

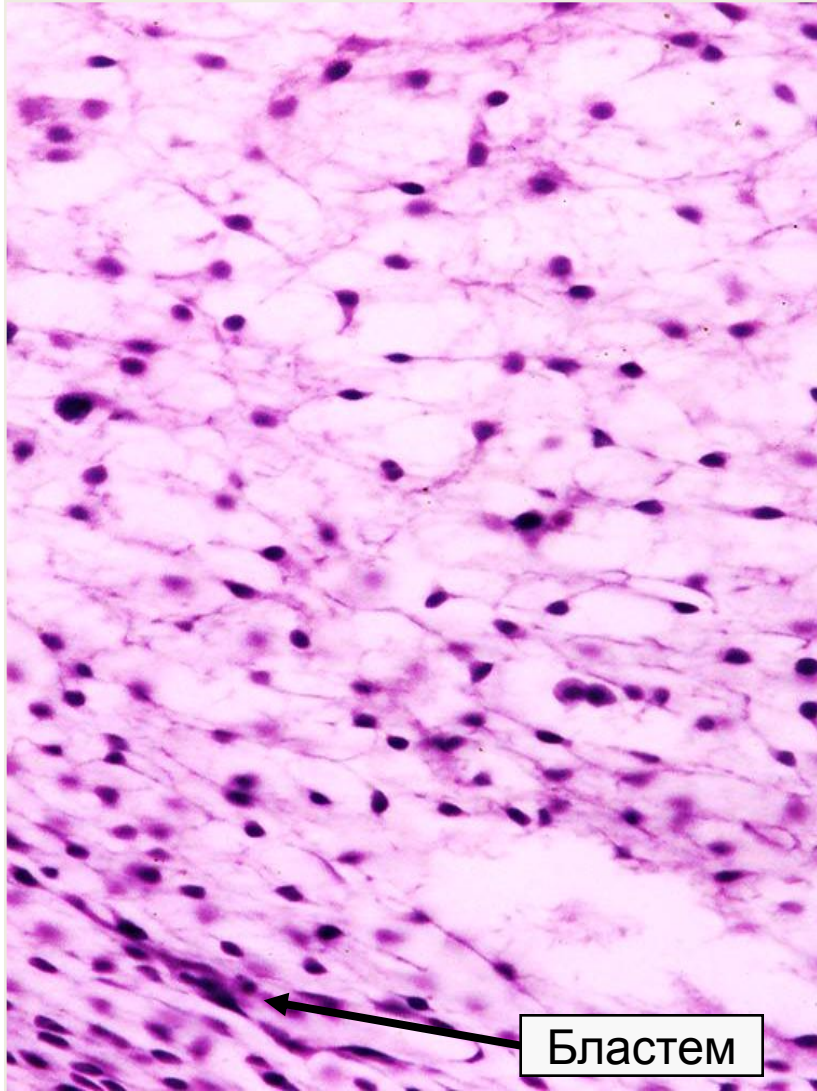
1. Растресито везиво
2. Густо везиво
  - регуларно
  - ирегуларно

### б) Специјализована везивна ткива

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

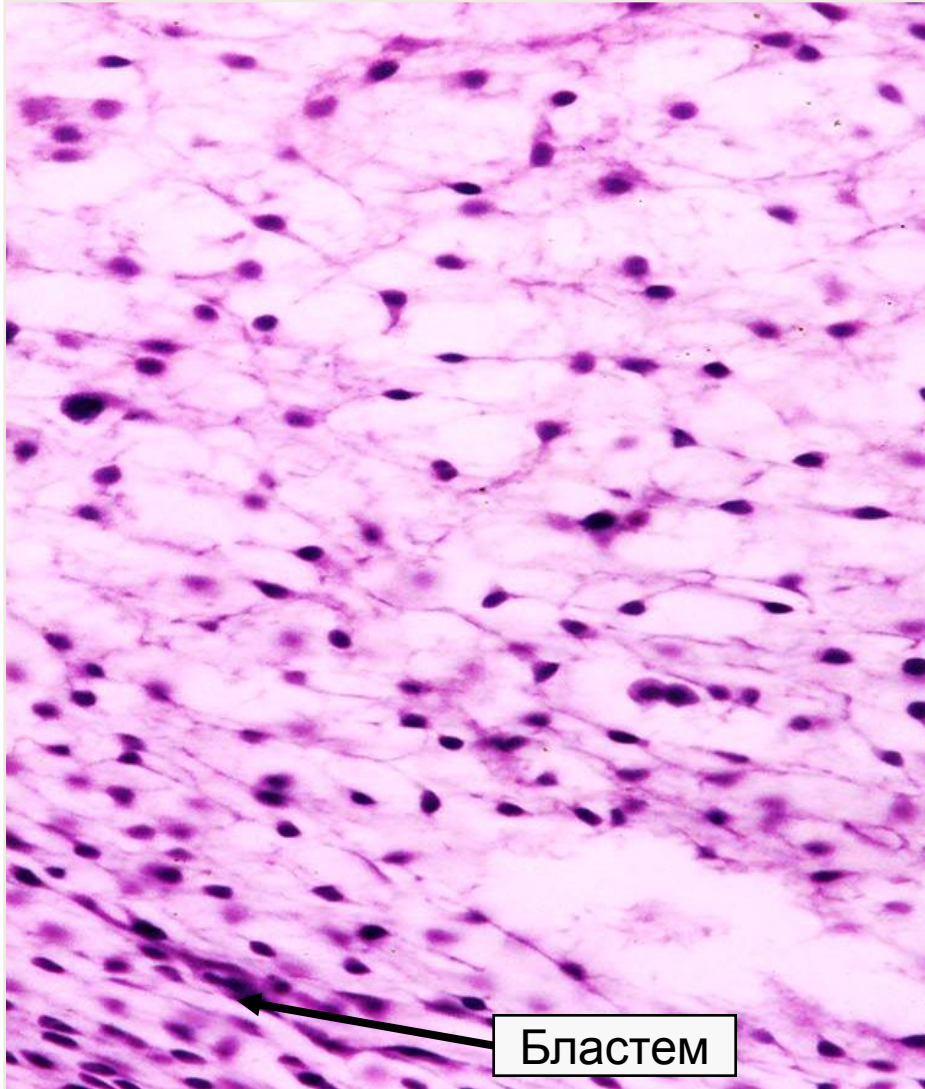


# Мезенхимско ткиво



- **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 вкана.
- Мезенхималне ћелије се одликују великим пролиферативним потенцијалом и честим митозама.

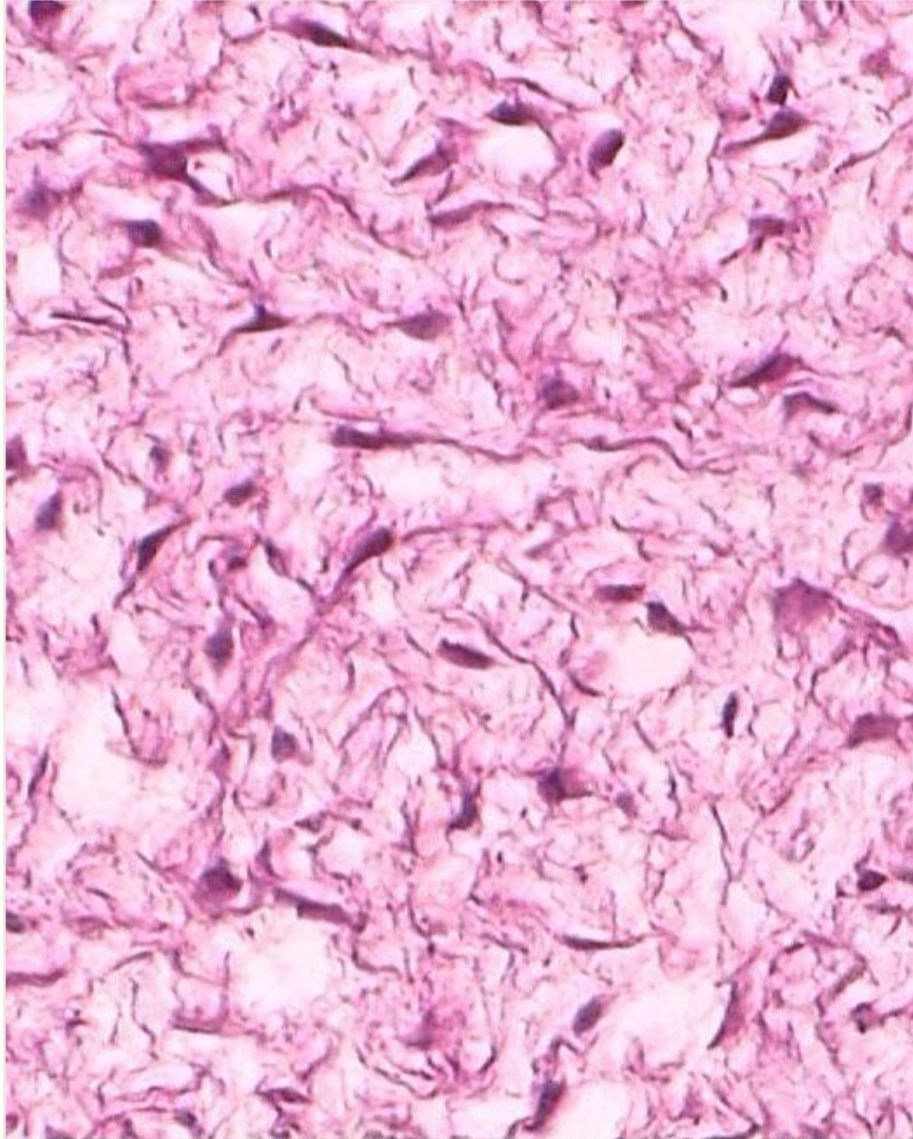
# Мезенхимско ткиво



- Миграцијом и збијањем мезенхималних ћелија формирају се **бластем** од којих се касније диферентују скелетно и мишићно ткиво.
- Од мезенхима настају адултна везивна ткива



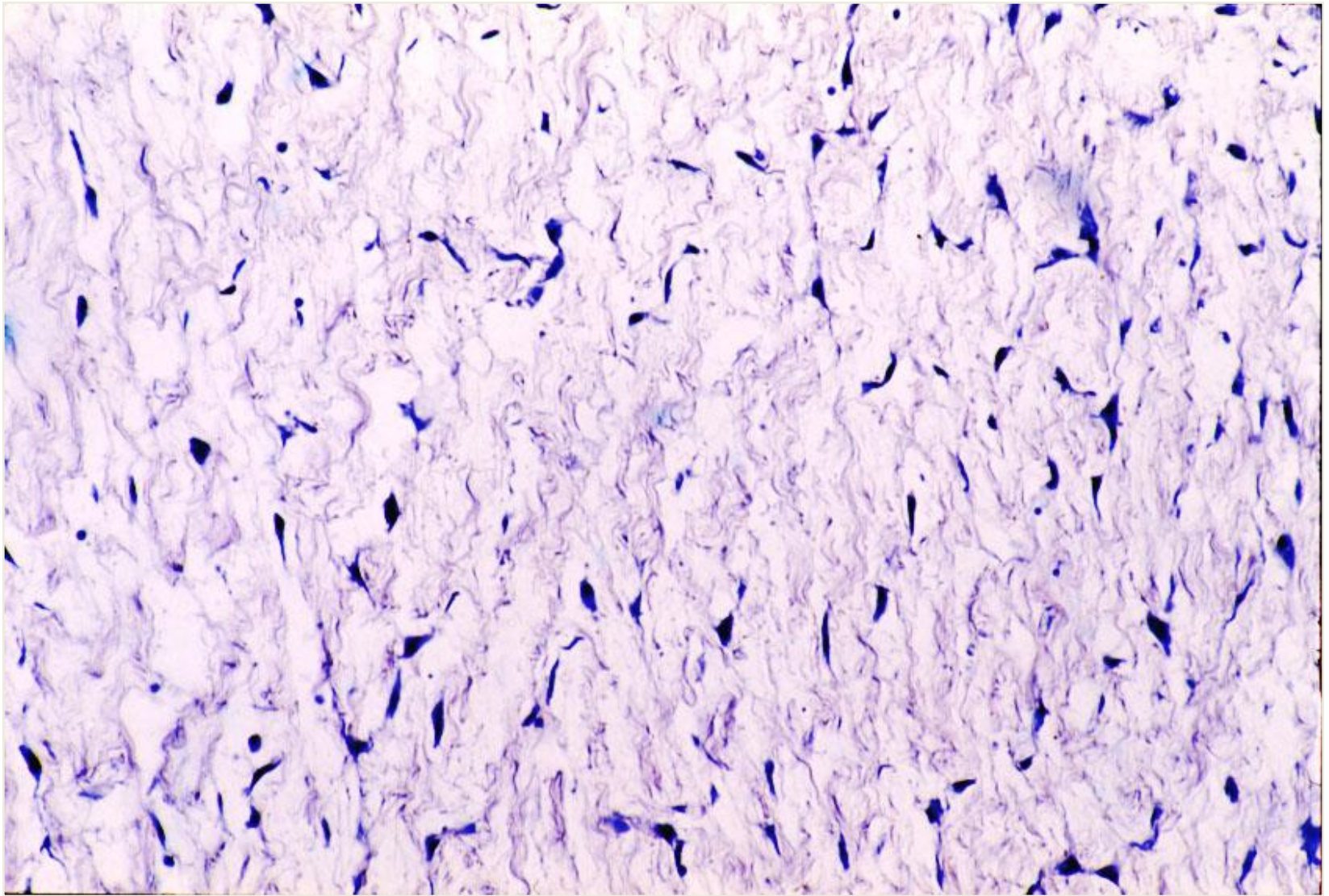
# Слузно везивно ткиво



- **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.

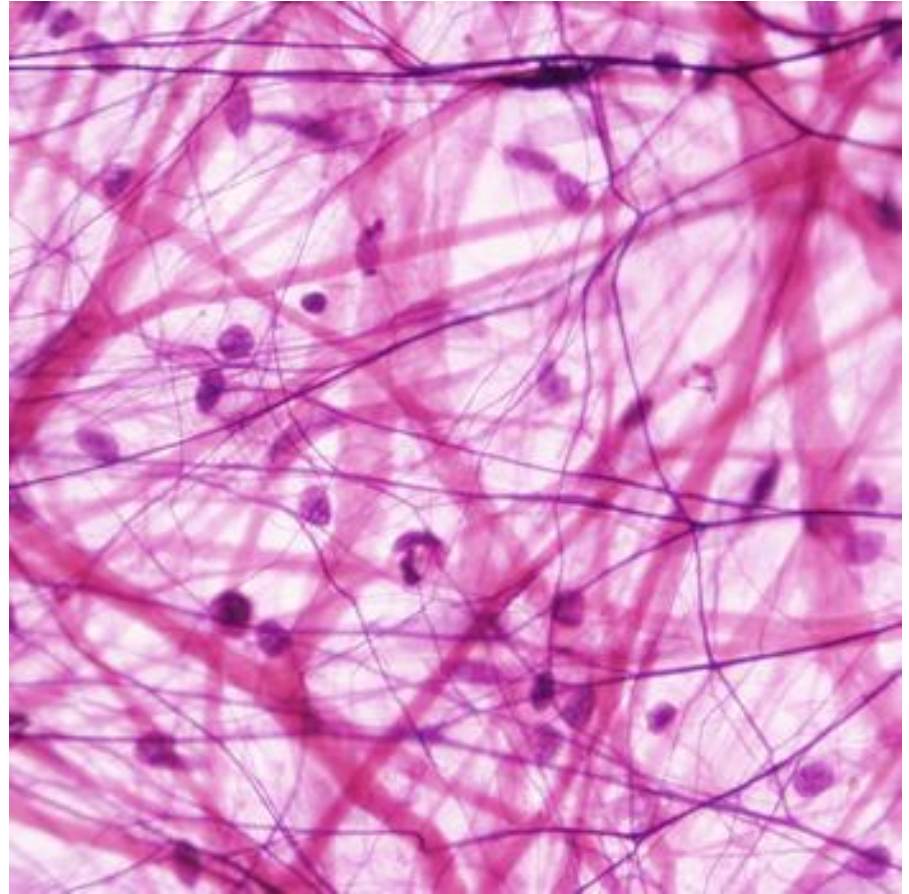
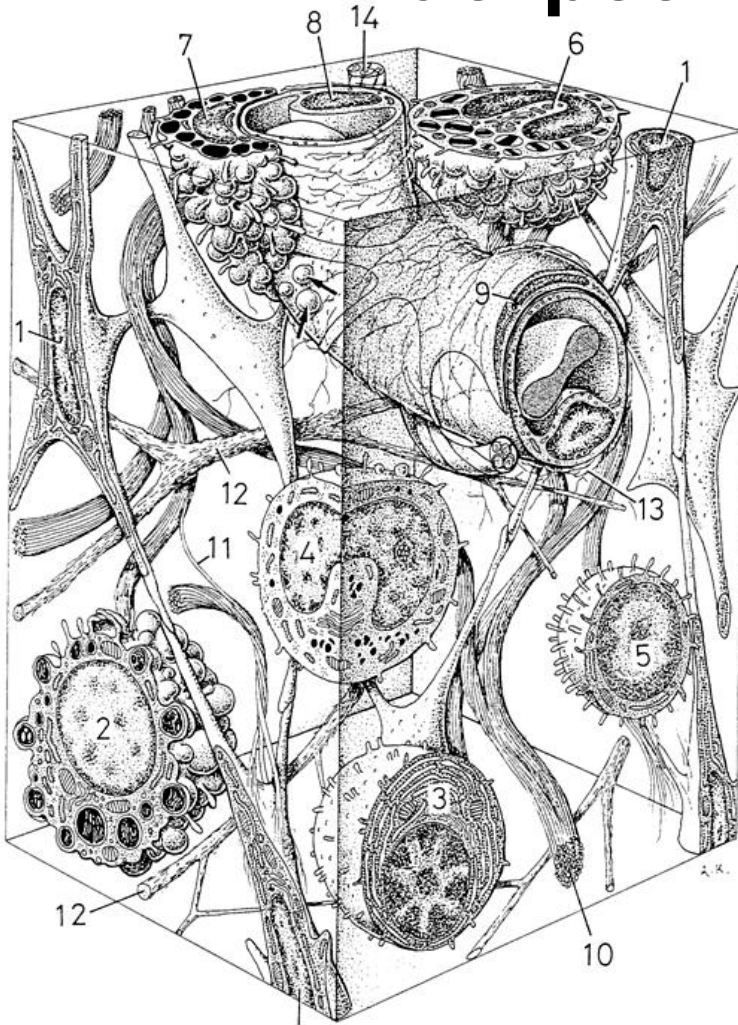


# Слузно везивно ткиво





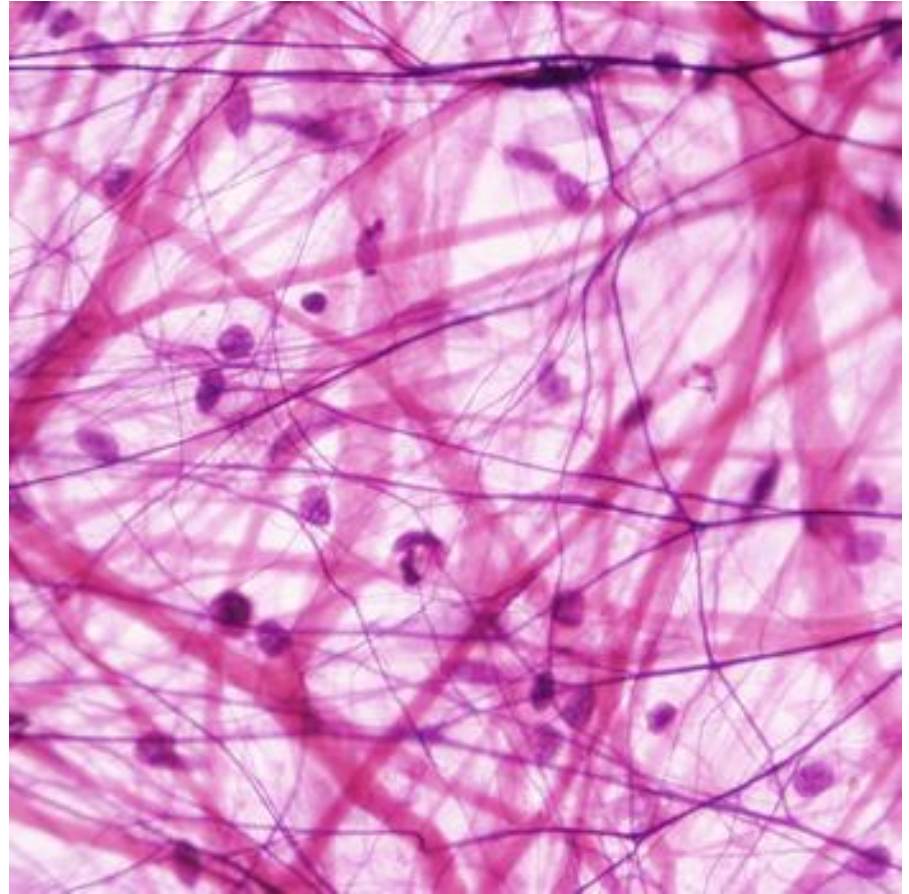
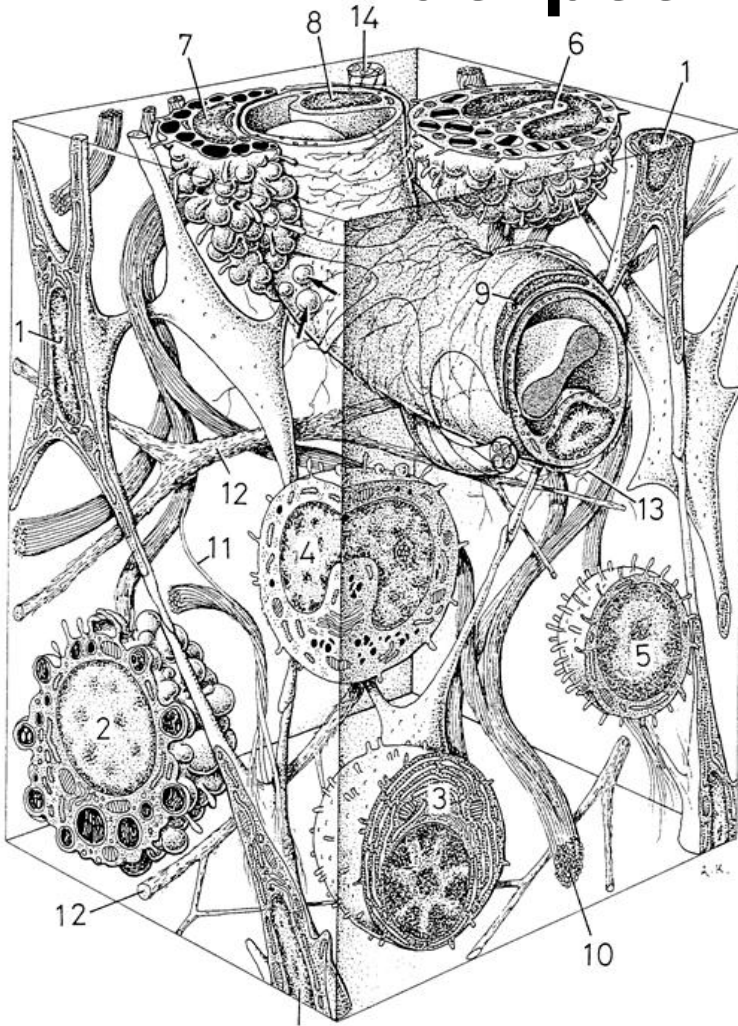
# Растресито везивно ткиво



- 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.



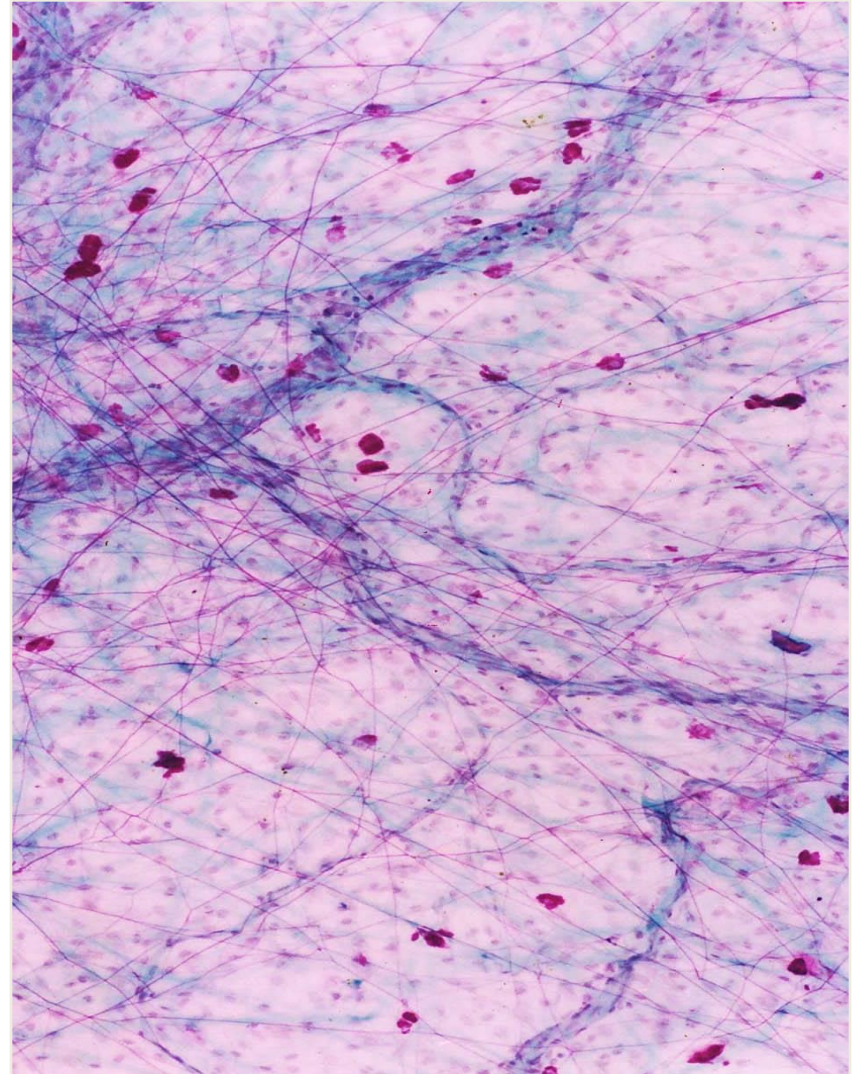
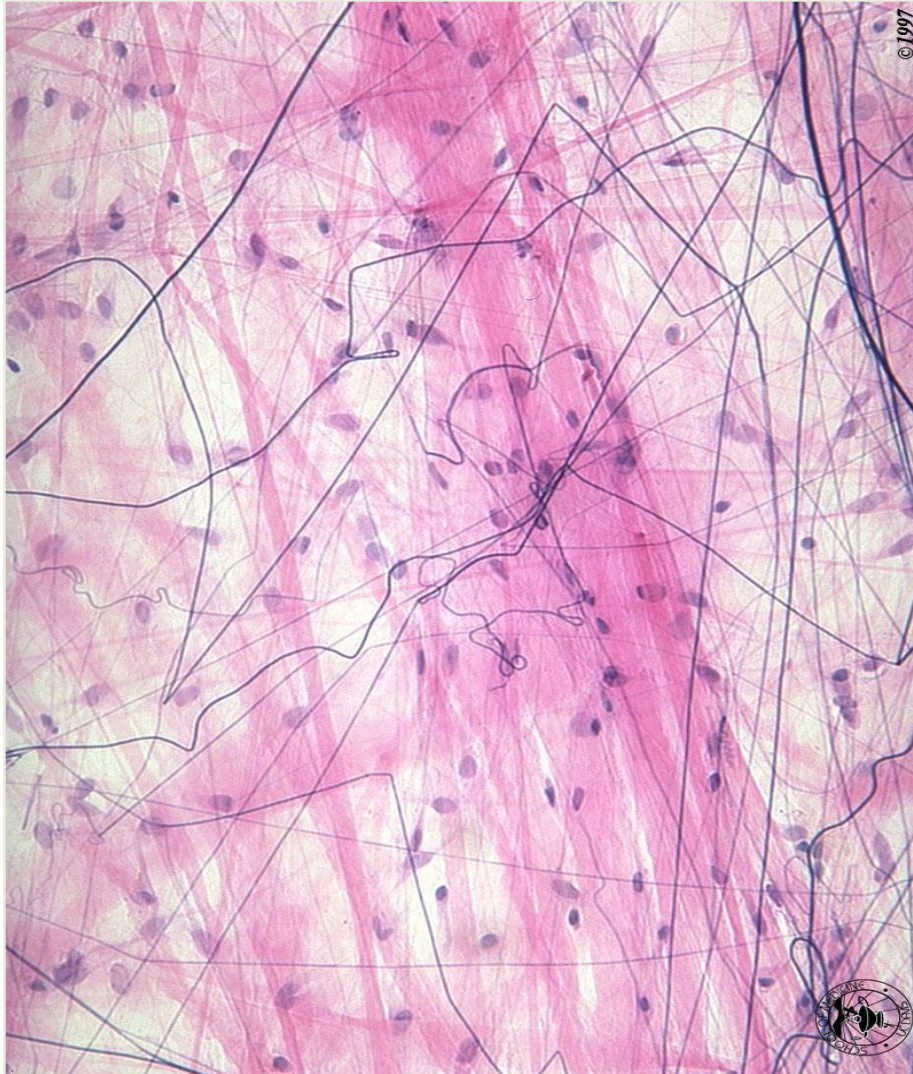
# Растресито везивно ткиво



- 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.



# Растресито везивно ткиво





# Пигментно везивно ткиво



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

# Густо везивно ткиво



• Ирегуларно везиво

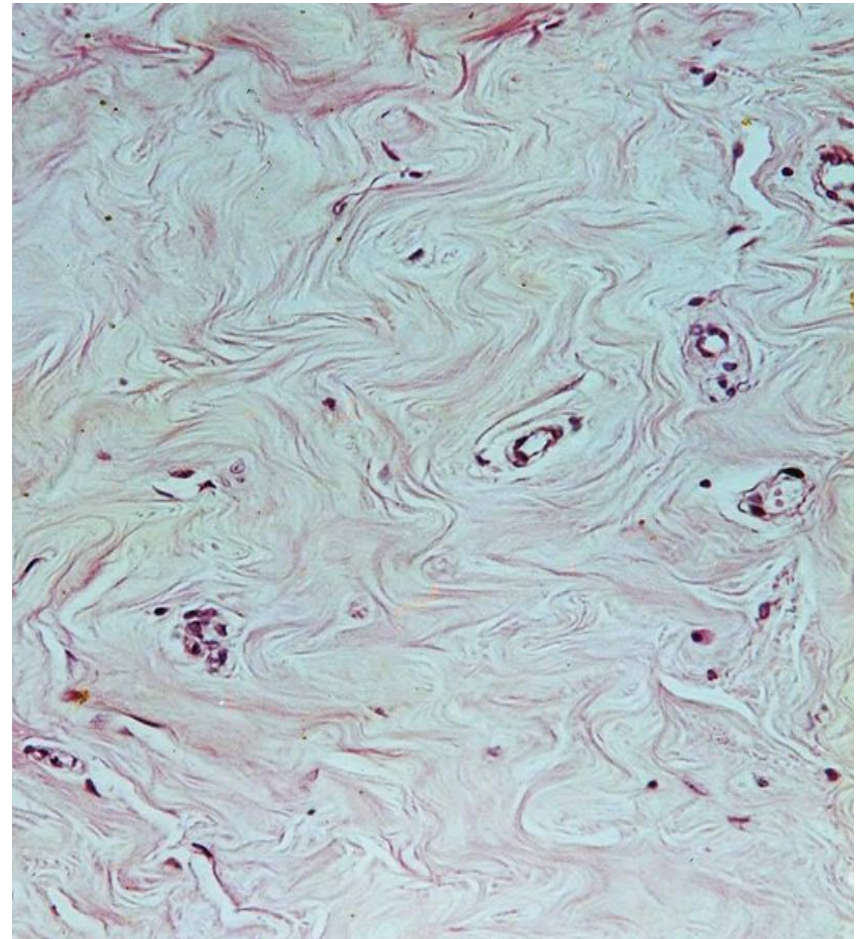


• Регуларно везиво

- 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 vlakна 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



ХЕ бојење

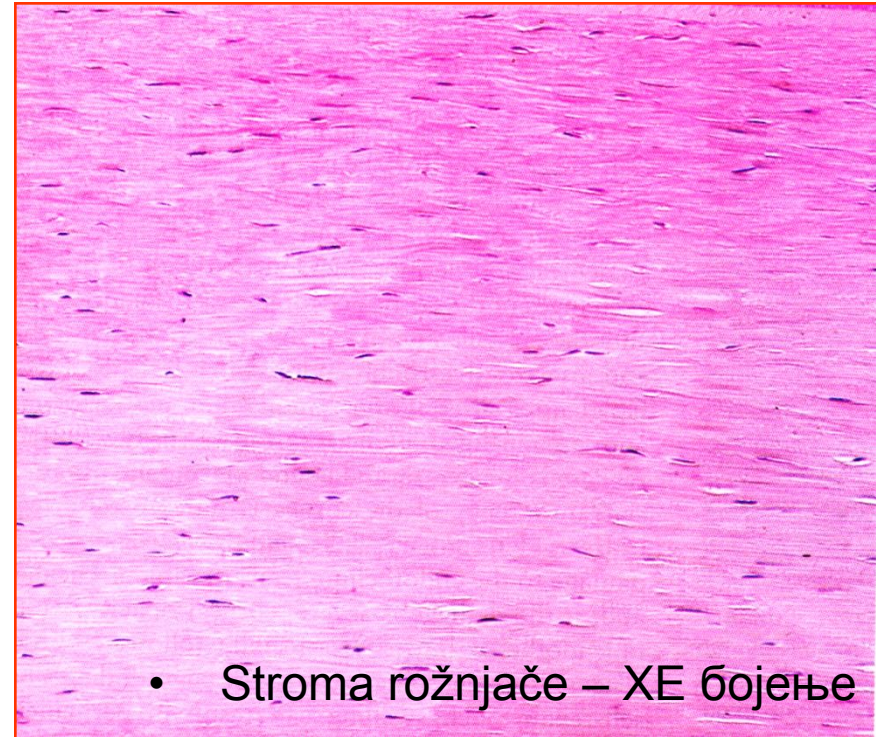
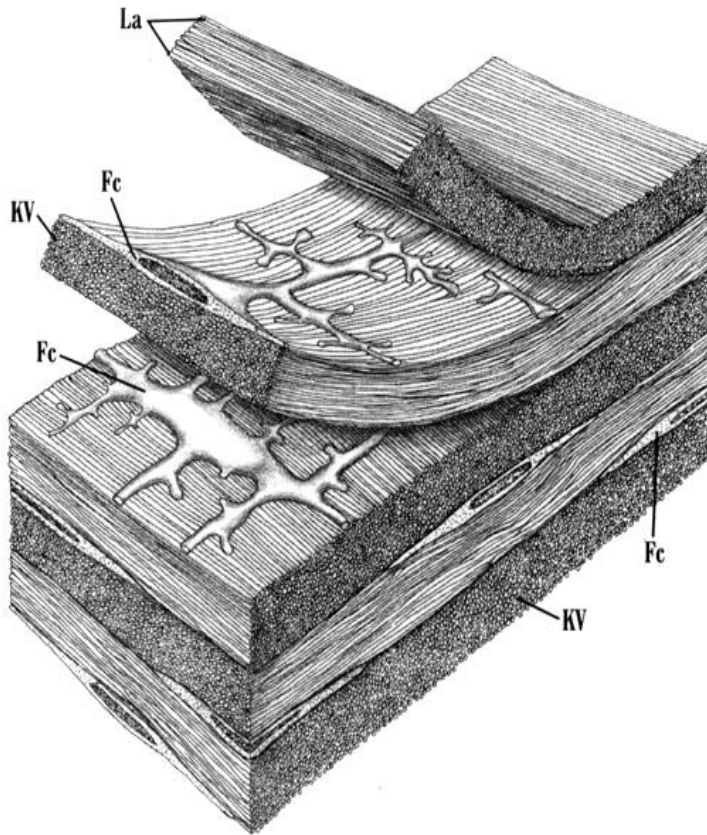
- Налази се у подслузници желуца и црева, у дубини дерма, око већих нерава, у капсули и септама бројних органа итд.

# 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 ,
  - сноповаили 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**.



# Регуларно колагено густо везиво

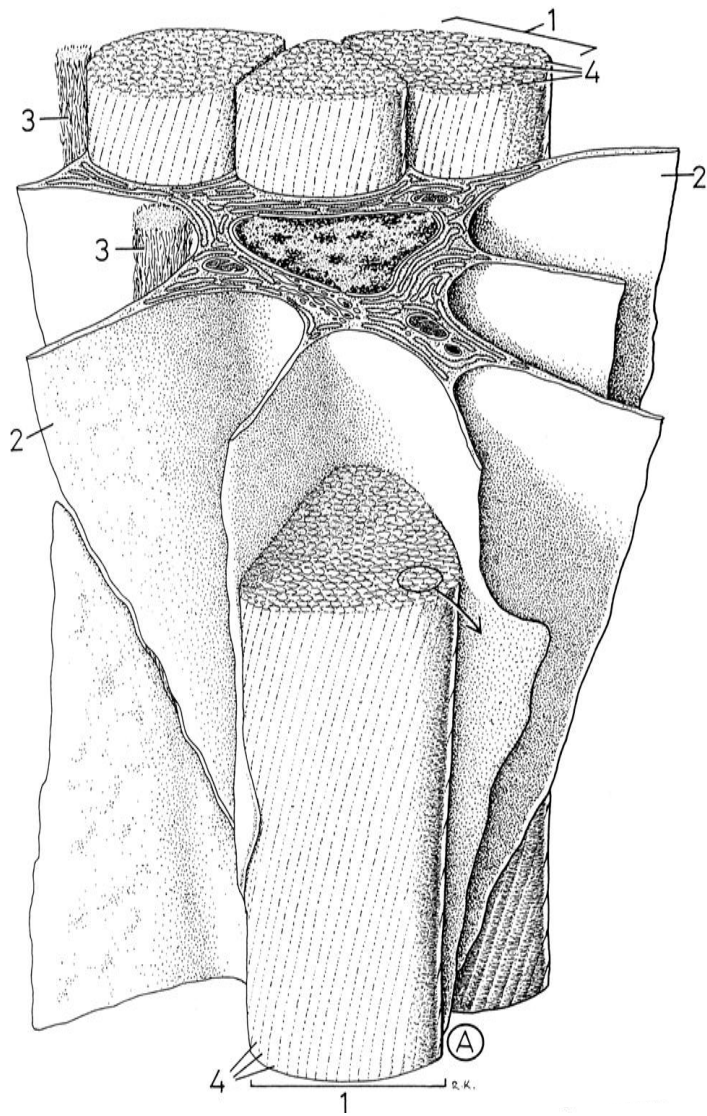


- Stroma rožnjače – ХЕ бојење

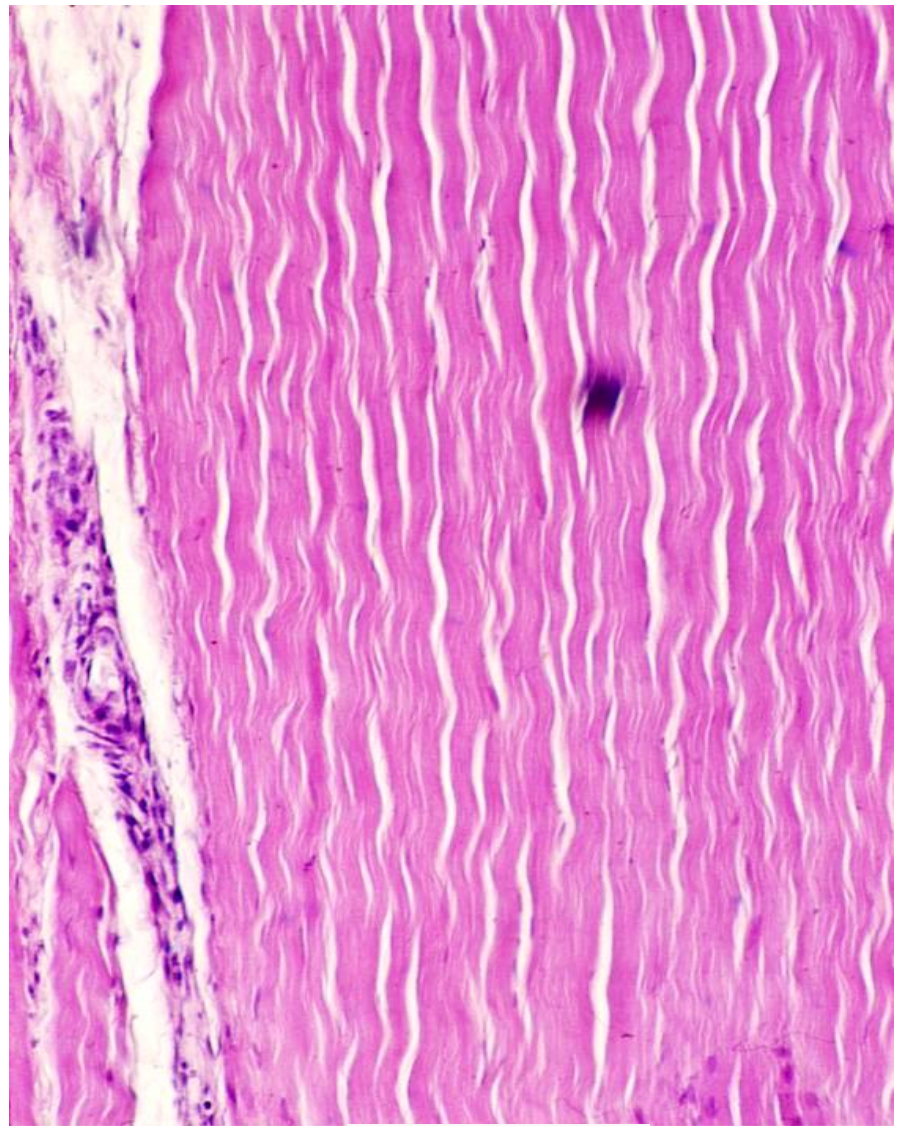
- Налази се у тетивама, лигаментима, фасцијама, апонеурозама, строми рожњаче, перихондријуму и периосту, скелету срчаних залистака.



# Тетива



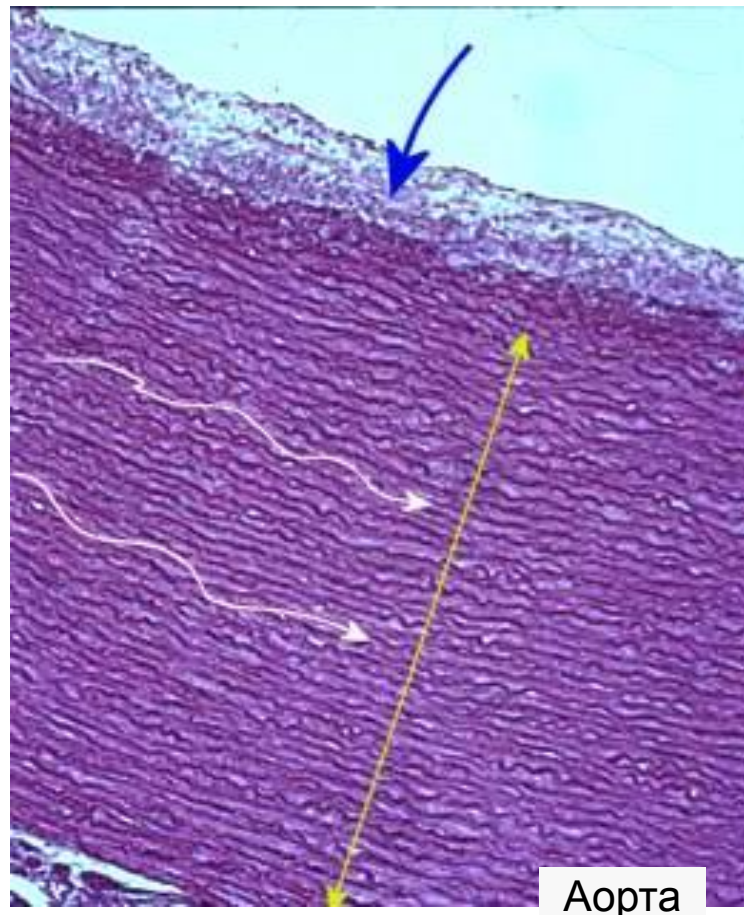
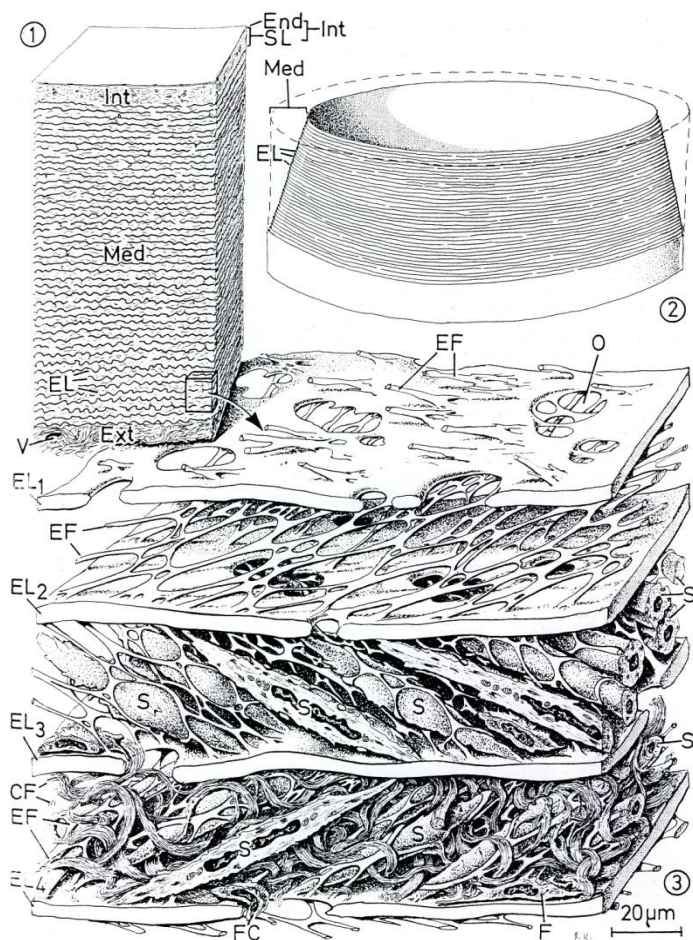
Шематски приказ



ХЕ бојење



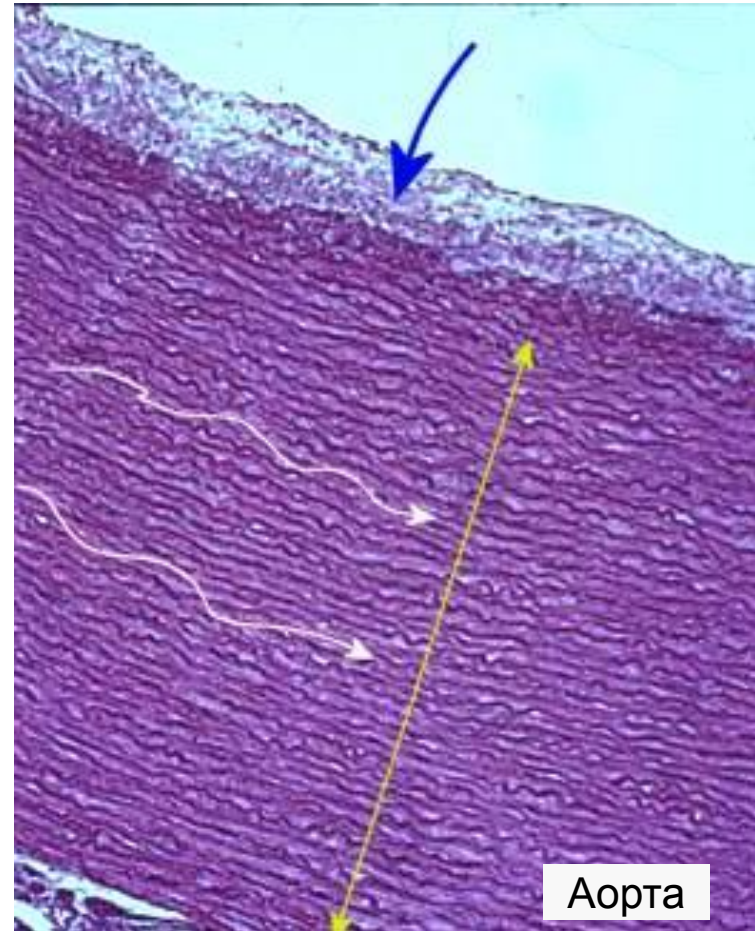
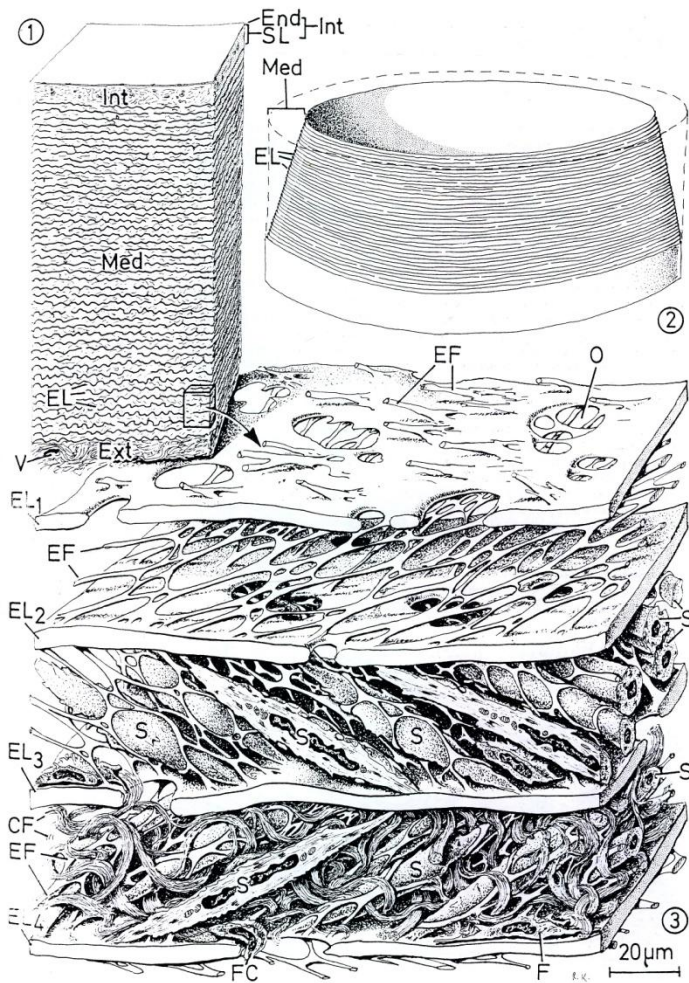
# Еластично везивно ткиво



- **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.



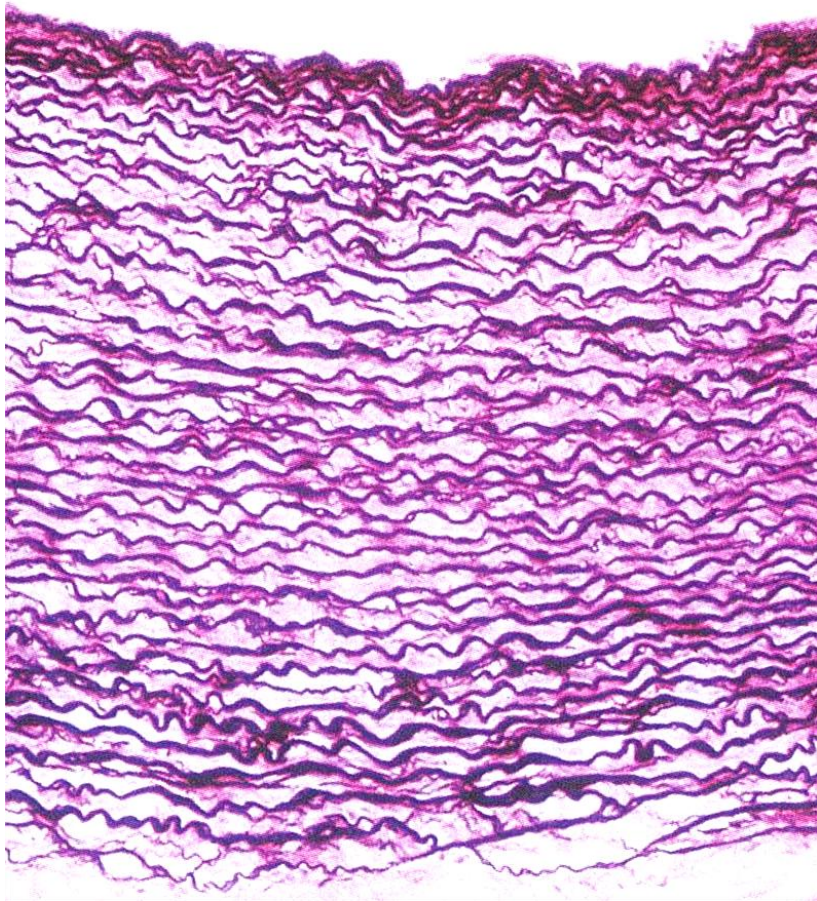
# Еластично везивно ткиво



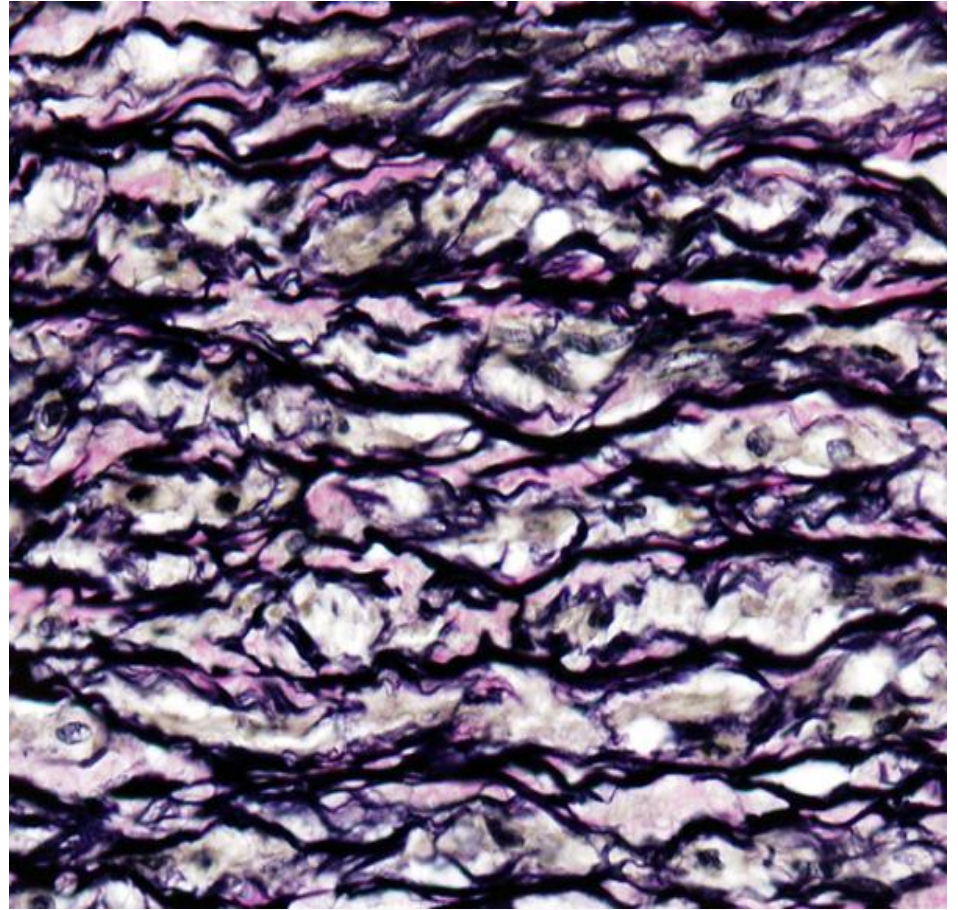
- Налази се у зиду великих крвних судова и појединим лигаментима (lig. flava, lig. vocalia, lig. nuche).



# Аорта



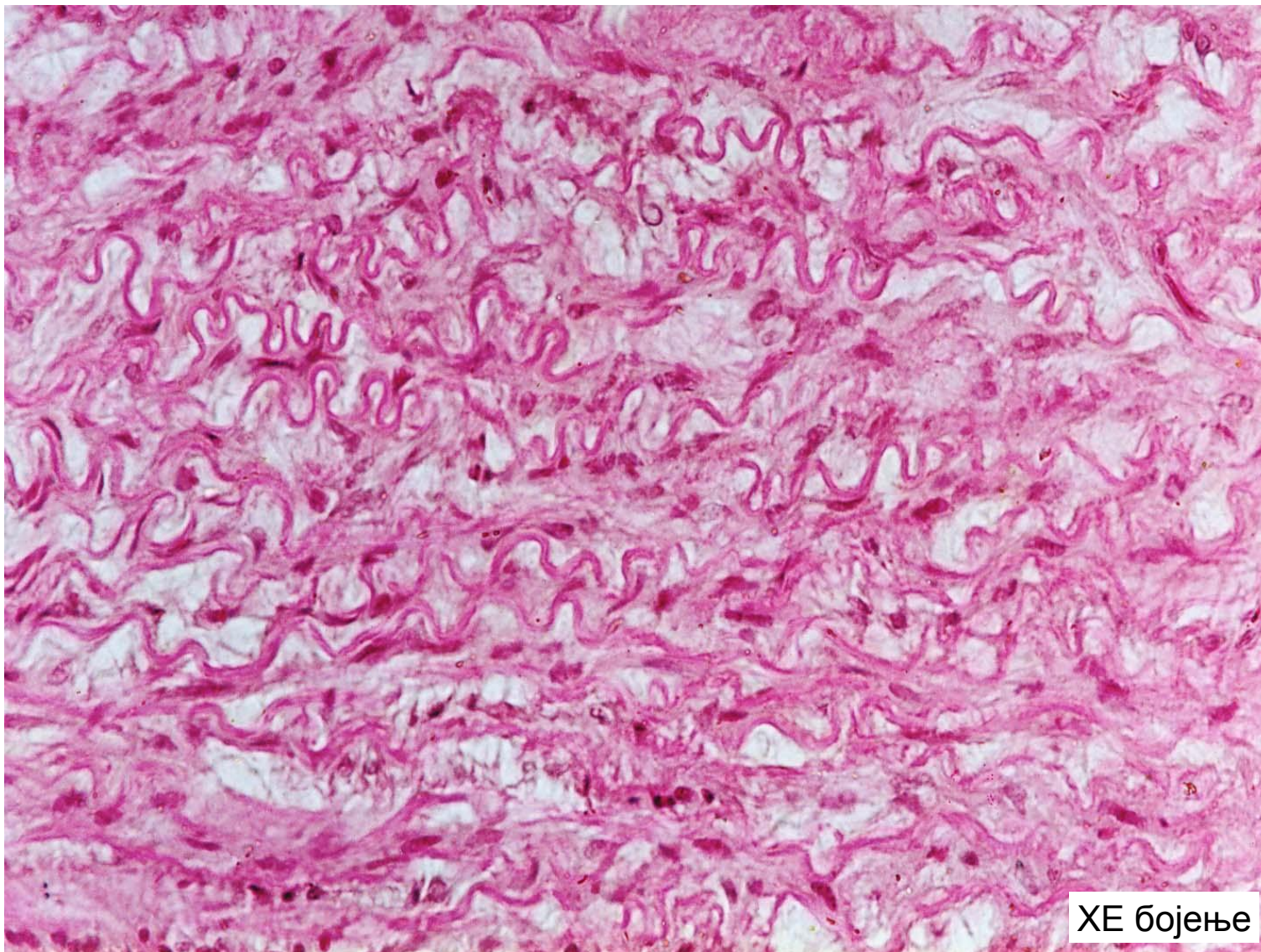
Weigert-ово бојење



Verhoeff - van Gieson бојење



# Еластично везивно ткиво

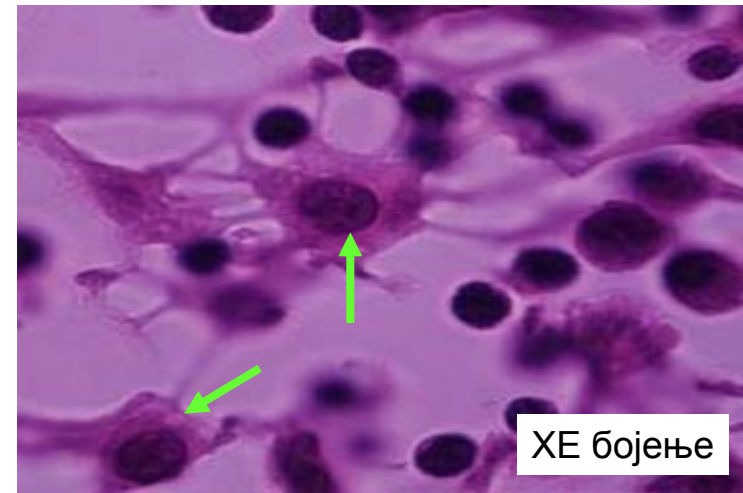
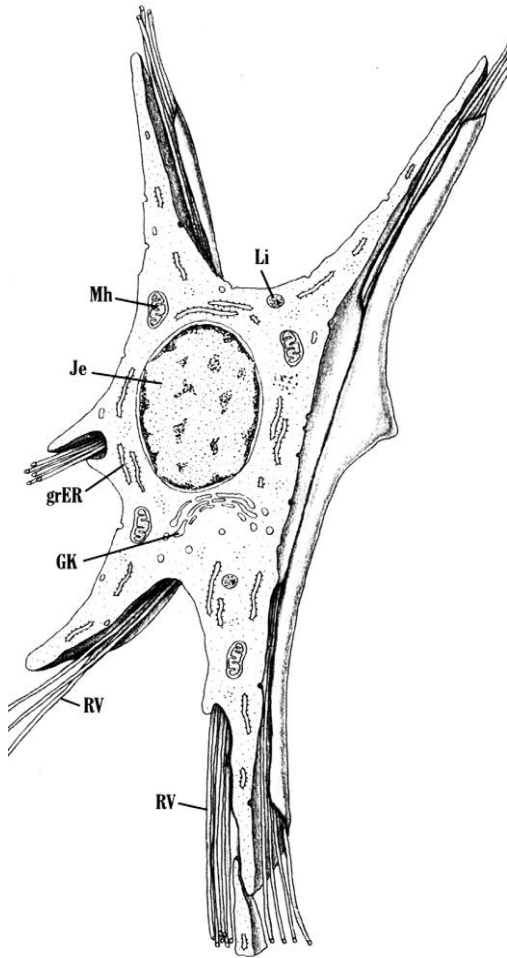




# Хематопоезно везивно ткиво

- 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



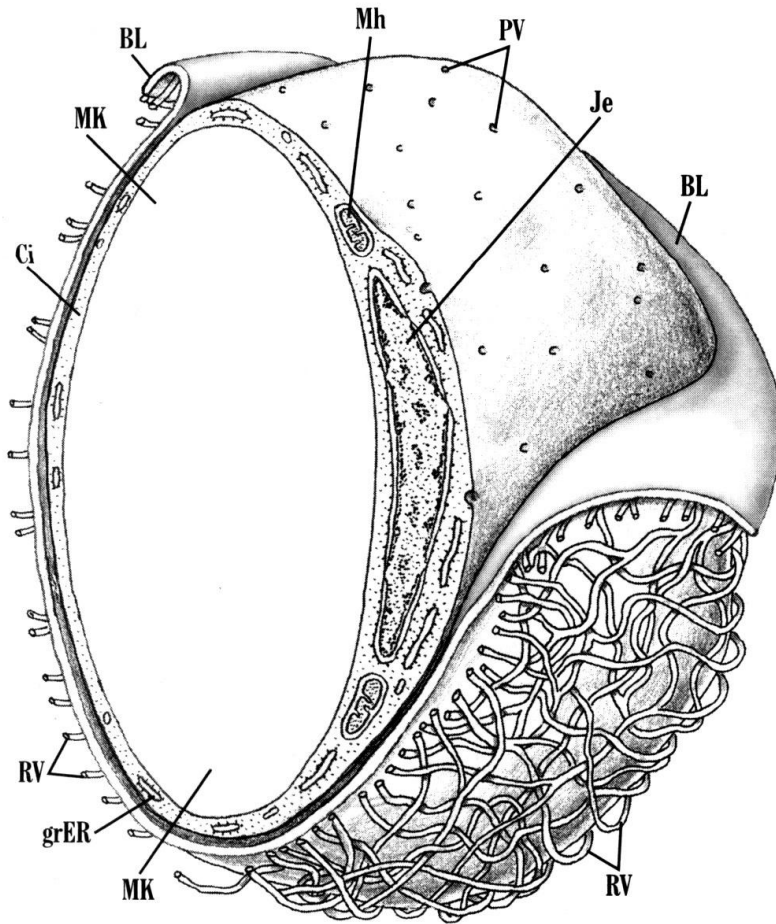
- Имају звездасто тело и дуге продужетке којима омотавају ретикуларна влакна.
- У цитоплазми добро изражен систем цистерни грЕР-а и Голџи апарат, који учествују у синтези колагена (ретикуларних влакана).
- Део популације ретикуларних ћелија подсећа на фиброците, а други део на макрофаге.
- Посебном варијантом 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 **жуто** и **мрко масно ткиво**.

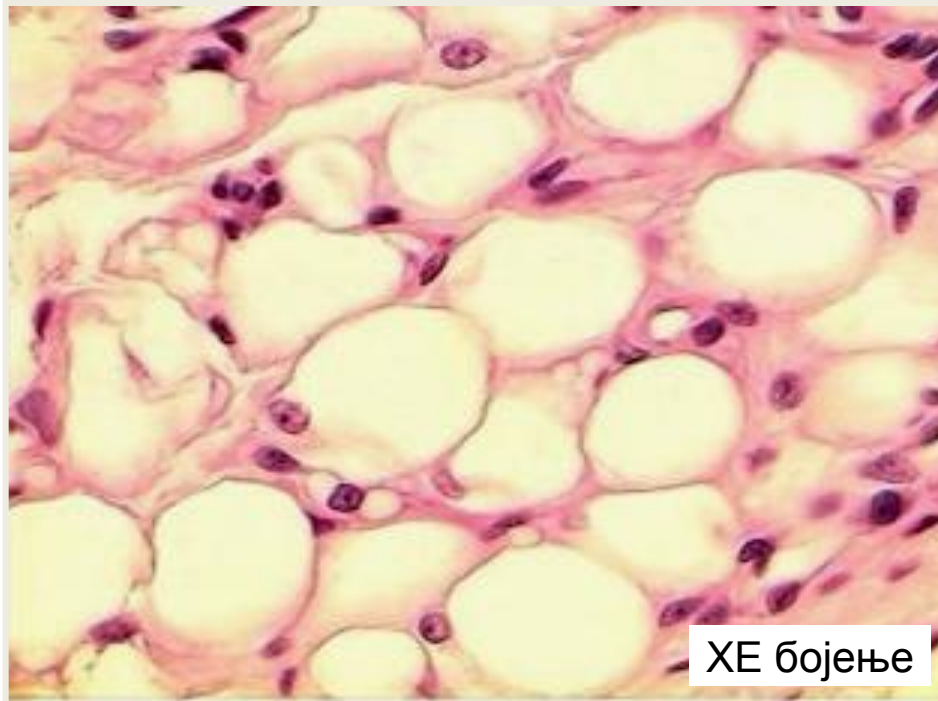
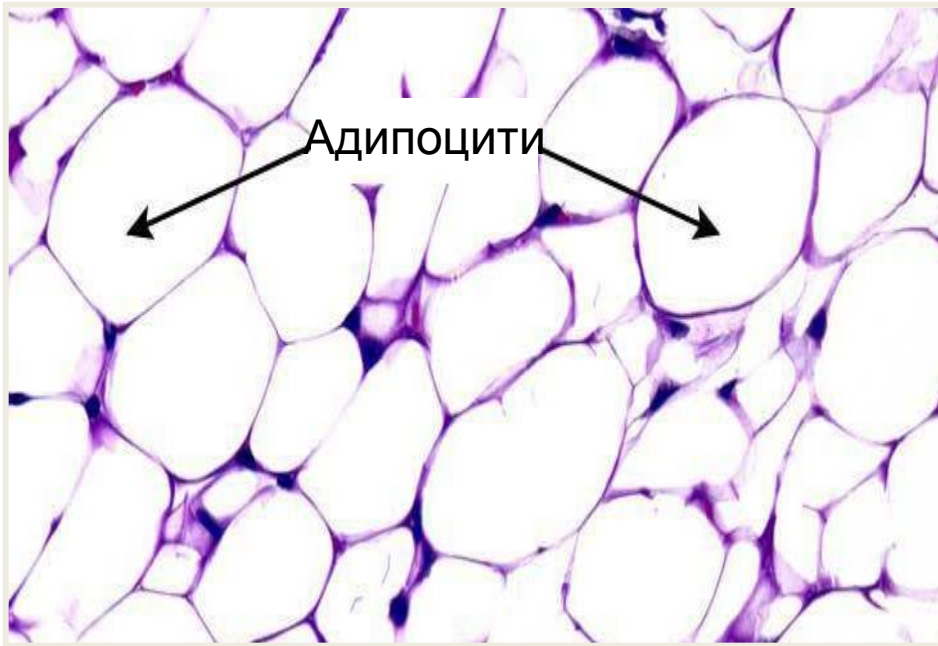
# АДИПОЦИТ



- Ћелије жутог масног ткива зову се **адипоцити** или **липоцити**.
- Адипоцит је округла ћелија, пречника 50-150  $\mu\text{m}$ , 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.

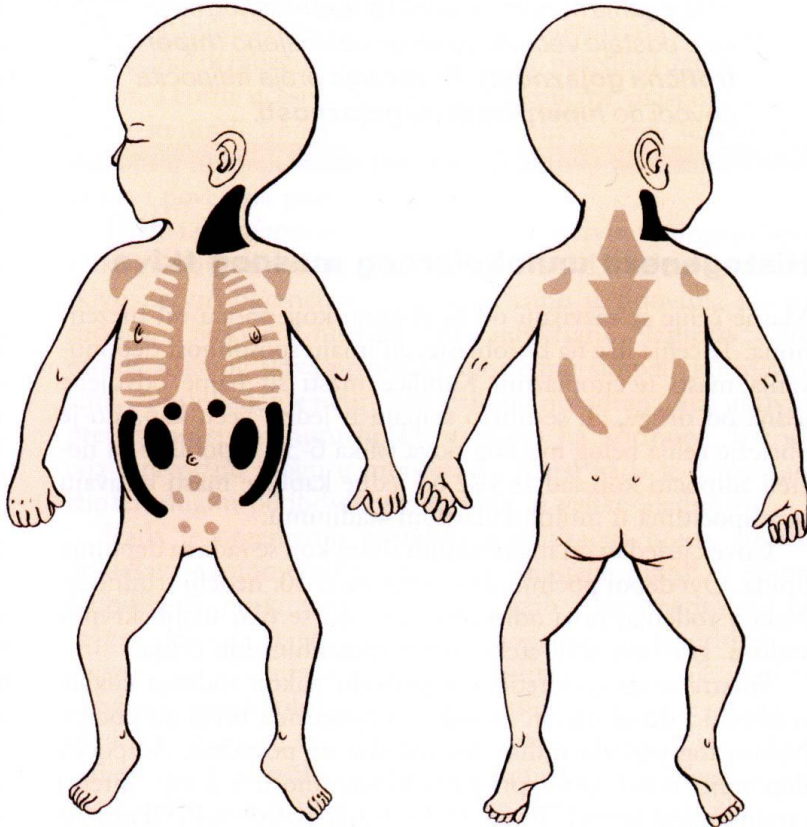


# Масно ткиво



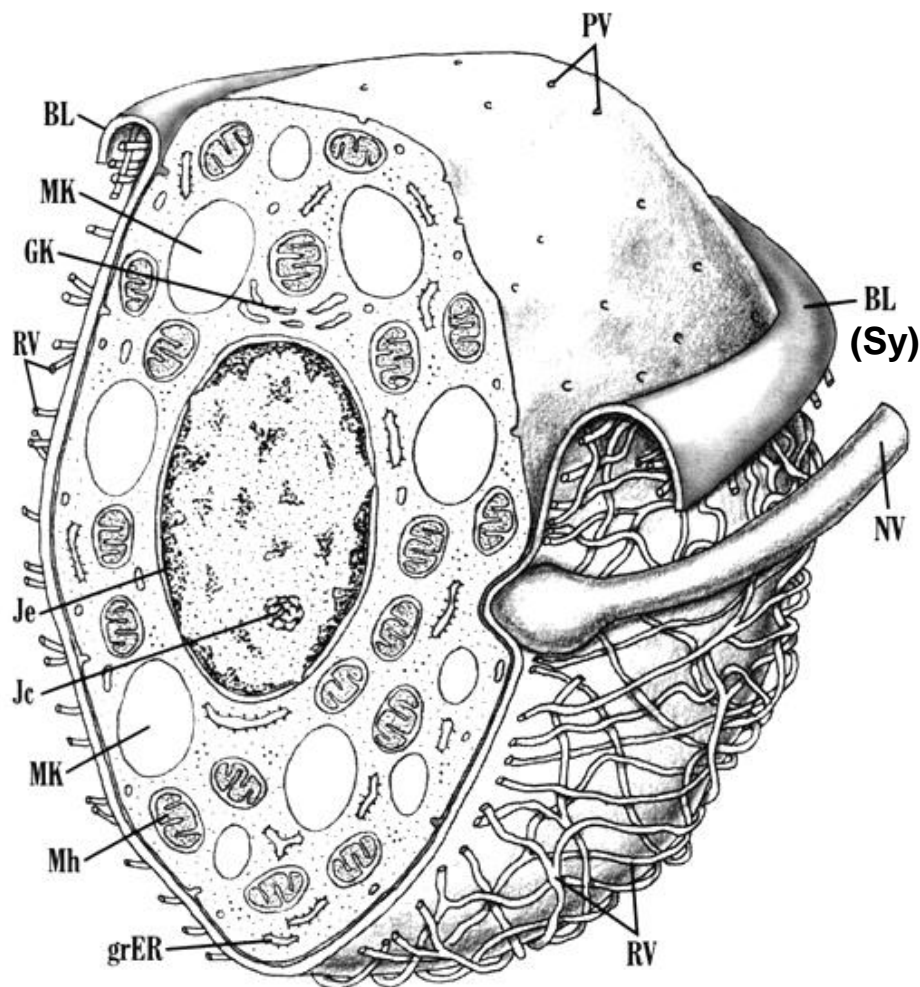
- Улоге масног ткива:
  - депо енергије
  - механичка улога (шок адсорбенс)
  - термоизолатор
  - терморегулатор
  - ендокрина улога
- Адипоцити лучи хормоне **лептин, адипонектин, ангиотензиноген и резистин**, као и цитоине назване **адипокини**.

# Мрко масно ткиво



- Чини 2-5% телесне масе новорођенчета, касније ишчезава.
- Налази се у врату, медијастинуму, абдомену.
- Специјализовано је за продукцију енергије (“хемијски грејач”).

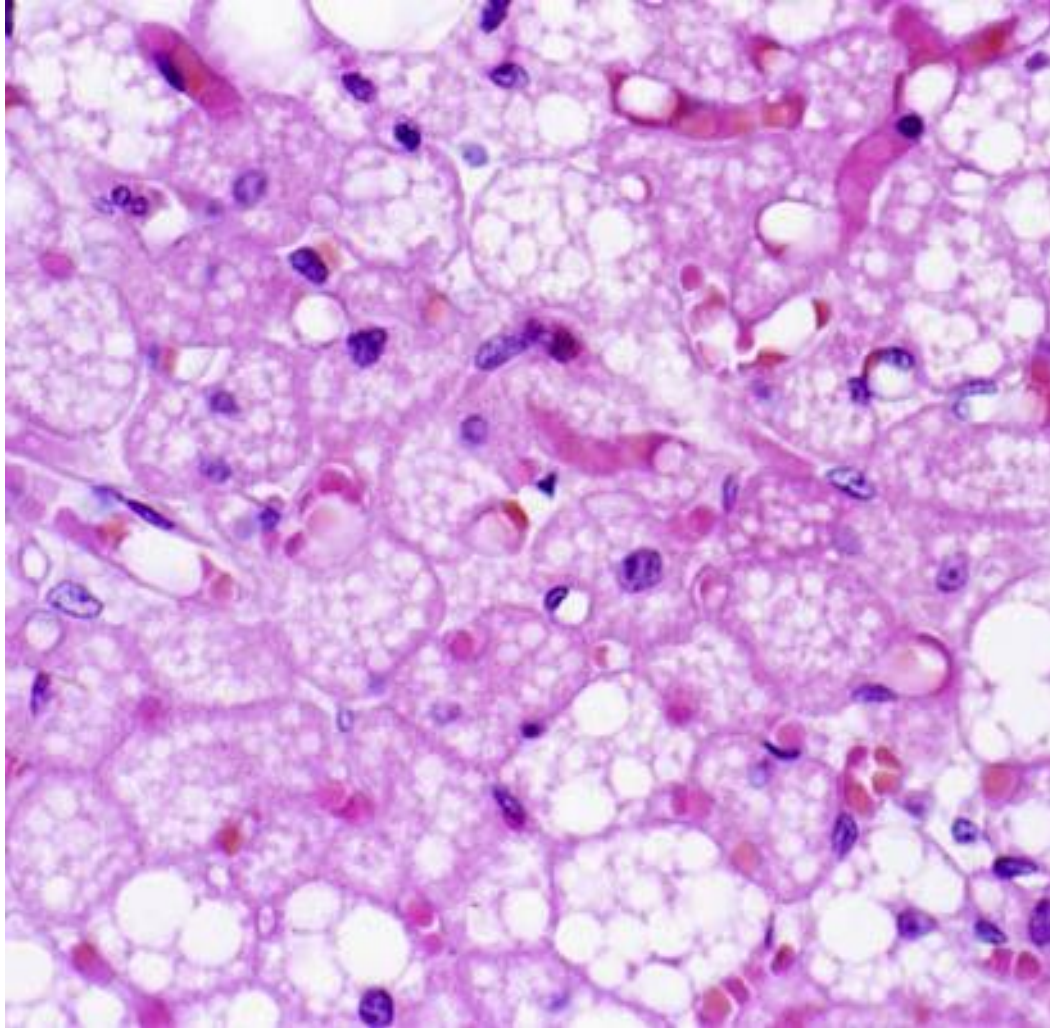
# Ксантоадипоцит



- 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.

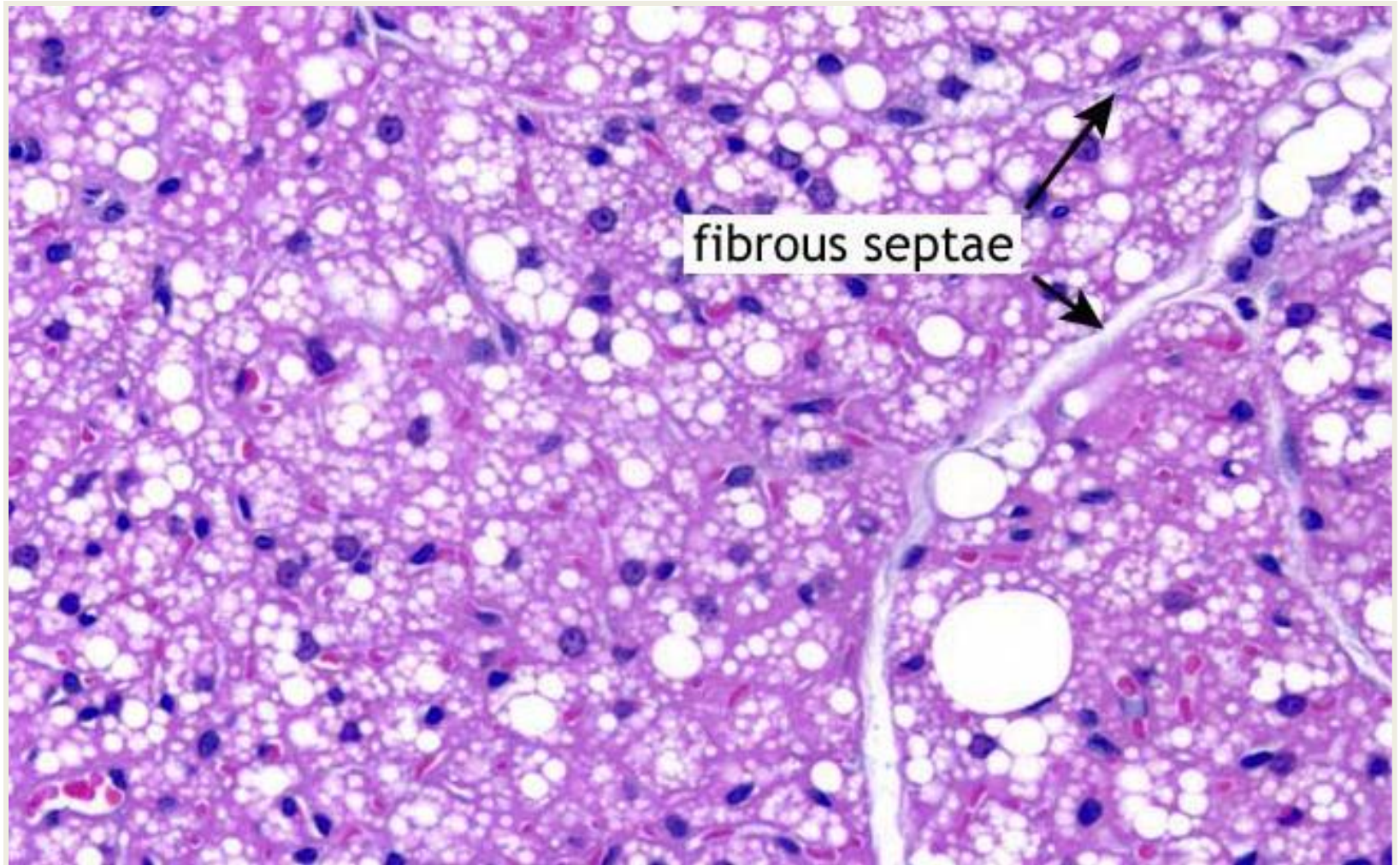


# Мрко масно ткиво



- Препарат мрког масног ткива подсећа на препарате ендокриних жлезда.
- Мрка боја ткива потиче од високе концентрације цитохрома и богате мреже капилара.

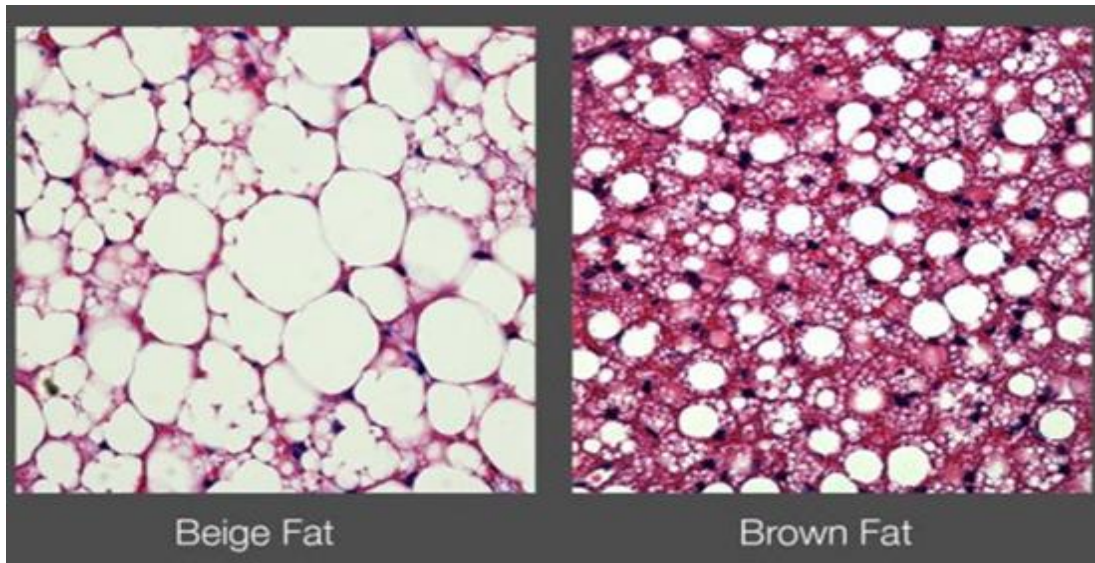
# Мрко масно ткиво





# Мрко масно ткиво

- Адипоцити мрког масног ткива:
  - **класични мрки адипоцити** (ксантоадипоцити)
  - **беж адипоцити** (brown adipocyte-like cells)
- Беж адипоцити = brite (**brown-in-white**) ћелије



# Мрко масно ткиво

- Беж адипоцити настају из ћелија жутог масног ткива, као последица активације бројним стимулаторима (стимулације хладноћом и утицаја хормона: тиреоидни хормони, натриуретички пептид)
- У одраслих мрко масно ткиво је углавном сачињено од беж адипоцита.
- Иако мрки и беж адипоцити имају другачије порекло настанка и лоцирани су у различитим анатомским регионима, **ипак испољавају многе заједничке морфолошке и метаболичке карактеристике** (мутилокуларне липидне капи, експресију *uncoupling* протеина 1 (UCP1) , велики број митохондрија)