Полтавський державний медичний університет
кафедра гістології, цитології та ембріології

ЛЕКЦІЯ № 4

Сполучні тканини.
Скелетні сполучні тканини

Завідувач кафедри,
Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки
доктор медичних наук, професор
ШЕПІТЬКО Володимир Іванович

План лекції:

1.Розвиток та морфофункціональна характеристика сполучних тканин.
2.Загальна морфофункціональна характеристика волокнистих сполучних тканин.
3.Класифікація сполучних тканин. Локалізація в організмі.
4.Пухка сполучна тканини. Будова та функції.
5.Щільні сполучні тканини. Будова, функції, класифікація.
6.Тканини зі спеціальними функціями.

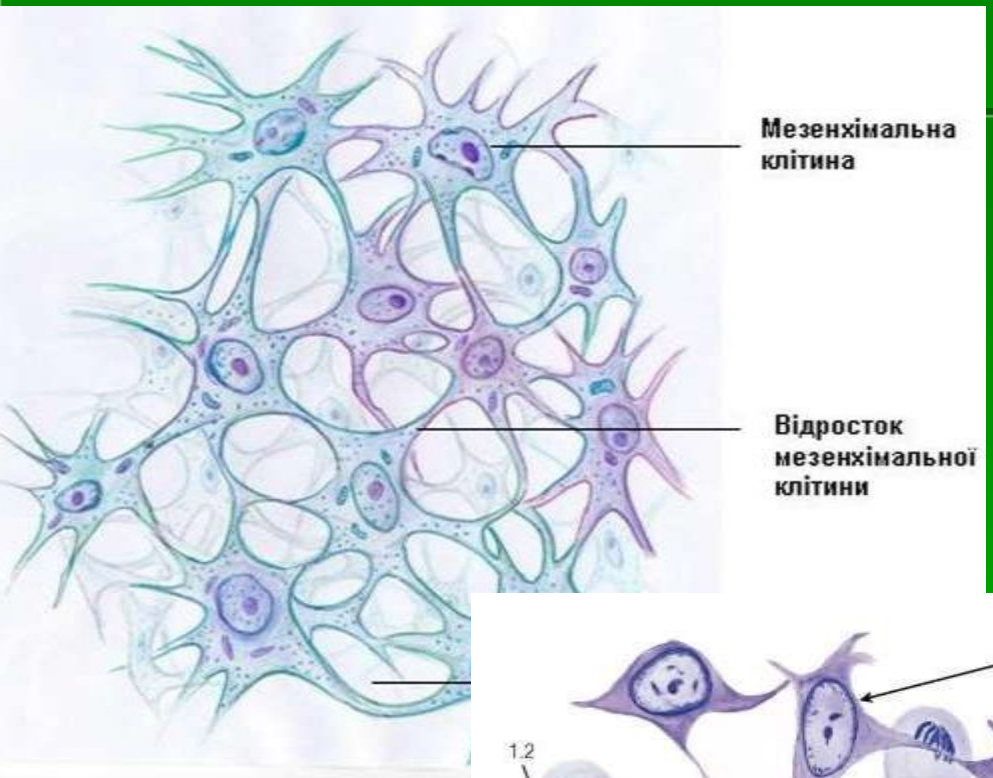
ВЛАСНЕ СПОЛУЧНІ ТКАНИНИ

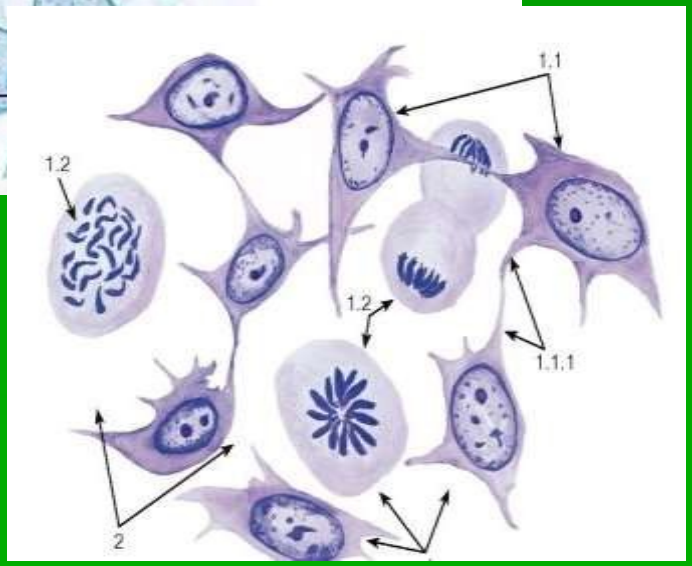
- характеризуються:

1. **великою різноманітністю клітинних елементів;**
2. **добре розвинутою міжклітинною речовиною, яка складається із волокон і основної (аморфної) речовини.**

- Фізико-хімічні особливості міжклітинної речовин і її будови значною мірою визначає функціональне значення різновиду сполучних тканин.

Загальні закономірності для сполучних тканин





- **Походження**:
  - Сполучні тканини розвиваються, в основному, з середнього зародкового листка - **мезодерми**, в результаті диференціювання якої утворюються клітинні елементи ембріональної сполучної тканини - **мезенхіми**.

ФУНКЦІЇ СПОЛУЧНИХ ТКАНИН

1) **Трофічна** функція полягає в забезпеченні живлення тканинних структур, участі в обміні речовин і підтримці гомеостазу;

2) **Транспортна** – в забезпеченні транспорту води, солей, молекул поживних речовин, газів, регуляторних речовин;

3) **Опорна** функція реалізується завдяки наявності волокон і мінералізації міжклітинної речовини;

4) **Пластична** - виражається в адаптації до умов існування та забезпеченні регенерації органів після ушкоджень;

5) **Захисна** функція пов'язана з захистом від механічних впливів (кісткова та хрящова тканини) та знешкодженням сторонніх речовин (імунні реакції);

6) **Морфогенетичною** функцією забезпечується структуризація органів, регуляція проліферації і диференціювання клітин різних тканин;

7) **Депонуюча** функція полягає у створенні енергетичних запасів організму (накопичення і зберігання жиру).

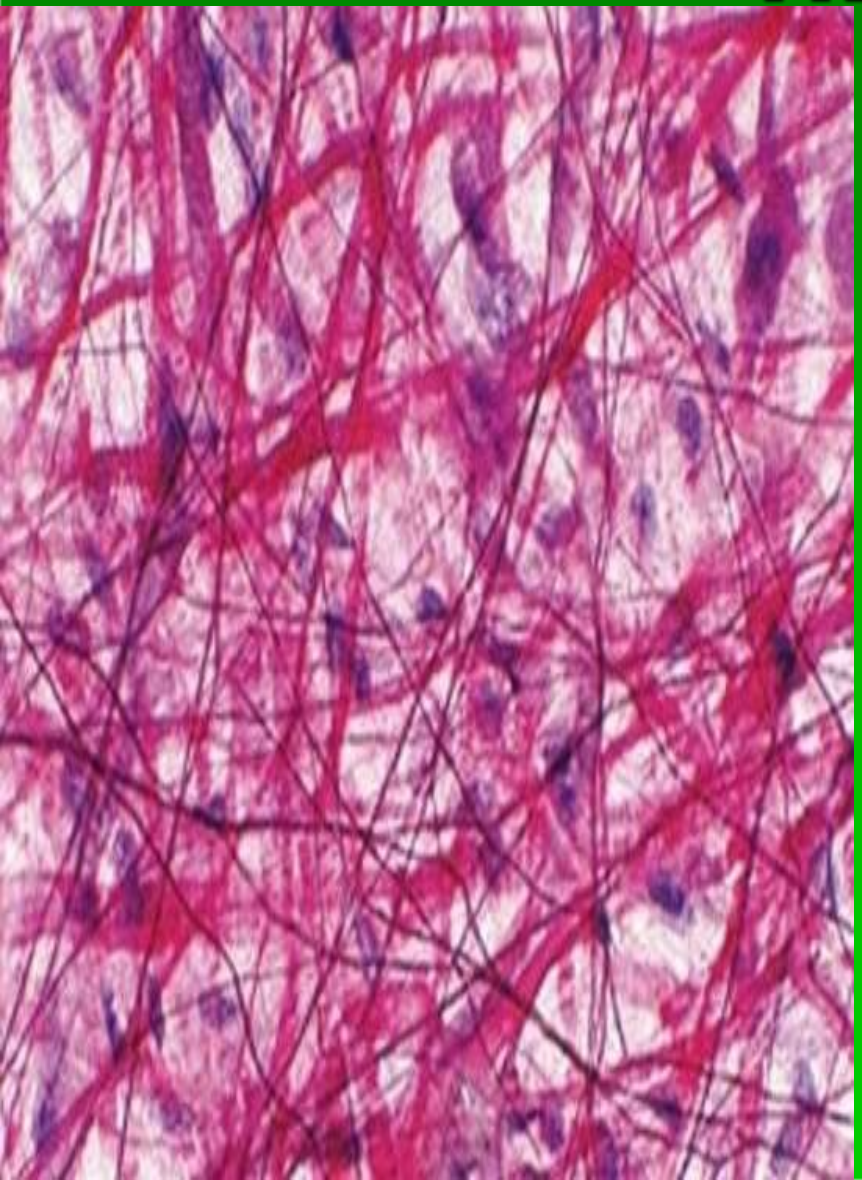
Визначальні риси сполучних тканин

- **Структурно-функціональними особливостями** сполучних тканин є:
- 1) Розвиток із спільного зачатка - мезенхіми;
- 2) Внутрішнє розташування в організмі;
- 3) Значне різноманіття клітинних форм;
- 4) Переважання кількості міжклітинної речовини над клітинами.

Загальні принципи організації сполучних тканин:

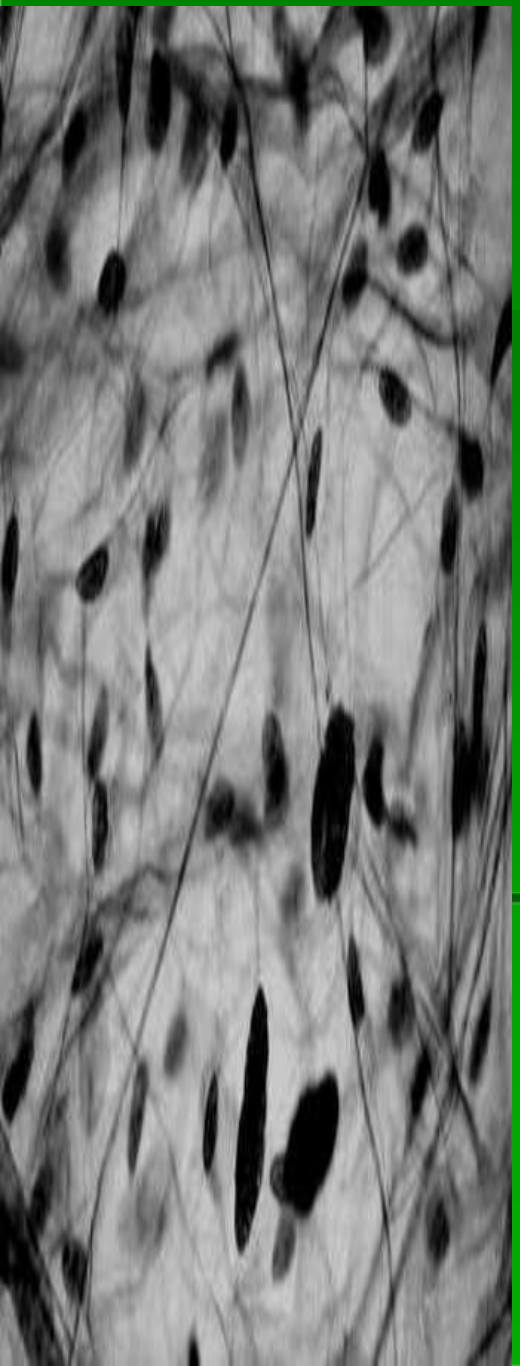
- 1) **Клітинні елементи** - здатні до синтезу і виділення органічних речовин для підтримки кількісного та якісного складу міжклітинної речовини;
- 2) **Волокнисті структури** - представлені колагеновими, ретикулярними та еластичними волокнами, співвідношення яких у різних тканинах не одинакове;
- 3) **Основна міжклітинна речовина** - відіграє роль наповнювача та метаболічного середовища, утворюється за рахунок діяльності клітин та з плазми крові.

ПУХКА ВОЛОКНИСТА (неоформлена) СПОЛУЧНА ТКАНИНА



- Складається з клітин і міжклітинної речовини.

Найпоширеніший різновид сполучних тканин, характеризується різноманіттям клітинного складу, незначним вмістом волокон і відносно великим об’ємом основної міжклітинної речовини, яка оточує клітинні елементи і волокнисті структури.



ПУХКА ВОЛОКНИСТА СПОЛУЧНА ТКАНИНА

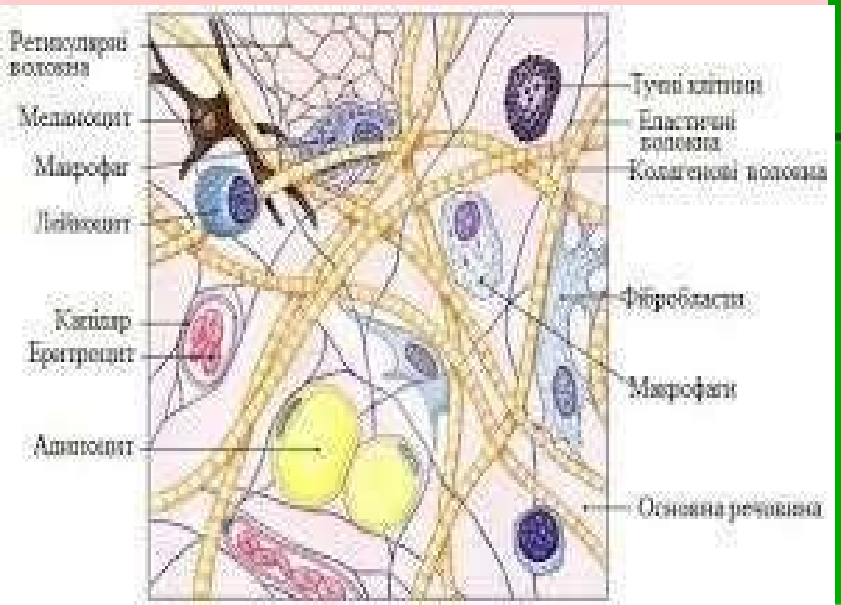
Виконує трофічну, метаболічну, пластичну, захисну, гомеостатичну, опорну та депонуючу (води, ліпідів, вітамінів, гормонів) функції.

Міститься в усіх органах:

- заповнює простори між структурно-функціональними елементами інших тканин,
- супроводжує нерви і судини,
- входить до складу шкіри, власної пластинки слизової оболонки та підслизової основи органів травного і сечостатевого трактів, повітроносних шляхів,
- утворює строму паренхіматозних органів.

ПУХКА ВОЛОКНИСТА (неоформлена) СПОЛУЧНА ТКАНИНА





- Аморфна речовина

складається із

1. **води,**
2. **білків,**
3. **пептидів,**
4. **полісахаридів (глікозаміногліканів – ГАГ),**
5. **мінеральних речовин.**

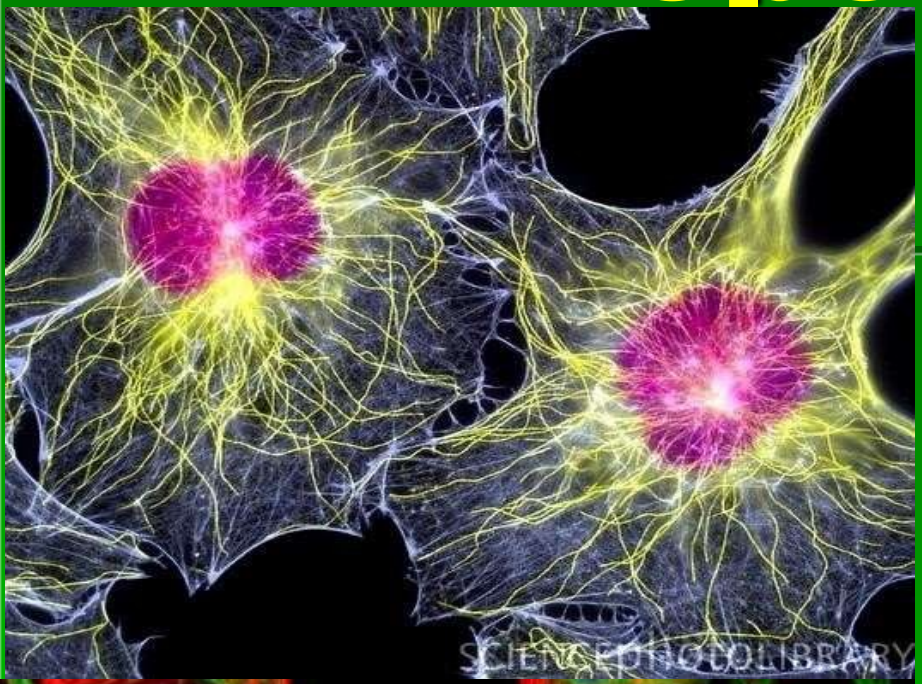
- є шляхом для пересування клітин і поживних речовин.

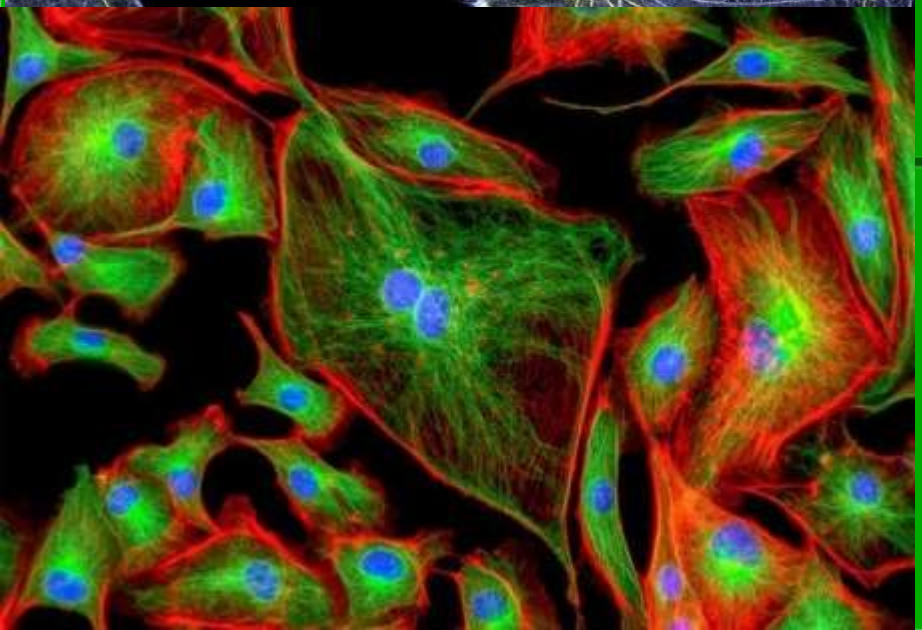

КЛІТИНИ ПУХКОЇ ВОЛОКНИСТОЇ СПОЛУЧНОЇ ТКАНИНИ
ФІКСОВАНІ КЛІТИНИ (РЕЗИДЕНТНІ)
ФІБРОБЛАСТИ
ЖИРОВІ КЛІТИНИ
АДВЕНТИЦІЙНІ КЛІТИНИ
БЛУКАЮЧІ КЛІТИНИ (МІГРАНТНІ)
МАКРОФАГИ
ТУЧНІ КЛІТИНИ
ЛЕЙКОЦИТИ
ПЛАЗМАТИЧНІ КЛІТИНИ
ПІГМЕНТНІ КЛІТИНИ
ЕНДОТЕЛІАЛЬНІ КЛІТИНИ
ПЕРИЦИТИ

- З урахуванням **джерел розвитку** розрізняють наступні групи клітин: клітини лінії механоцитів - розвиваються зі стовбурової клітини цього гістогенетичного ряду (адвентиційні клітини, фібробласти, фіброцити, адипоцити); клітини-нащадки стовбурової клітини крові - макрофаги, плазмоцити, мастоцити, всі різновиди лейкоцитів); клітини нейрального походження - їхні попередники виселяються з нервового гребеня зародка (пігментоцити).

- Залежно від **функціональної спеціалізації** клітини поділяють на: відповідальні за синтез міжклітинної речовини та підтримку цілісності тканин (фібробласти);
- відповідальні за накопичення та метаболізм жирів (адипоцити);
- клітини з захисними функціями (мастоцити, макрофаги, плазмоцити, лейкоцити).

Фібробласти



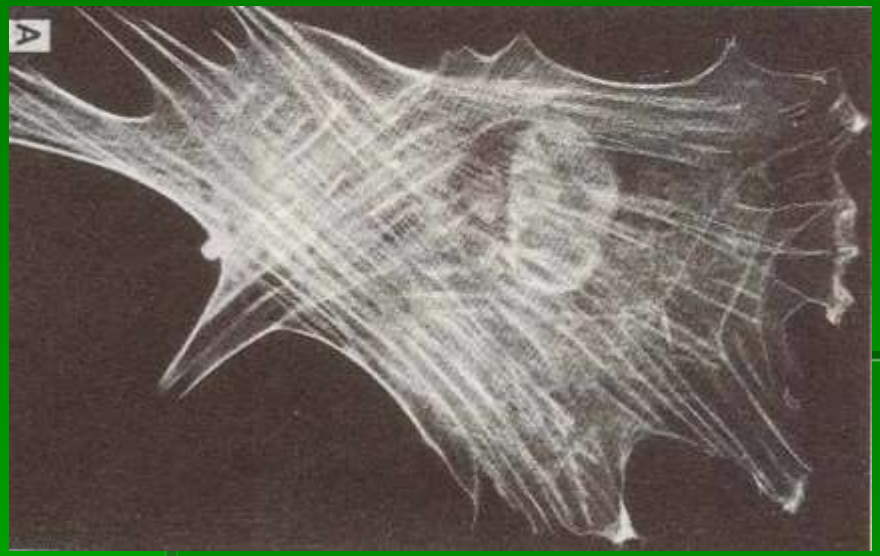


Найбільш чисельна група клітин, різних за ступенем диференціювання.

здатні до синтезу:

1. **Фібрилярні і глобулярні білки (колаген, еластин);**
2. **глікозаміноглікани (сульфатовані і несульфатовані).**

з наступним їх виведенням у міжклітинну речовину.

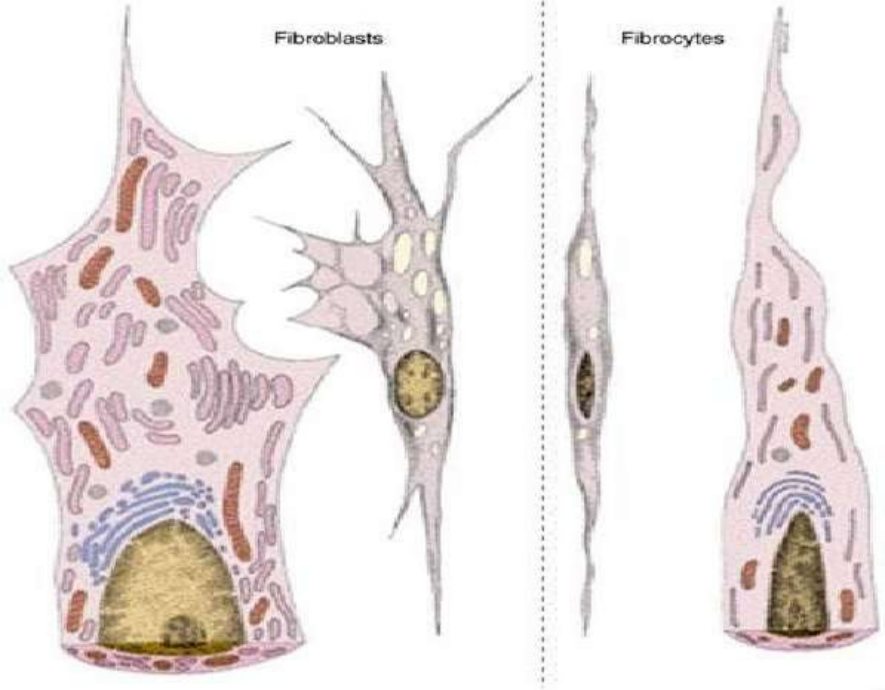


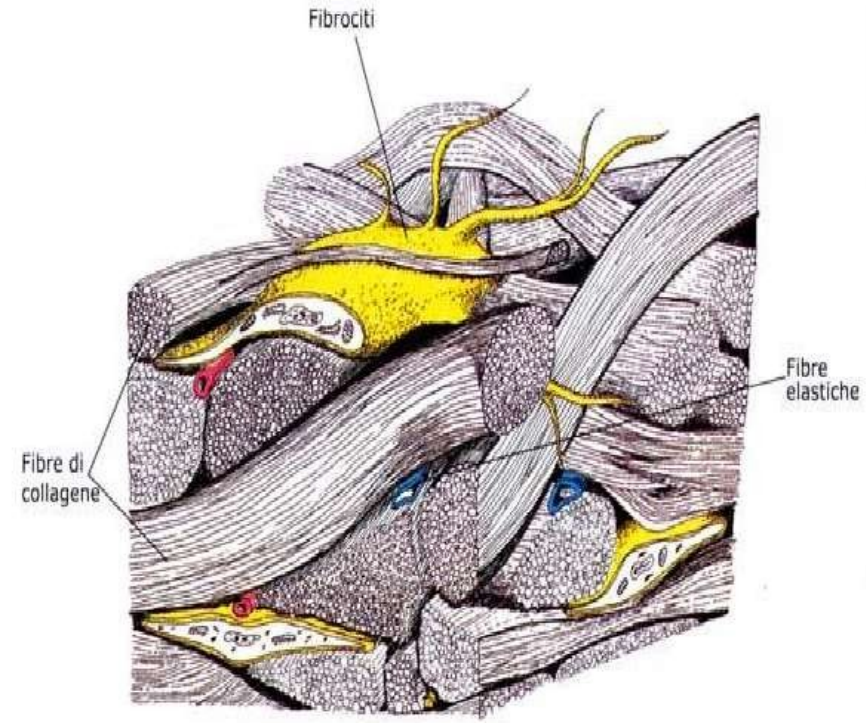




Характеристика:

1. Утворюються із малодиференційованих клітин мезенхіми;
2. Мають великий розмір – 45-50 мкм;
3. Мають полігональну або веретеноподібну форму з відростками;
4. Нечіткі, розмиті межі;
5. Світле забарвлення ядра і цитоплазми;
6. Здатні до активного руху.





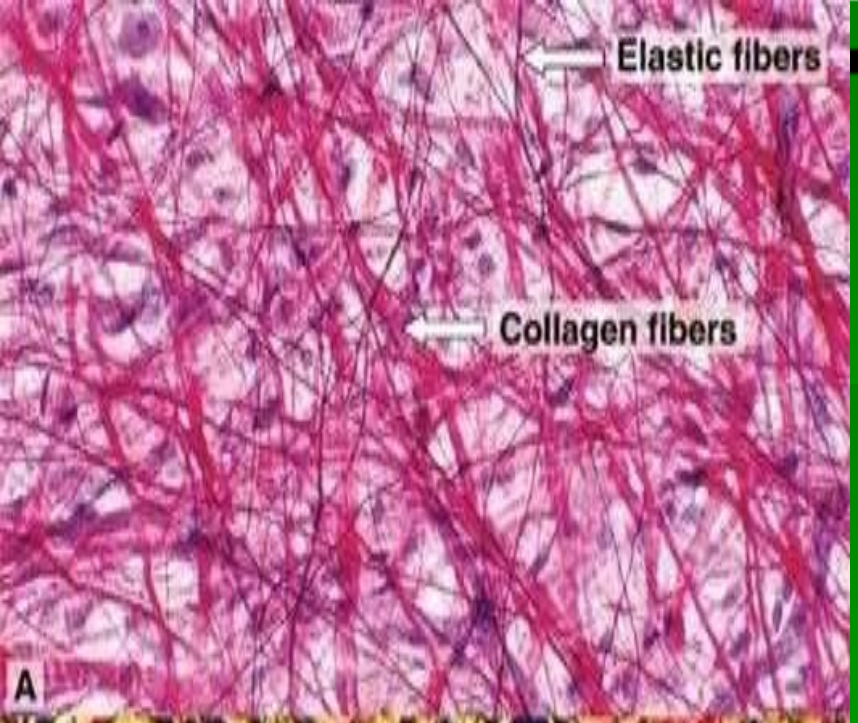
Фібробласти (юні і зрілі)

- утворюють всі компоненти міжклітинної речовини і підтримують її постійний склад;
- підтримують структурну організацію і хімічний гомеостаз міжклітинної речовини;
- регулюють діяльність інших клітин СТ і вплив на інші тканини

Фібробластичний гістогенетичний ряд (диферон) включає: стовбурові клітини → напівстовбурові клітини-попередниці → малоспеціалізовані (юні) фібробласти → зрілі фібробласти → фіброцити (дефінітивна – кінцева форма клітин).

- Зрілі Ф. можуть рухатися і забезпечують загоєння ран (регенерацію).

- Фіброцити – дифернційована (дефінітивна – кінцева) клітина не здатна до поділу.





- **Фіброкласти** – похідні юних фібробластів, вони здатні руйнувати міжклітинну речовину, за рахунок високої фагоцитарної та гідролітичної активності.
- **Міофібробласти** – забезпечують контракцію ран, збільшення міометрію при вагітності.

Міофібробласти виявляються в молодій регенеруючій тканині, рубцях, вогнищах запалення.

Міофібробласти – забезпечують збільшення міометрію при вагітності, займають проміжне положення між фібробластами та міоцитами.

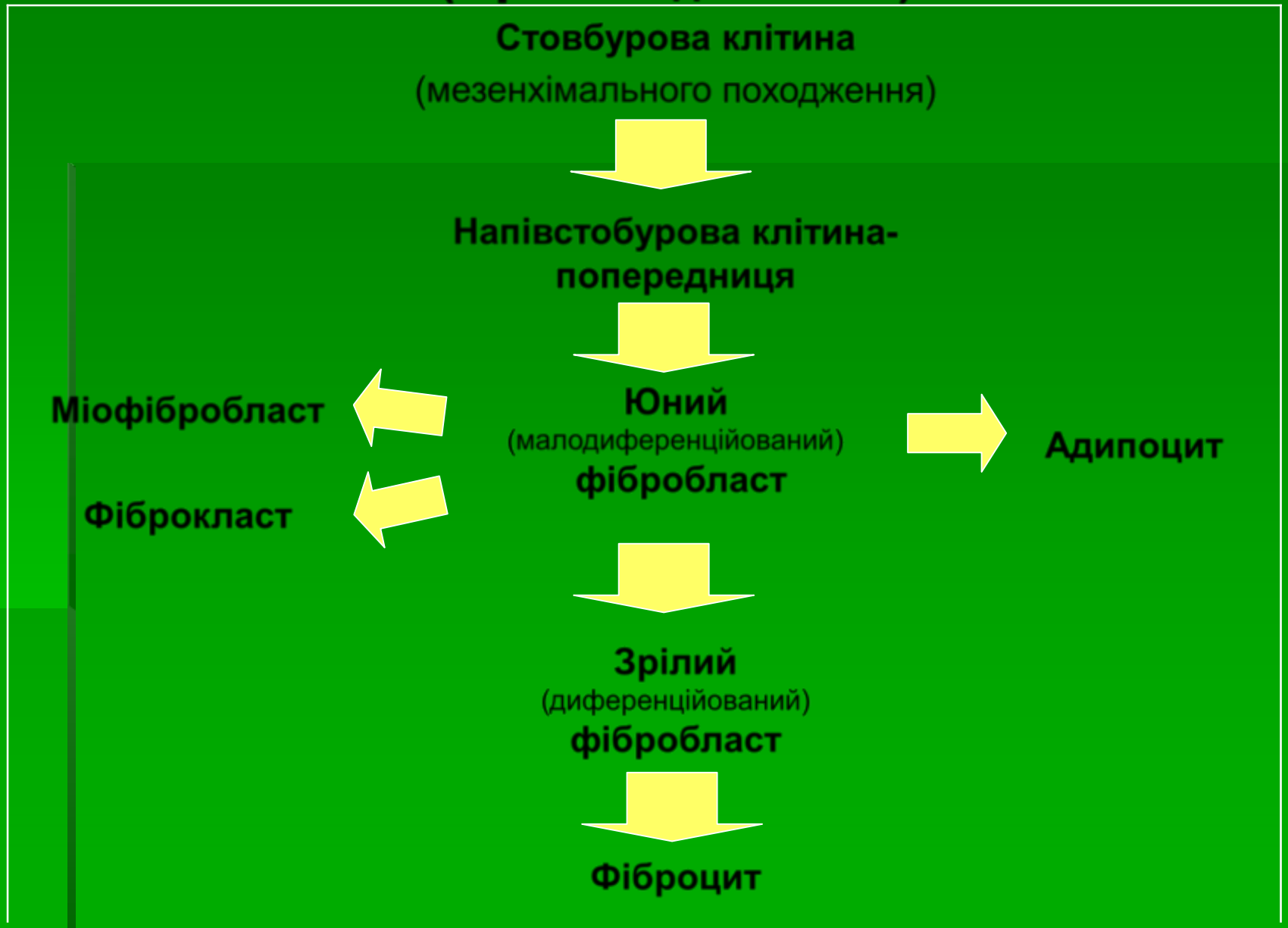
Морфологічно для **Мф** характерна зірчаста форма і активне ядро, у цитоплазмі наявна добре розвинена ГЕС і комплекс Гольджі.

Мф функціонує не як окрема одиниця, а як частина єдиної системи пов'язаних між собою клітин і елементів міжклітинного матриксу.

Їх активація відбувається при пошкодженні сполучної тканини. Вони беруть участь у репаративних процесах: скорочуючись, стягують краї рани та зменшують її розміри, синтезують колаген, який заповнює і звязує пошкоджені ділянки тканин. В зв'язку з цим, Міофібробласти виявляються в молодій регенеруючій тканині, рубцях, в матці при вагітності, вогнищах запалення.

Дререлом утворення Міофібробластів слугують фібробласти та перицити.

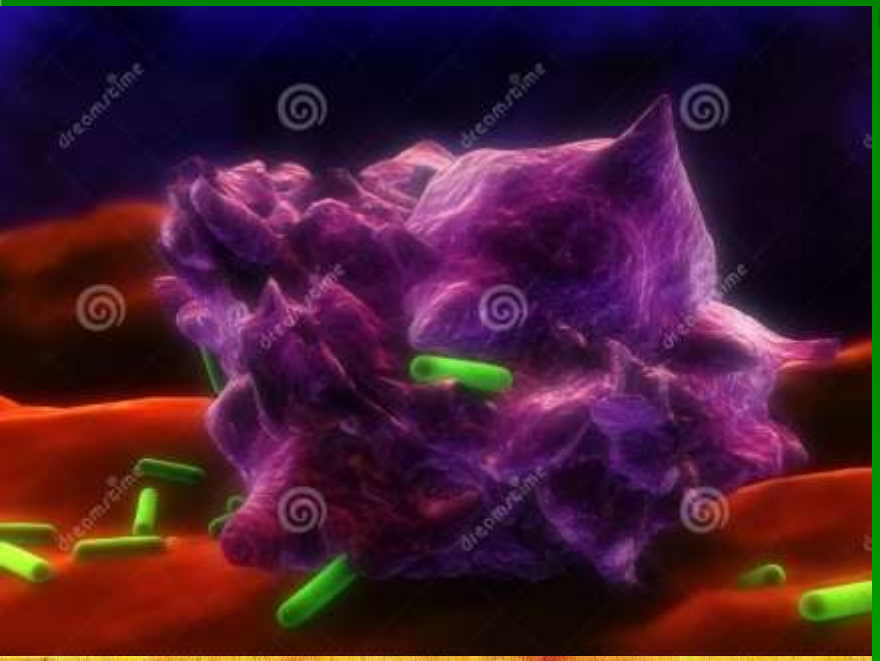
Диферон фібробластів
(5 різновидів клітин)



Функції:

1. Утворення колагенових та еластичних волокон.
2. Утворення аморфної речовини сполучної тканини.
3. Утворення ферментів, які руйнують волокна і аморфну речовину - колагенази, еластази, гіалуронідази.

Макрофаги





- утворюються із моноцитів крові,
- великі кітини з круглим або бобовидним ядром і великою кількістю цитоплазми,
- багато лізосом, фагосом,
- нерівний контур цитомембрани утворює глибокі складки і довгі мікровирости, за допомогою яких ці клітини захоплюють чужерідні частинки.
- ***Функції*** - ендоцитоз, представлення антигена, вироблення великої кількості біологічно-активних речовин.

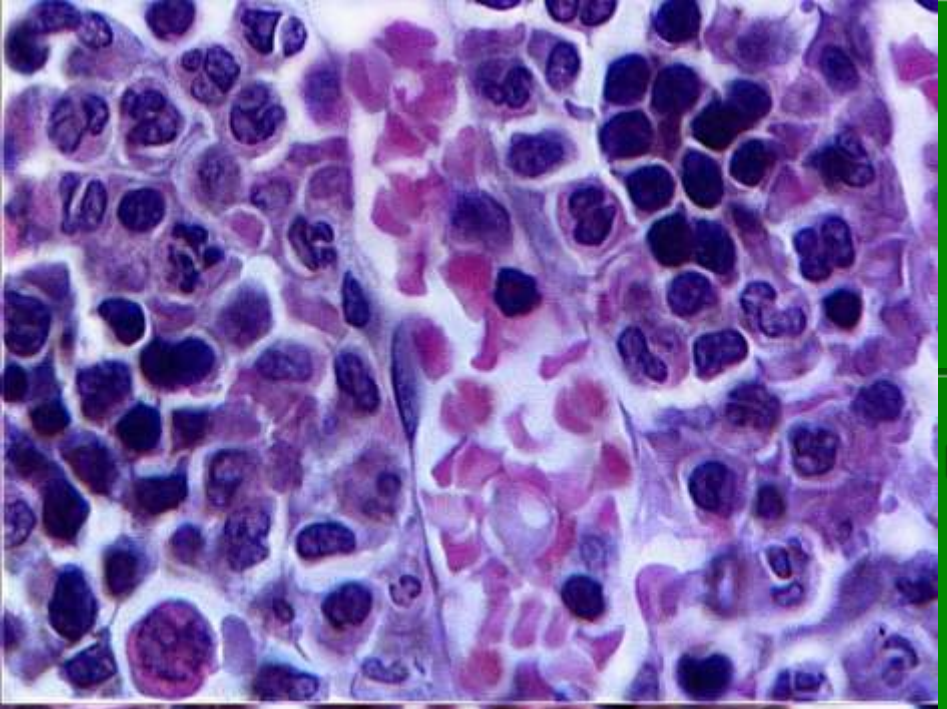


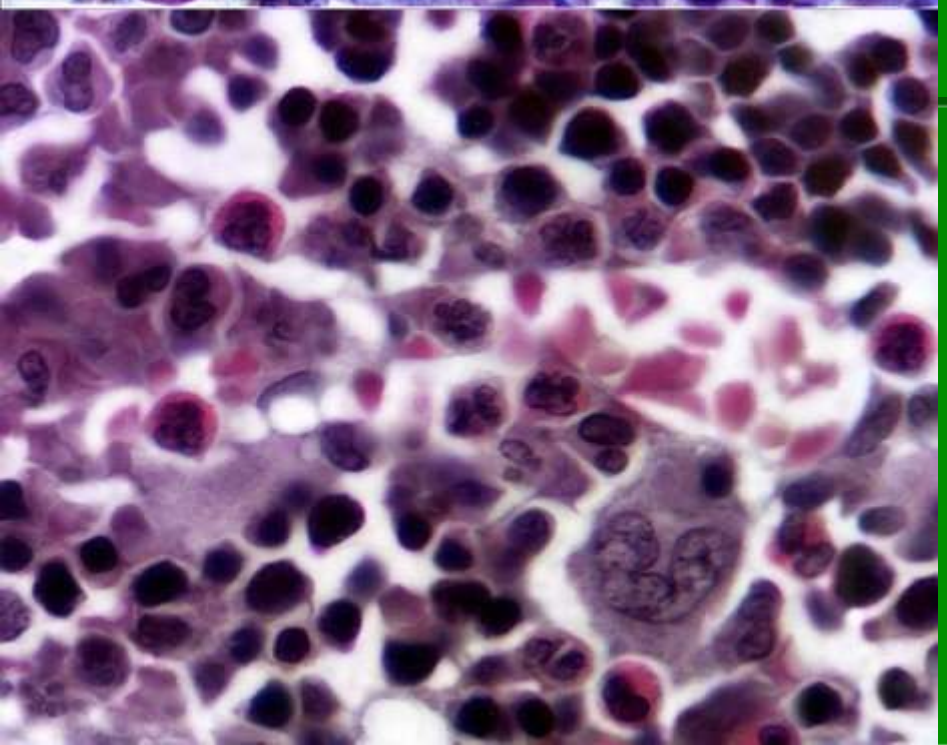
Макрофаги виявлені в усіх тканинах і органах, вони належать до довгоживучих клітин (до кількох років).

Серед **М.** розрізняють резидентні (сплячі) та рухливі (мандрівні) форми.

Сплячі **М.** перебувають у складі нормальних тканин у неактивному стані.

Мандрівні **М.** – це популяція клітин, що мають здатність до міграції з однієї тканини в іншу.





М. фагоцитують загиблі клітини, пошкоджені або віджилі еритроцити, беруть участь у регуляції гемопоезу, загоєнні ран, проявляють бактерицидну і протипухлинну активність.

Найбільша кількість М. локалізується в печінці (56 %), легенях (15%), селезінці (15%).

Вони синтезують і виділяють у міжклітинне середовище більше 100 різних б/а речовин, тому їх можна вважати секреторними клітинами.

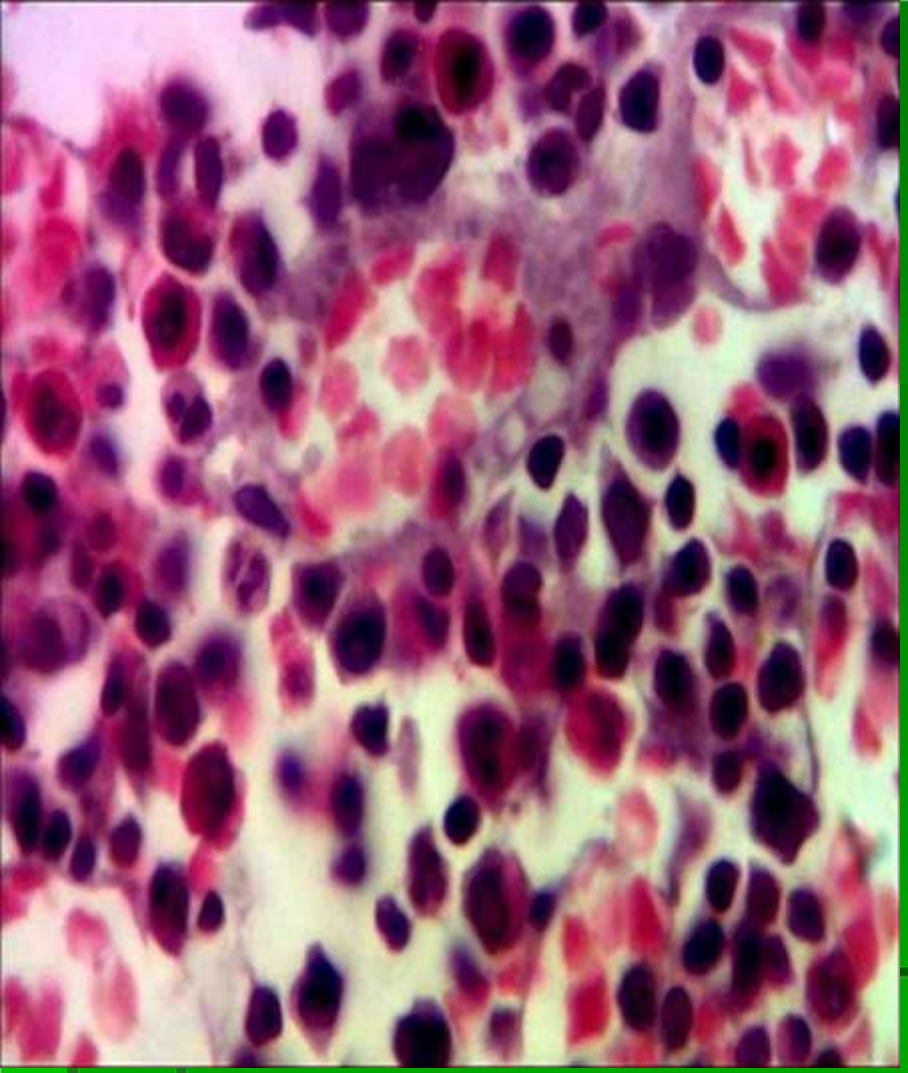


Макрофаг. Електронограма. Збільшення 14000.

Макрофаги є поліфункціональними клітинами, вони виконують:

- неспецифічний захист – розпізнавання, поглинання і перетравлення клітин та компонентів міжклітинної речовини й екзогенних структур;

- специфічний або імунний захист – участь в індукції імунних реакцій унаслідок захоплення, переробки (процесингу) і передачі антигенів лімфоцитам;



- Забарвлення поліхромний барвник. Збільшення: ок.:10; об.100 (масляна імерсія)

- регуляція діяльності фібробластів, мастоцитів, лімфоцитів, ендотеліоцитів.

Активовані М. продукують ферменти (гіалуронідазу, колагеназу, еластазу), що руйнують міжклітинний матрикс.

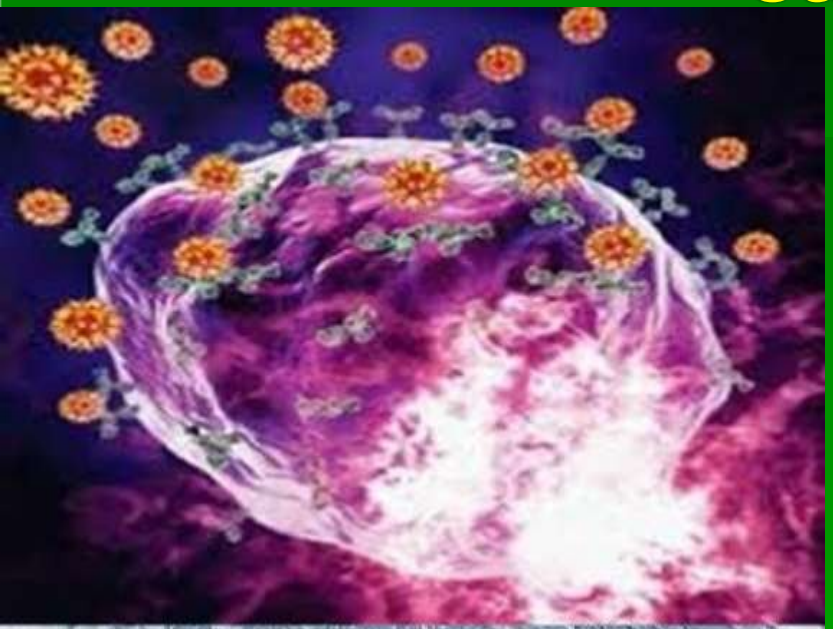
Вони виділяють ростові чинники, які стимулюють проліферацію епітеліальних клітин, проліферацію і активацію фібробластів, синтез фібробластами колагену, новоутворення кровоносних судин.
Таким чином, М. беруть участь у процесах перебудови та регенерації пошкоджених тканин М. (загоєнні ран).

До макрофагальної системи відносять сукупність всіх клітин, які мають здатність захоплювати із тканинної рідини організму чужерідні частки, загиблі клітини, неклітинні структури, бактерії:

1. макрофаги (гістіоцити) пухкої сполучної тканини;
2. зірчасті клітини синусоїдних судин печінки (клітини Купфера);
3. вільні і фіксовані макрофаги кровотворних органів;
4. макрофаги легень;
5. остеокласти;
6. гліальні макрофаги нервової тканини.

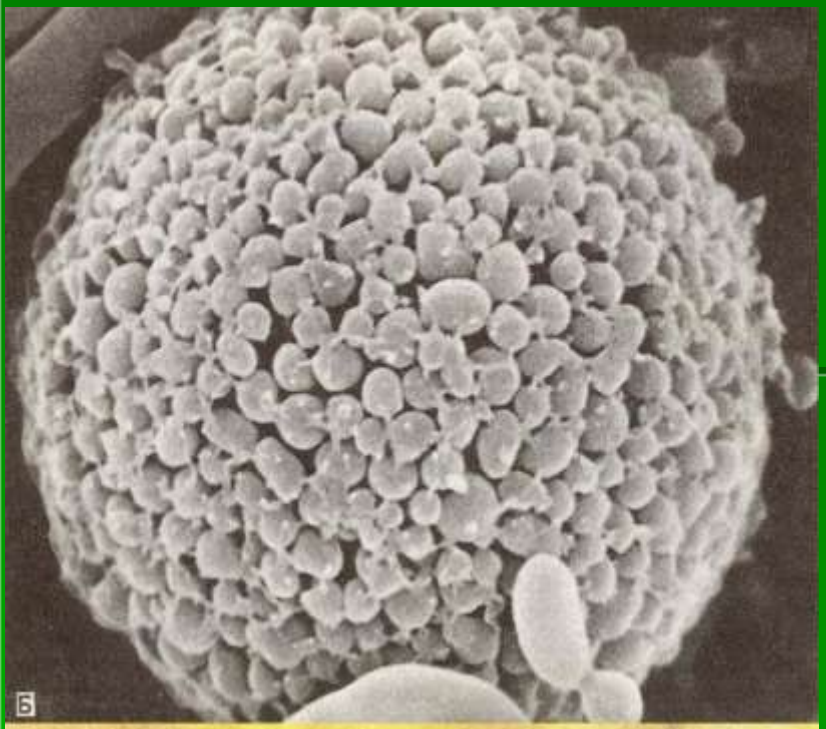
Всі перераховані клітини здатні до фагоцитозу і мають на своїй поверхні рецептори до імуноглобулінів і походять із промоноцитів кісткового мозку і моноцитів крові.

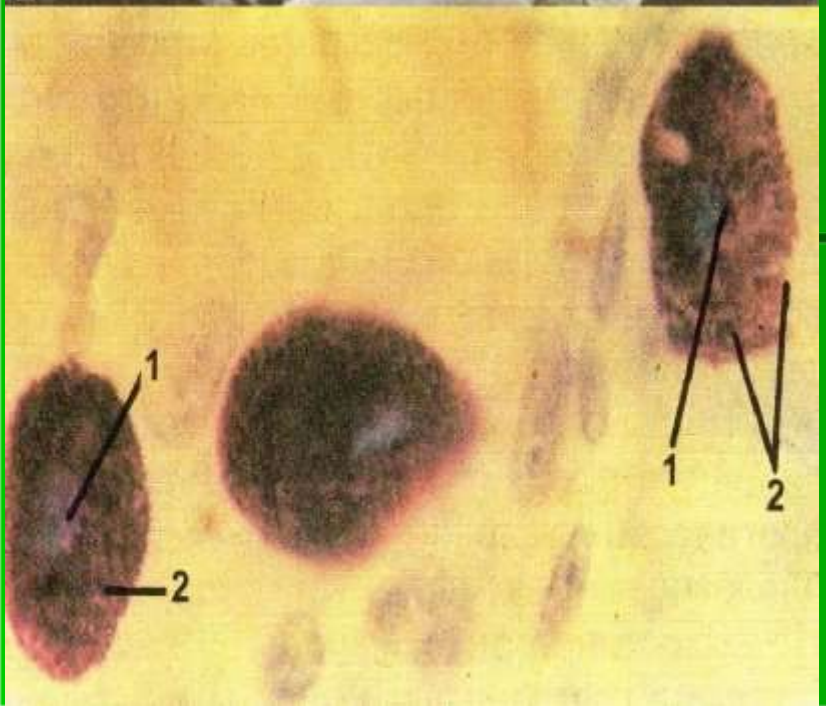
Тучні клітини (мастоцити, клітини Ерліха, лаброцити, тканинні базофіли)



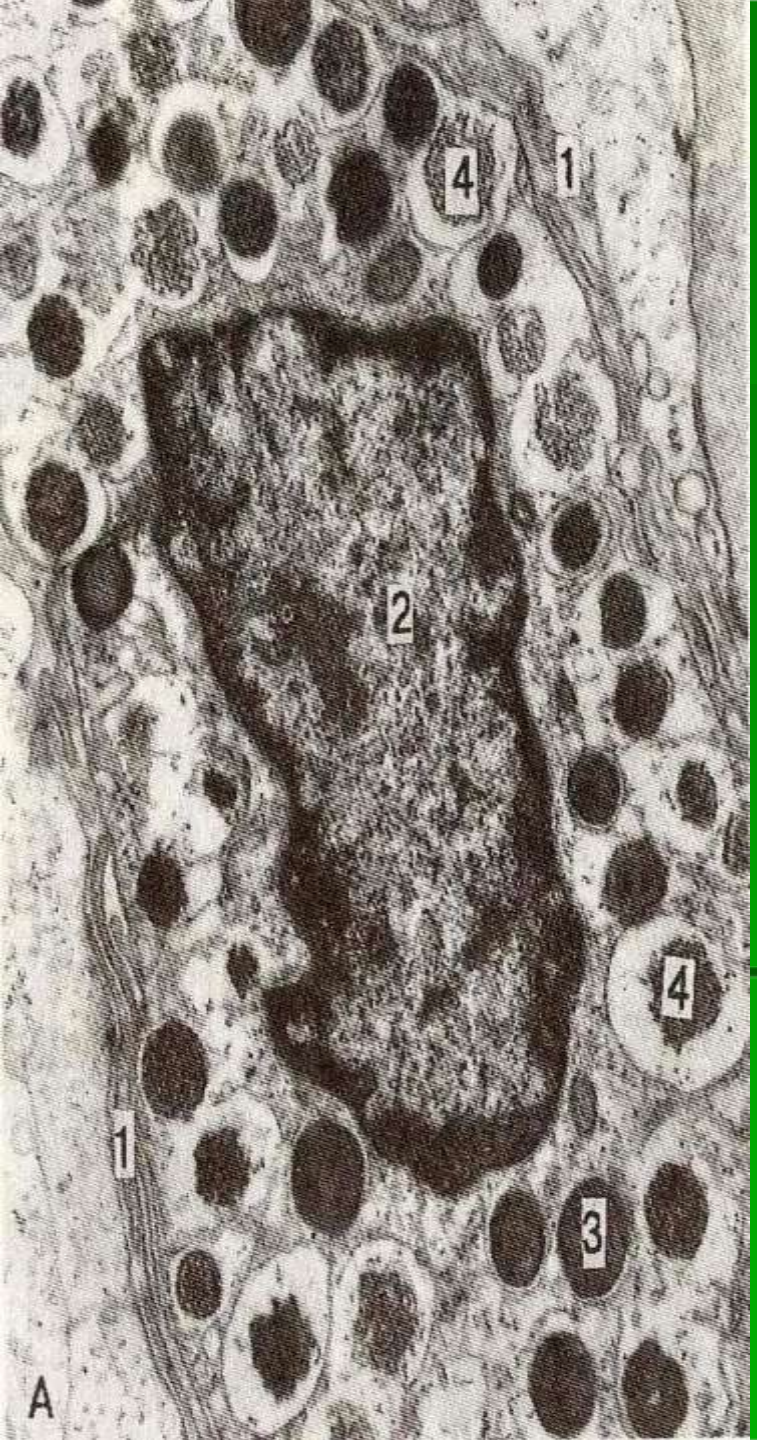


- утворюються із спеціальної клітини попередниці СКК крові, але остаточну диференціацію вони проходять у сполучній тканині;
- великі клітини, округлої форми, нерівна поверхня (амебоїдний рух);
- цитоплазма заповнена електронно-щільними гранулами розмірами 0,2 - 0,8 мкм, оточені мембраною;
- гранули містять гістамін (10%), гепарин (30%), серотонін, хімазу, тріптазу.





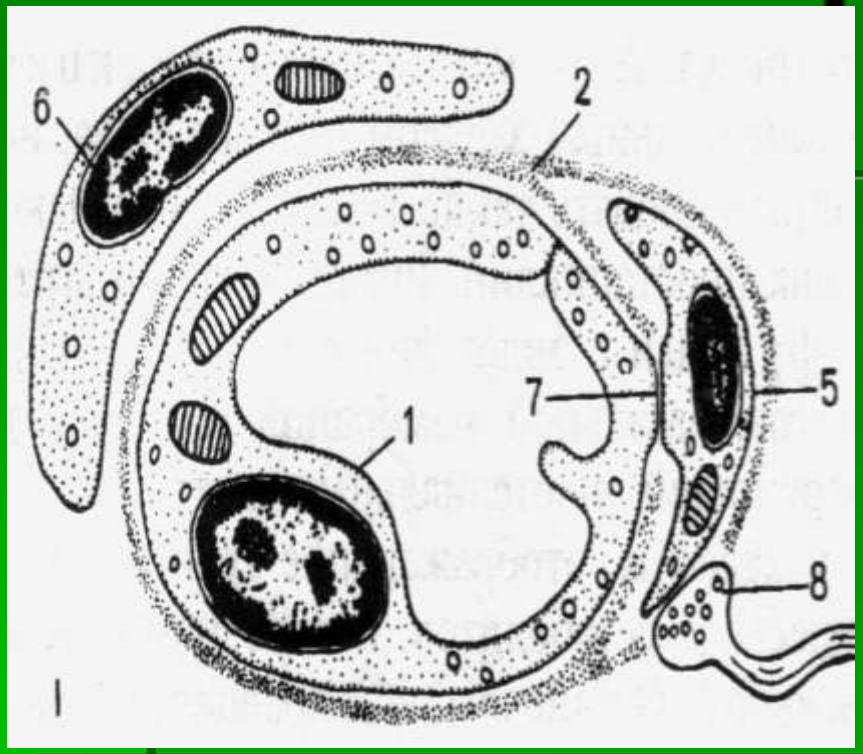
- Гістамін викликає швидке розширення кровоносних капілярів і підвищення їх проникності, що проявляється у вигляді набряків – стимулює секрецію слизу, бронхоспазм і є важливим медіатором запалення.
- Гепарин зв'язує антитромбін III, що циркулює в крові, різко знижуючи цим здатність крові до згортання. Зменшує проникність міжклітинної речовини, має протизапальний вплив. Гістамін і Гепарин є антагоністами.
- Цитоплазма містить велику кількість мітохондрій, незначну кількість гранулярної і агранулярної ендоплазматичної сітки, добре розвинутий комплекс Гольджі.



Функції клітин:

1) регуляція гомеостазу сполучної тканини (за рахунок виділення біологічно активних речовин, здатних впливати на проникність і тонус судин);
2) запобігання згортанню крові (результат дії гепарину);
3) захисна роль (виділення медіаторів запалення і хемотаксичних чинників для забезпечення мобілізації клітин для участі в запальних та імунних реакціях);
4) участь у розвитку алергічних реакцій (за рахунок наявності на плазмолемі рецепторів до імуноглобулінів класу Е).

Адвентиційні клітини (клітини Маршана)

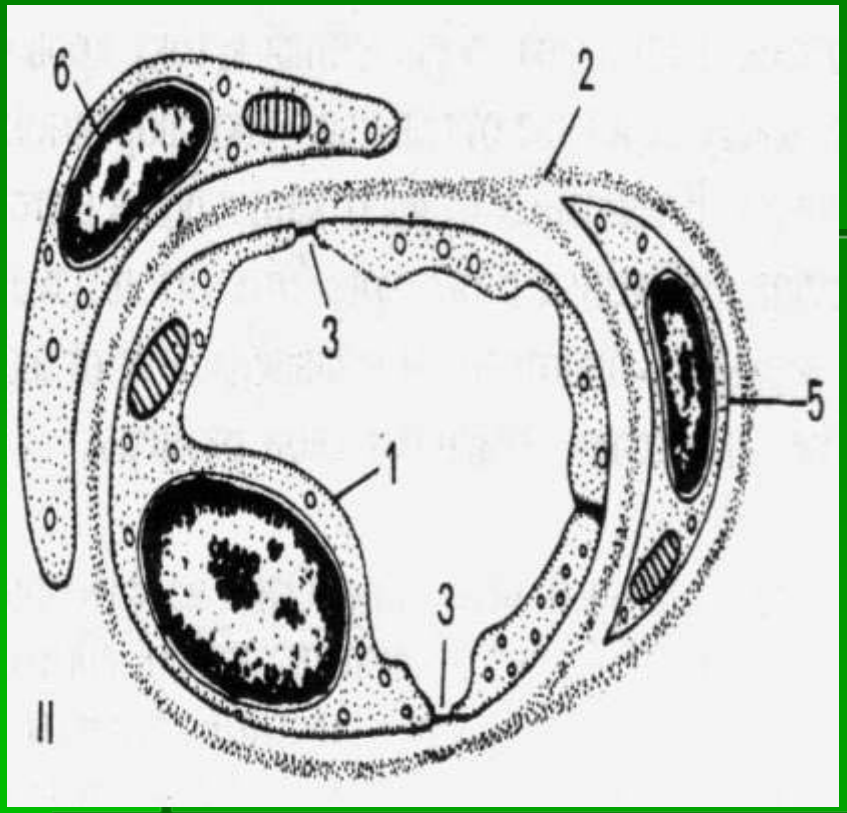


1 – ендотеліоцит,
2 – базальна мембрана,
3 – фенестри,
4 – щілини (пори),
5 – перицит,
6 – адвентиційна клітина,
7 – контакт ендотеліоцита і перицита,
8 – нервове закінчення

- Утворюються із мезенхіми і є малодиференційованими клітинами мезенхіми;
- Клітина відростчатої форми;
- Розташовуються вздовж кровоносних судин.
- Форма - плоска або веретеноподібна.
- Ядро – темне овальне.
- Цитоплазма – слабо базофільна, клітинні органели розвинуті слабо.

Адвентиційні клітини можуть диференціюватися у фібробласти та адипоцити.

Перицити



1 – ендотеліоцит,
2 – базальна мембрана,
3 – фенестри,
5 – перицит,
6 – адвентиційна клітина

-Утворюється із малодиференційованих клітин мезенхіми;

- Клітини базального шару капілярів. вони являються складовою гематоенцефалічного бар'єру (ГЕБ), знаходяться у розщепленнях базальної мембрани.

- Мають відросчату форму, дископодібне ядро, помірно розвинені органели.

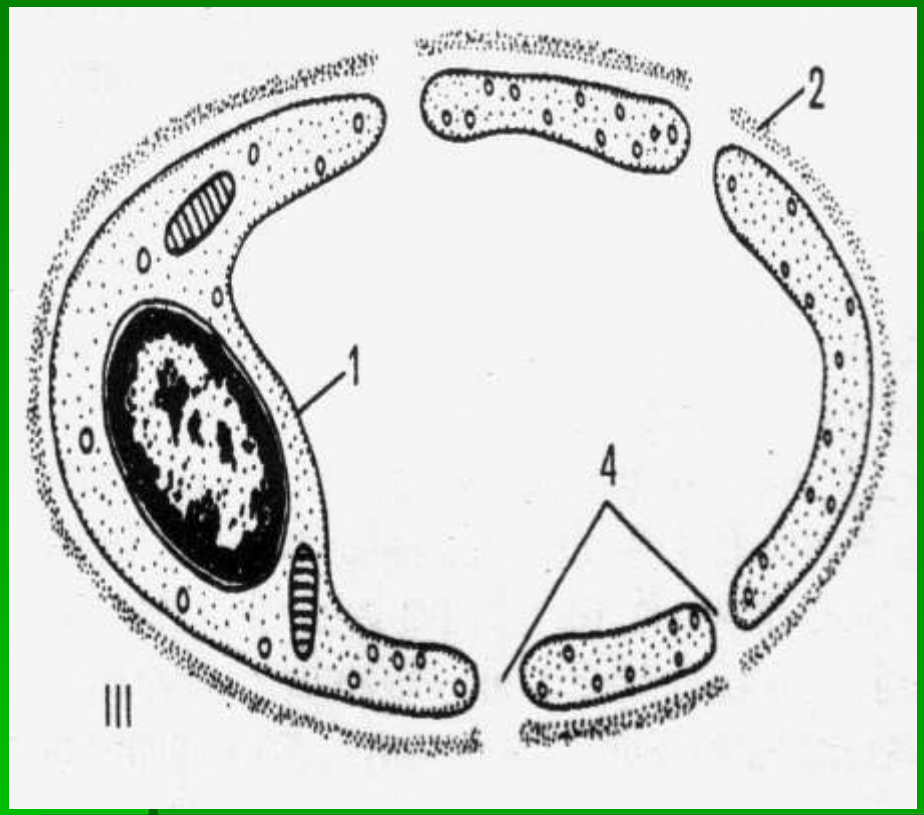
Виконують деякі важливі функції:

1. Здатність до скорочення,
2. Регулювання функцій ендотелія,
3. Регуляція макрофагальної активності,

4. Здійснюють контроль за утворенням і ростом мікросудин.

5. Беруть участь у синтезі компонентів базальної мембрани капілярів.

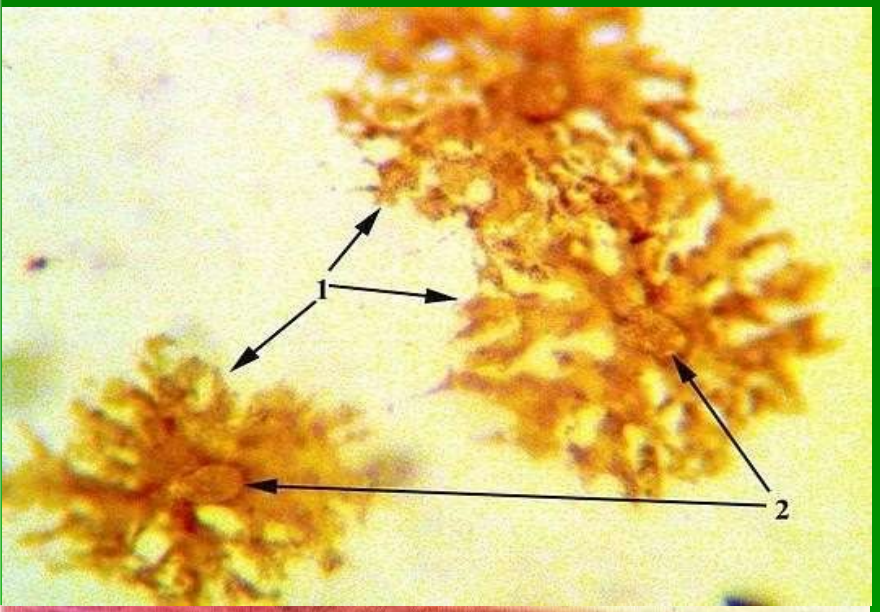
Ендотеліальні клітини

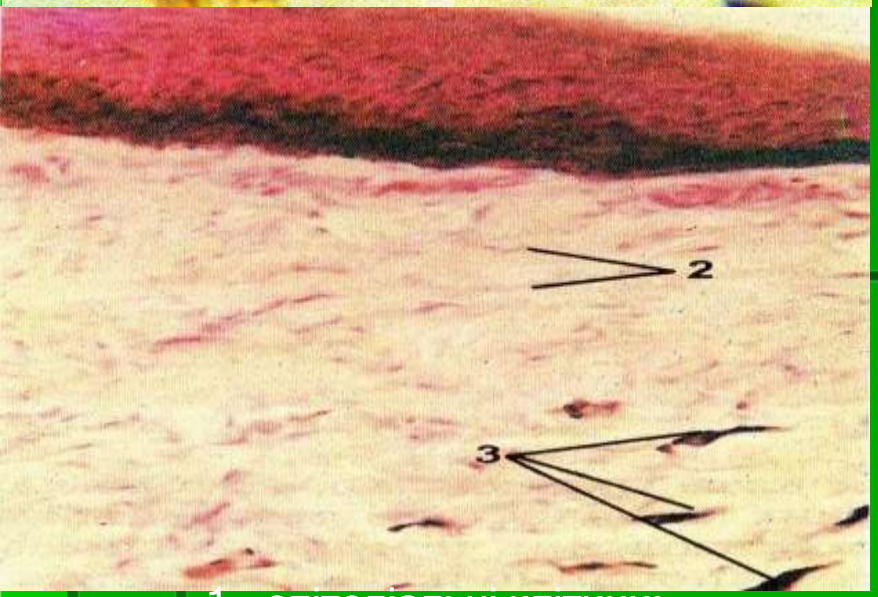


1 – ендотеліоцит,
2 – базальна мембрана,
4 – щілини (пори)

- Утворюються із мезенхіми і є малодиференційованими клітинами мезенхіми;
- Вкривають зсередини всі кровоносні і лімфатичні судини;
- Продукують біологічно активні речовини.

Пігментні клітини (пігментоцити)





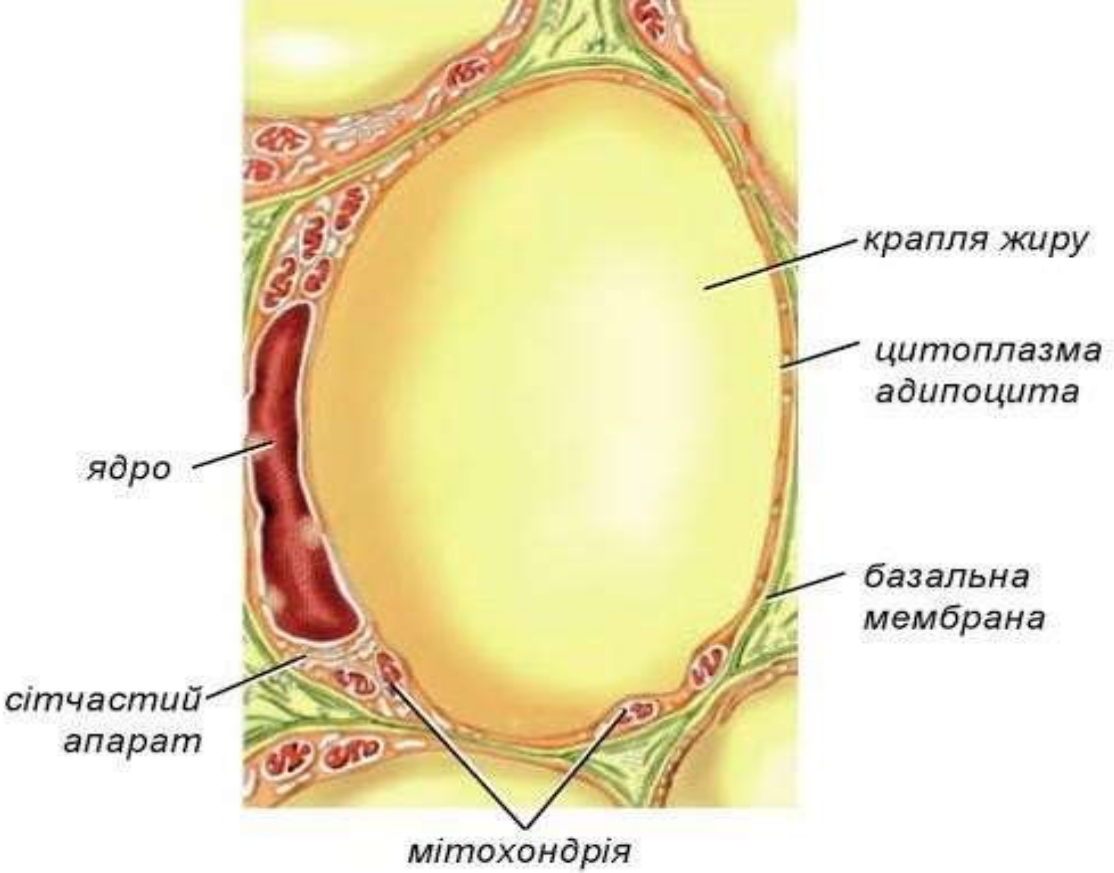
1 - епітеліальні клітини;
2 - волокна пухкої волокнистої сполучної тканини; 3 - пігментні клітини.

- утворюються з нервового гребеня, в цитоплазмі є пігмент - меланін.

Накопичуючи та синтезуючи меланін П. перешкоджають проникненню ультрафіолетового випромінювання в організм людини.

Підвищенний вміст пігментоцитів характерний для райдужки та судинної оболонки ока.

Жирові клітини

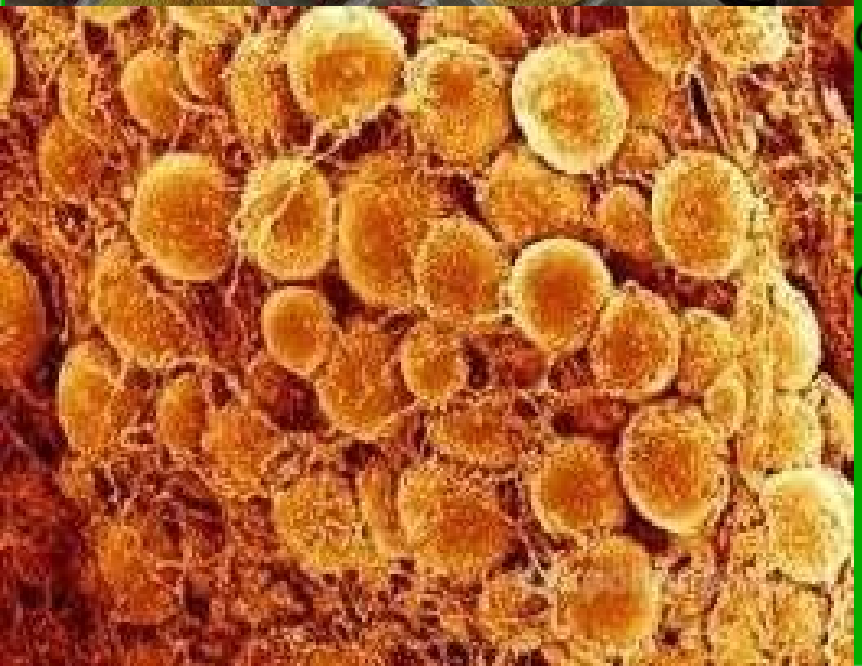


- В ембріогенезі утворюються з преадипоцитів, які походять від ембріональних стовбурових клітин мезенхіми.
- У ранньому фетальному періоді у їх цитоплазмі навколо ядра накопичуються дрібні крапельки ліпідних включень, так виникають бурі адипоцити.

У пізньому фетальному періоді, зливаються ліпідні включення і формується у цитоплазмі одна велика крапля, що відтісняє на периферію ядро і цитоплазму – так утворюються білі адипоцити.

В постембріональному періоді – з фібробластів та адвентиційних клітин.

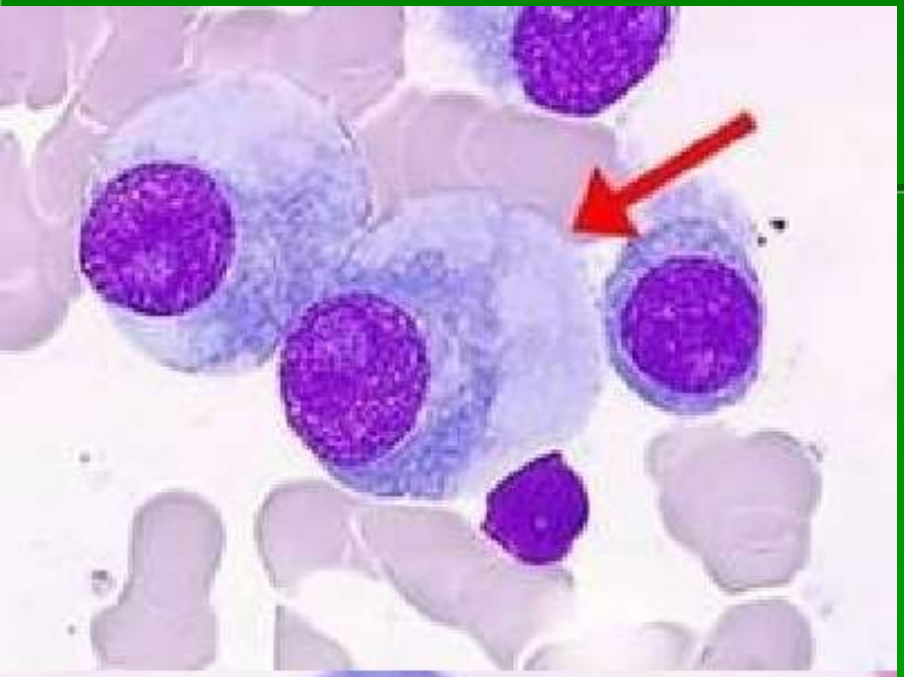


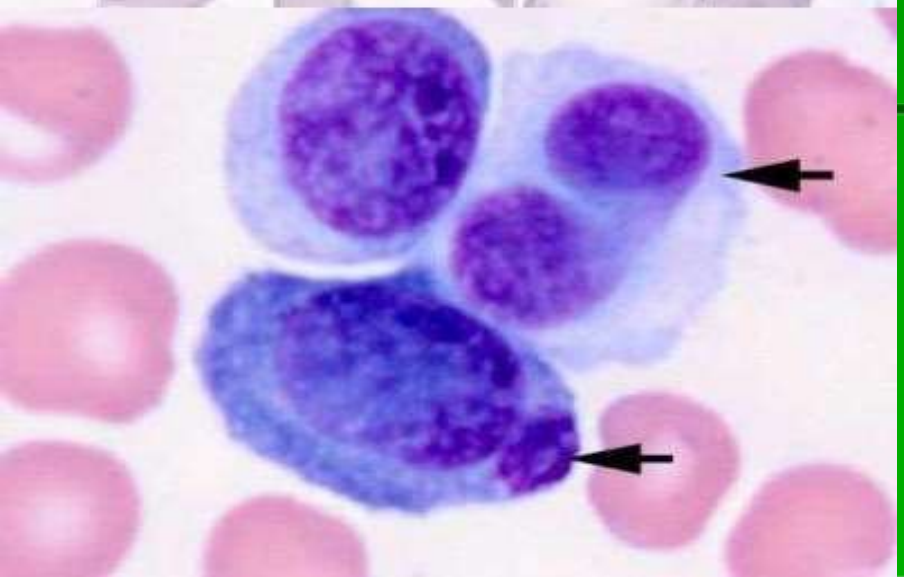


- Діаметр жирової клітини може досягати 120 мкм.
- Форма - поодинокі розташовані клітини мають вигляд кулі, при великому їх скупченні вони мають вигляд багатокутника.
- Ядро - плоске, здавлене.
- Цитоплазма - у вигляді тонкого обідка оточує краплю нейтрального жиру (тригліцериди).
- Органели розташовуються в основному біля ядра і представлені обома видами ендоплазматичної сітки, комплексом Гольджі, мітохондріями.

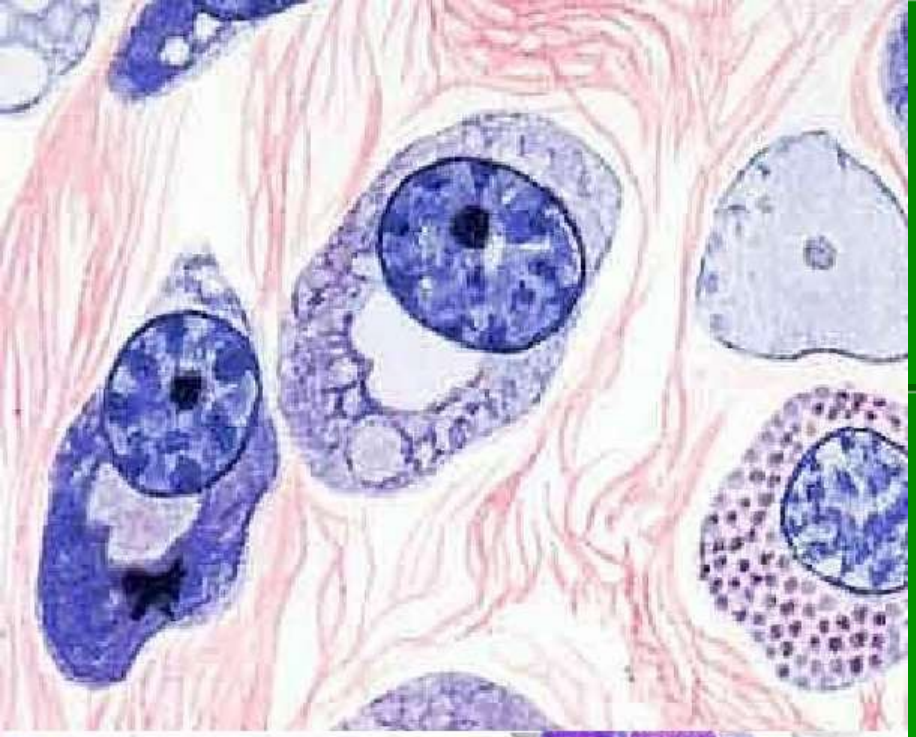
- У худої дорослої людини є близько 35 мільярдів жирових клітин.
- У людини, що має виражене ожиріння, кількість жирових клітин може досягати 125 мільярдів, тобто в 4 рази більше.
- Знову утворені жирові клітини зворотному розвитку не підлягають, і зберігаються на все життя.
- Якщо людина худне, то вони лише зменшуються в розмірах.
- Жири в адипоцитах при температурі тіла перебувають у стані рідкої олії і слугують джерелом висококалорійного запасного матеріалу.
- Беруть участь у трофіці, енергоутворенні, метаболізмі води і депонуванні жиророзчинних вітамінів.
- Адипоцити мають тривалий час життя і в організмі дорослої людини не поділяються.

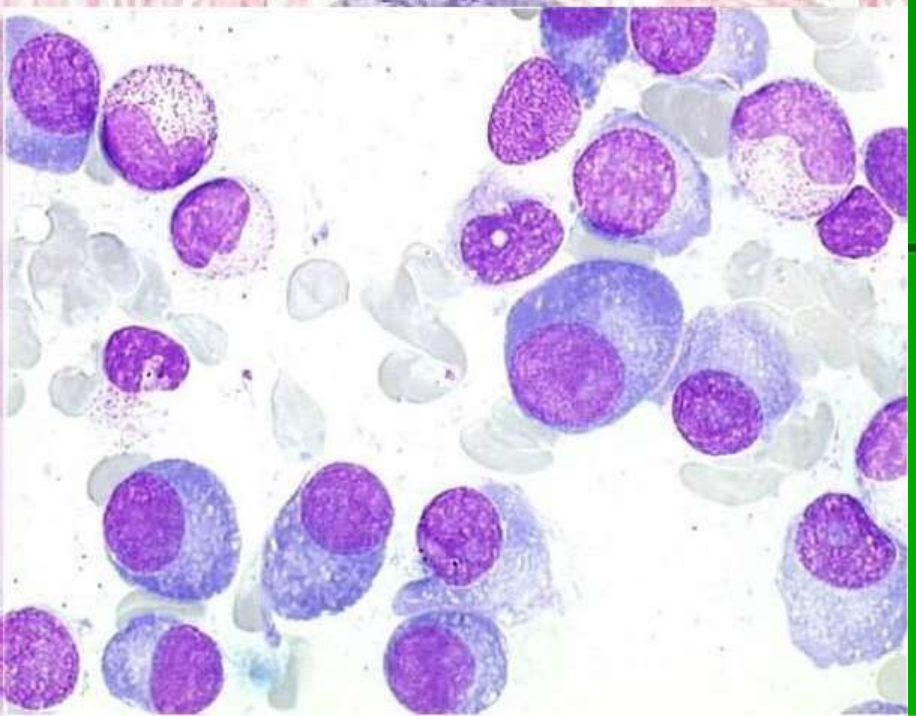
Плазматичні клітини (клітини Унна)





1. утворюються з ~~В-лімфоцитів;~~
1. продукують антитіла.
2. За морфологією подібні до лімфоцитів – ядро округлої форми.
3. Співвідношення об’єму ядра до об’єму цитоплазми коливається від 2:1 до 1:1.
5. Цитоплазма різко базофільна



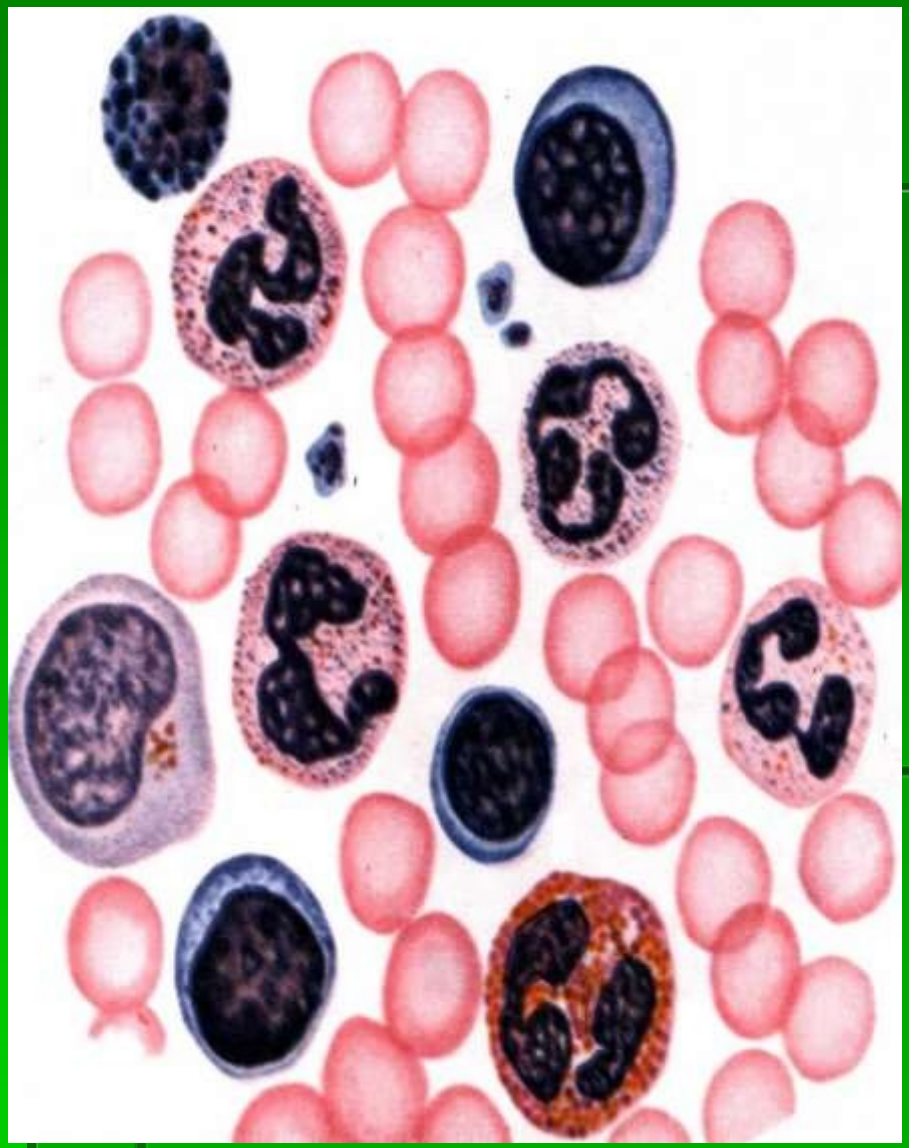


Плазматичні клітини

рідко зустрічаються в периферичній крові, вони присутні у кістковому мозку, лімфатичних вузлах, селезінці та у власній пластинці слизових оболонок.

Їх кількість зростає при інфекційних та запальних процесах в організмі.

Лейкоцити -



- це клітинні елементи які мігрували з кровоносного русла до пухкої сполучної тканини.
- При запальних станах їх кількість збільшується, ці клітини виконують захисну функцію.

МІЖКЛІТИННА РЕЧОВИНА -

забезпечує архітектоніку, фізико-хімічні та механічні властивості сполучних тканин, створює оптимальне мікрооточення для життєдіяльності клітин. Вона об'єднує клітини в єдину систему і регулює їх функції (проліферацію, диференціацію, синтетичну, секреторну і рухову активність).

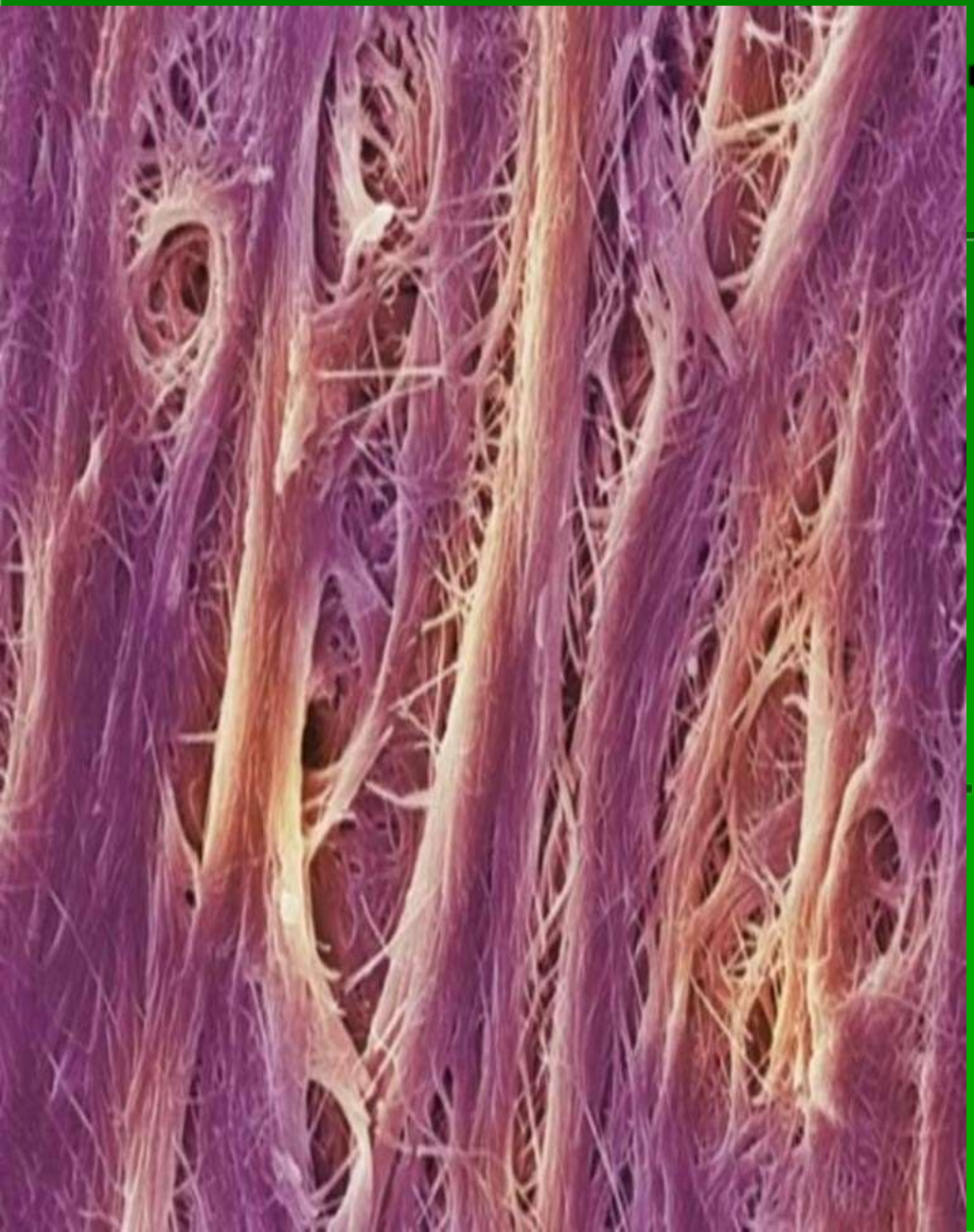
М.Р. представлена волокнистими структурами і основною речовиною, які утворюються завдяки діяльності клітин сполучної тканини.

ВОЛОКНА

- КОЛАГЕНОВІ
- РЕТИКУЛЯРНІ
- ЕЛАСТИЧНІ

ТАБЛИЦЯ 4	Характеристика волокон сполучної тканини		
Показник	Волокна		
	Колагенові	Еластичні	Ретикулярні
Діаметр волокна, мкм	1–20	0,3–10	0,2–1
Розтяжність (еластичність) у % стосовно початкового стану	5 %	150 %	Майже не розтягуються
Світлозаломлення	Незначне	Сильне	Незначне
Структура	Волокна складаються з паралельних пучків фібрил діаметром 90–3000 нм	Не мають фібрил	Волокна складаються з тонких колагенових фібрил діаметром 15–50 нм
Склад	Багато проліну, оксипроліну, гліцину і оксилізину, полярних амінокислот	Багато проліну і гліцину, мало оксипроліну і оксилізину, менше полярних амінокислот у порівнянні з колагеновими волокнами	Подібні за складом до колагенових волокон
Забарвлення			
Гематоксиліном і еозином	Червоний колір	Забарвлюються дуже слабо	Не забарвлюються
За ван Гізон	Червоний колір	Не забарвлюються	Не забарвлюються
За Маллорі	Синій колір	Не забарвлюються	Синій колір
Нітратом срібла	Не забарвлюються	Не забарвлюються	Чорний колір

КОЛАГЕНОВІ ВОЛОКНА



- Колагенові волокна в пухкій сполучній тканині розташовуються у різних напрямах і мають вигляд хвилястих, спірально звитих круглих або плоских тяжів завтовшки 1-10 мкм.

Утворюють пучки завтовшки 150 мкм.

В структурній організації колагенового волокна виділяють п’ять рівнів:

- 1) **поліпептидні ланцюги проколагену**, до складу яких входять амінокислоти пролін, гліцин, лізин;
- 2) **молекули тропоколагену**, кожна з яких утворена трьома закрученими в спіраль поліпептидними ланцюгами;
- 3) **протофібрили**, складаються з кількох подовжньо орієнтованих молекул колагену, сполучених між собою водневими зв’язками;
- 4) **мікрофібрили**, складаються з 5-6 протофібрил, зв’язаних бічними ланцюгами;
- 5) **колагенове волокно (фібрила)**, утворене кількома мікрофібрилами, котрі зв’язані за посередництва глікозаміногліканів і протеогліканів.

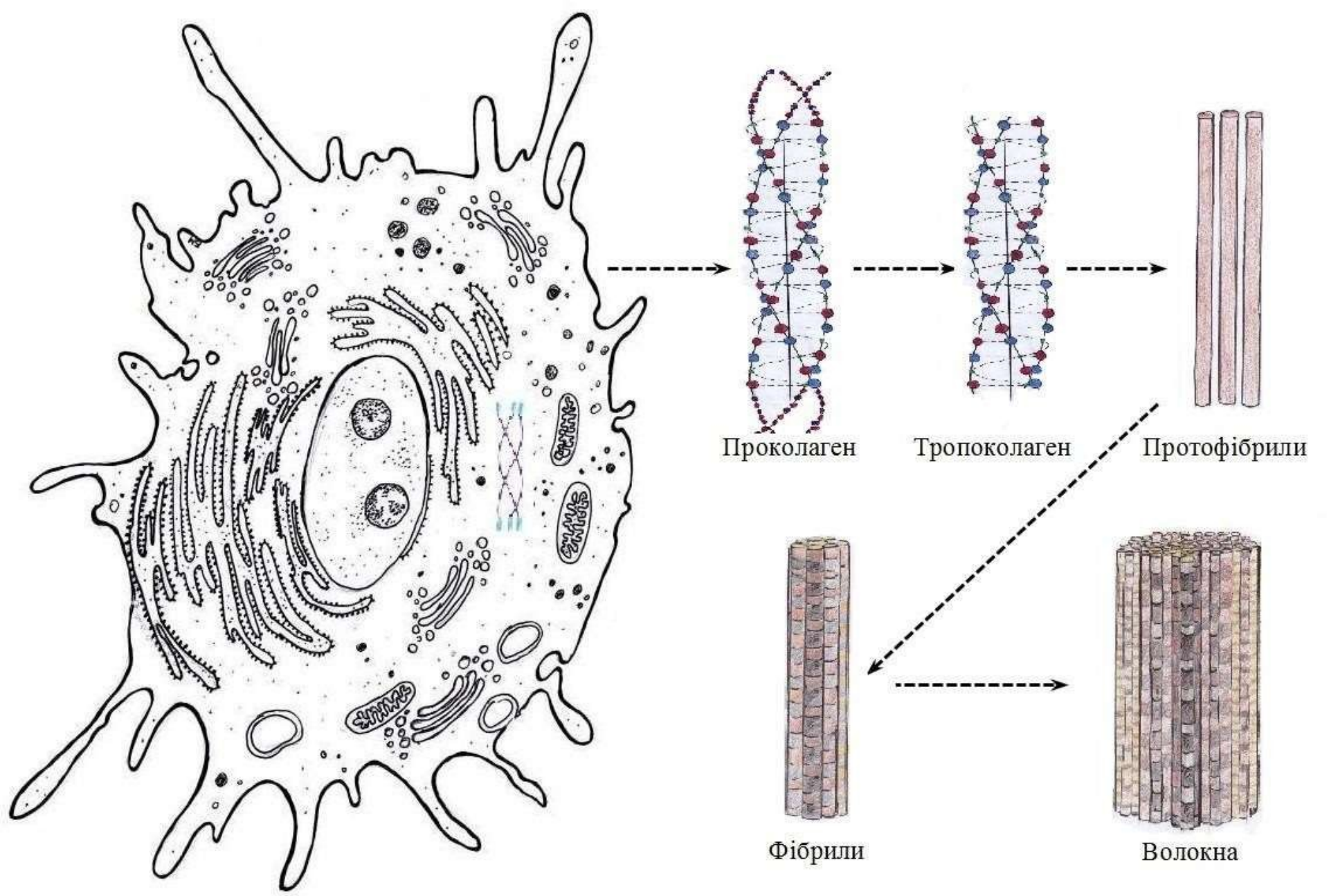
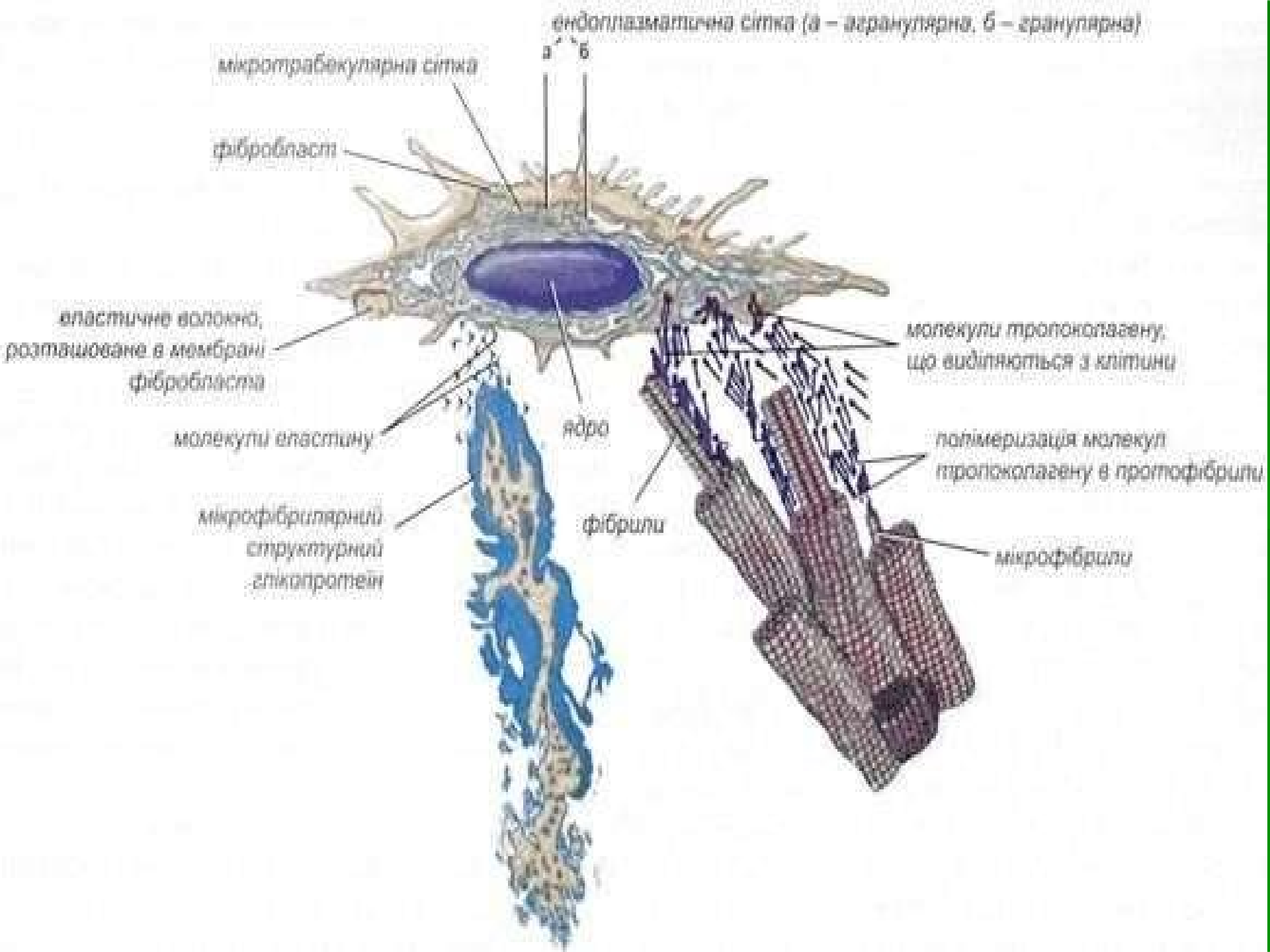


Схема утворення колагенових волокон


ендоплазматична сітка (а – агранулярна, б – гранулярна)
а
б
мікротрабекулярна сітка
фібробласт
еластичне волокно, розташоване в мембрані фібробласта
молекули еластину
ядро
молекули тропоколагену, що видільняються з клітини
полімеризація молекул тропоколагену в протофібрили
мікрофібрилярний структурний глікопротеїн
фібрили
мікрофібрили

- Залежно від амінокислотного складу, кількості поперечних зв'язків, приєднаних вуглеводів і міри гідроксилювання розрізняють колаген 15 різних типів.

- **Колагенові волокна міцні, не розтягуються.**

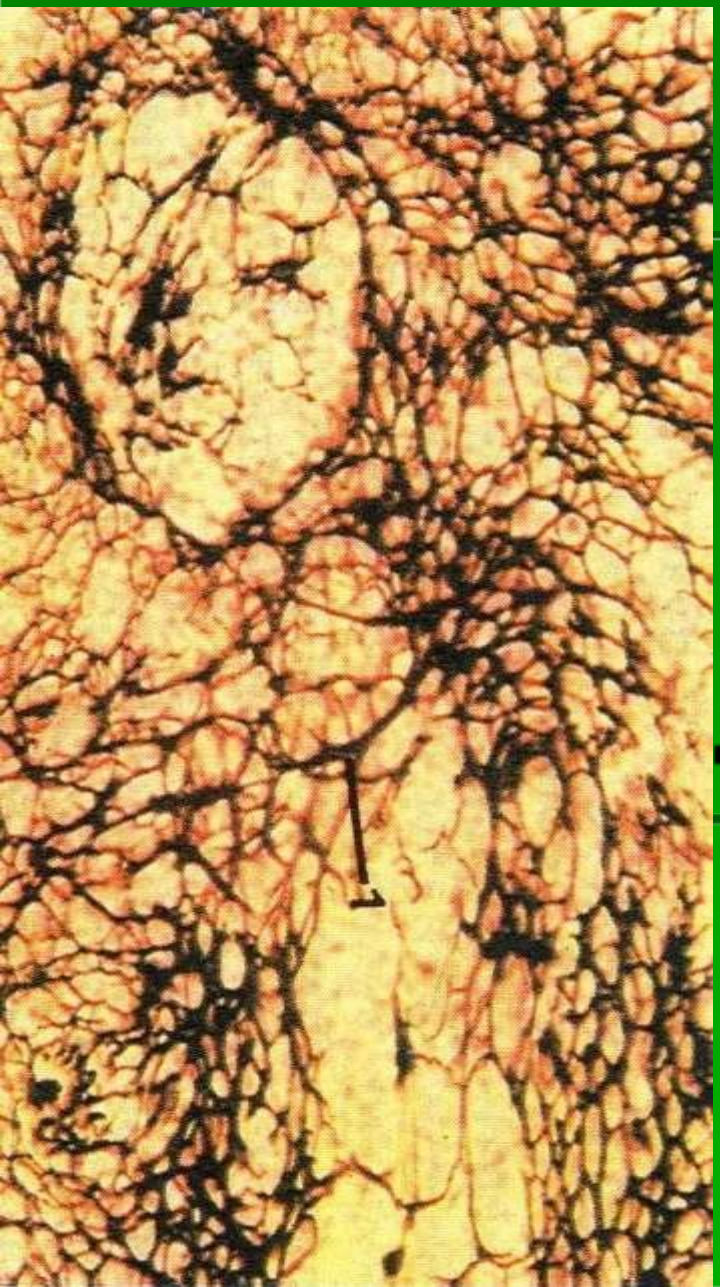
Розподіл колагену в тканинах і органах

Тип	Тканини і органи
I	Шкіра, сухожилок, кістки, рогівка, плацента, артерії, печінка, дентин, пухлини
II	Хрящі, міжхребцеві диски, скловидне тіло, рогівка
III	Легені, артерії, матка, волокна ретикулінів в печінці і органах кровотворення
IV	Базальні мембрани
V	Плацента, шкіра, судини, гладком'язова тканина, рабдоміосаркома
VI	Кровоносні судини, зв'язки, шкіра, матка, легені, нирки
VII	Амніон, шкіра, стравохід, рогівка,
IX	Хрящі, міжпозвонкові диски, стекловидное тело
X	Хрящі
XI	Хрящі, міжхребцеві диски, скловидне тіло

Клінічне значення:

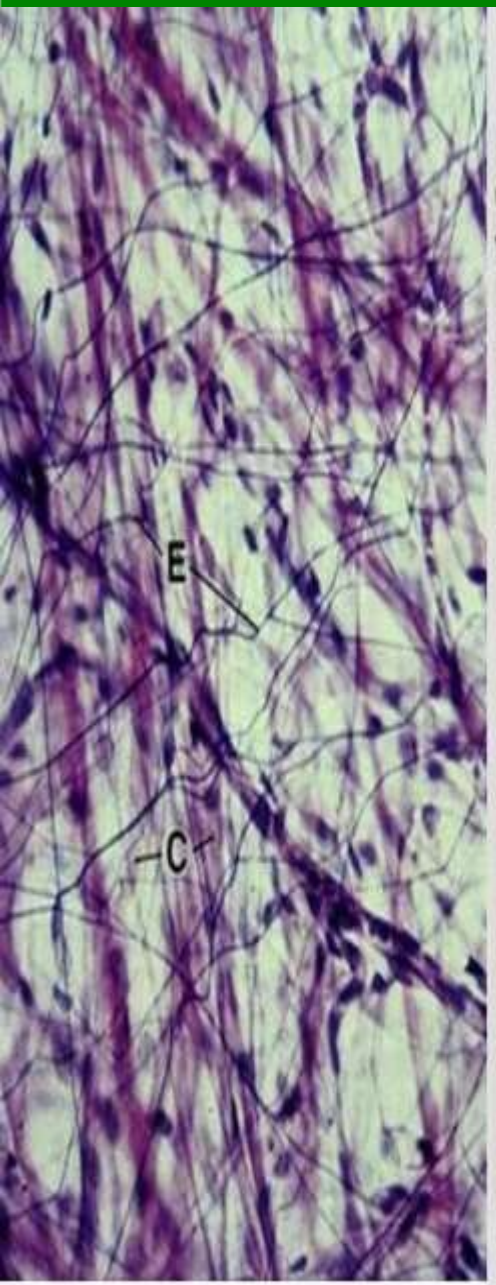
- **Фіброз** – патологічний стан, що виникає в різних органах (печінка, нирки, легені, міокард), в результаті порушення балансу між утворенням та руйнуванням колагену. Супроводжується надмірним відкладанням колагенових волокон і, як наслідок, порушенням функціонування органу.
- **Келоїдні рубці** – результат надмірного накопичення колагену в ділянках пошкодження шкіри.

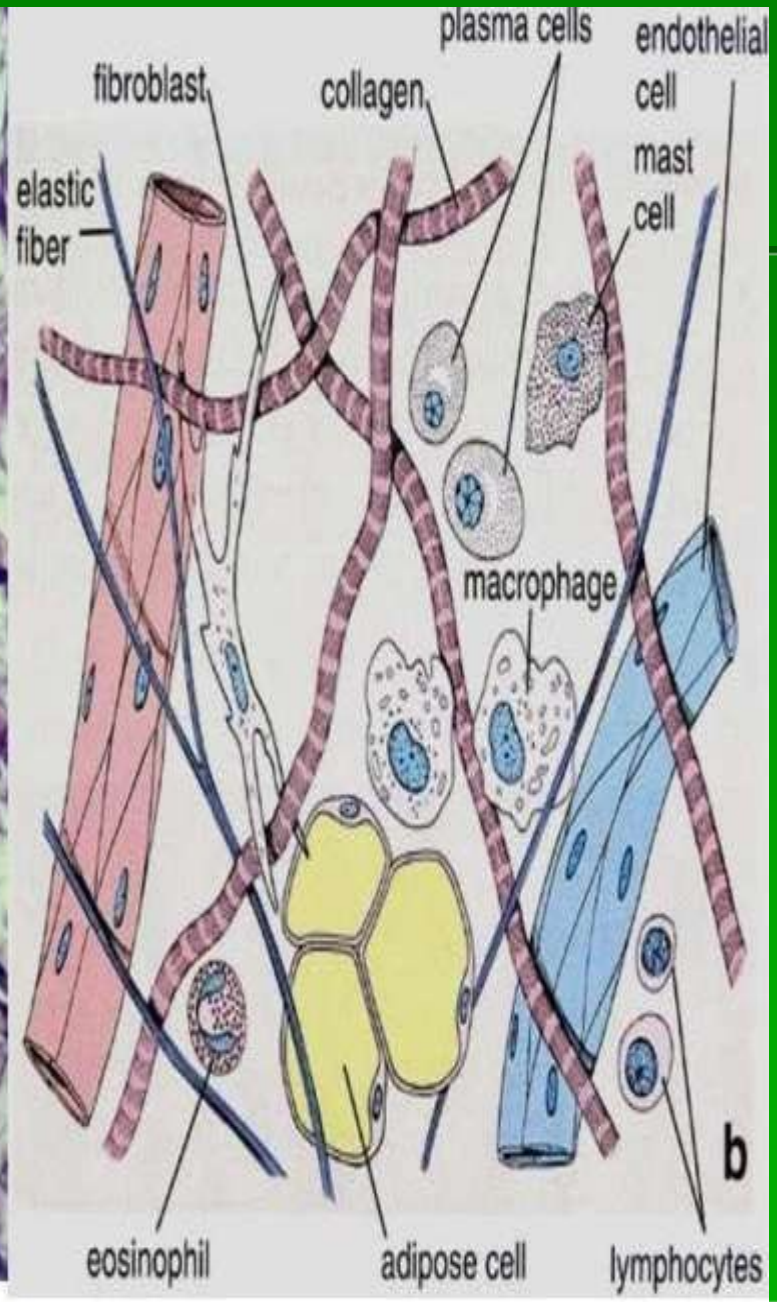
Ретикулярні волокна



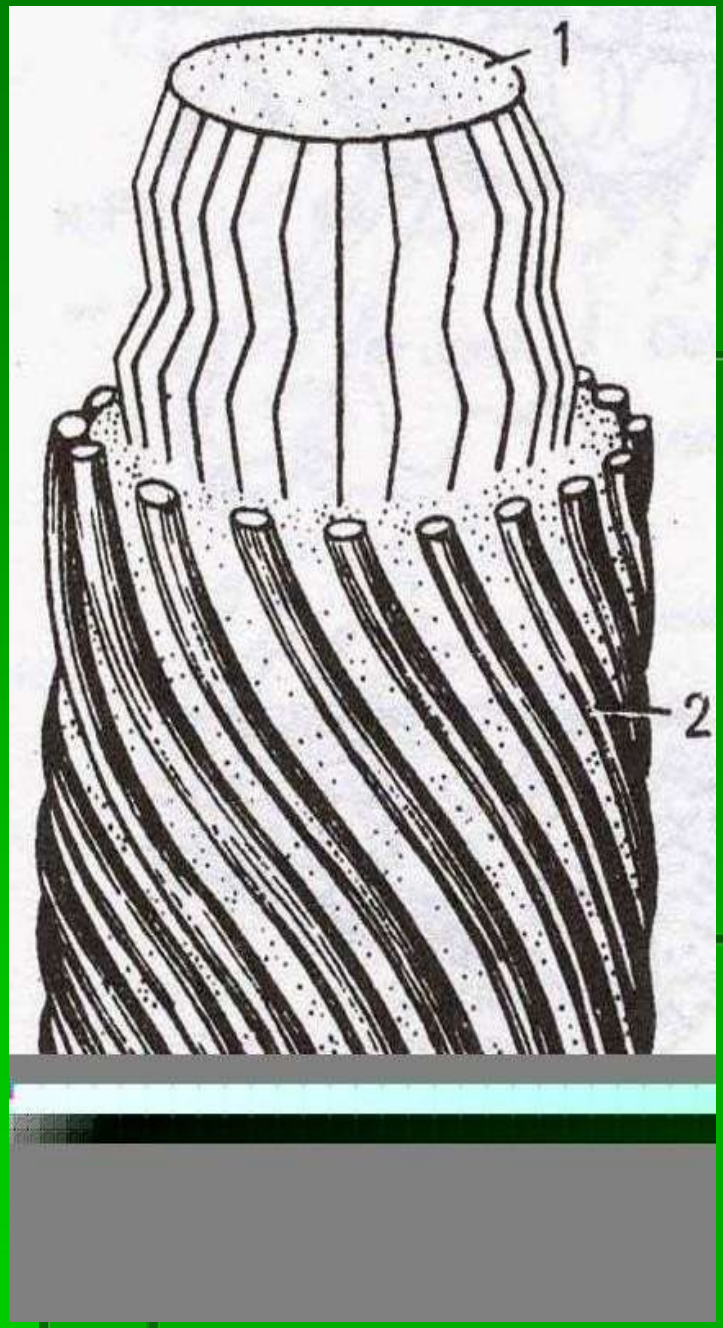
- Різновид колагенових волокон, утворених колагеном III типу, добре забарвлюються солями срібла.
- Містять підвищену кількість вуглеводів, які синтезуються ретикулярними клітинами і утворюють тривимірну сітку - ретикулум.
- Аморфний компонент або основна речовина - складає близько 20% маси тіла і представляє драглисте гідрофільне середовище непостійної щільності і хімічного складу.
- Основна функція - опорна.

Еластичні волокна





- Будова: зовні є мікрофібрили (2), що складаються з мікрофібрилярного білку, а усередині - білок - еластин (1), які синтезуються фібробластами;
- І молекулярний рівень організації - молекули еластину мають форму глобул діаметром 2,8 нм



II - надмолекулярний рівень - молекули еластину поза клітиною з'єднуються в ланцюжок завтовшки 3 - 3,5 нм, який називається еластиновою тропофібрилою

III - фібрилярний рівень - в комплексі з глікопротеїдами утворюють мікрофібрили завтовшки 8 - 10 нм.

IV - волоконний рівень - еластичне волокно є циліндром, центр якого заповнений аморфним компонентом (1), а на периферії - "чохол" з мікрофіламентів (2).

- *Еластичні волокна добре розтягуються, після чого набувають первинної форми.*

ОСНОВНА (аморфна) РЕЧОВИНА:

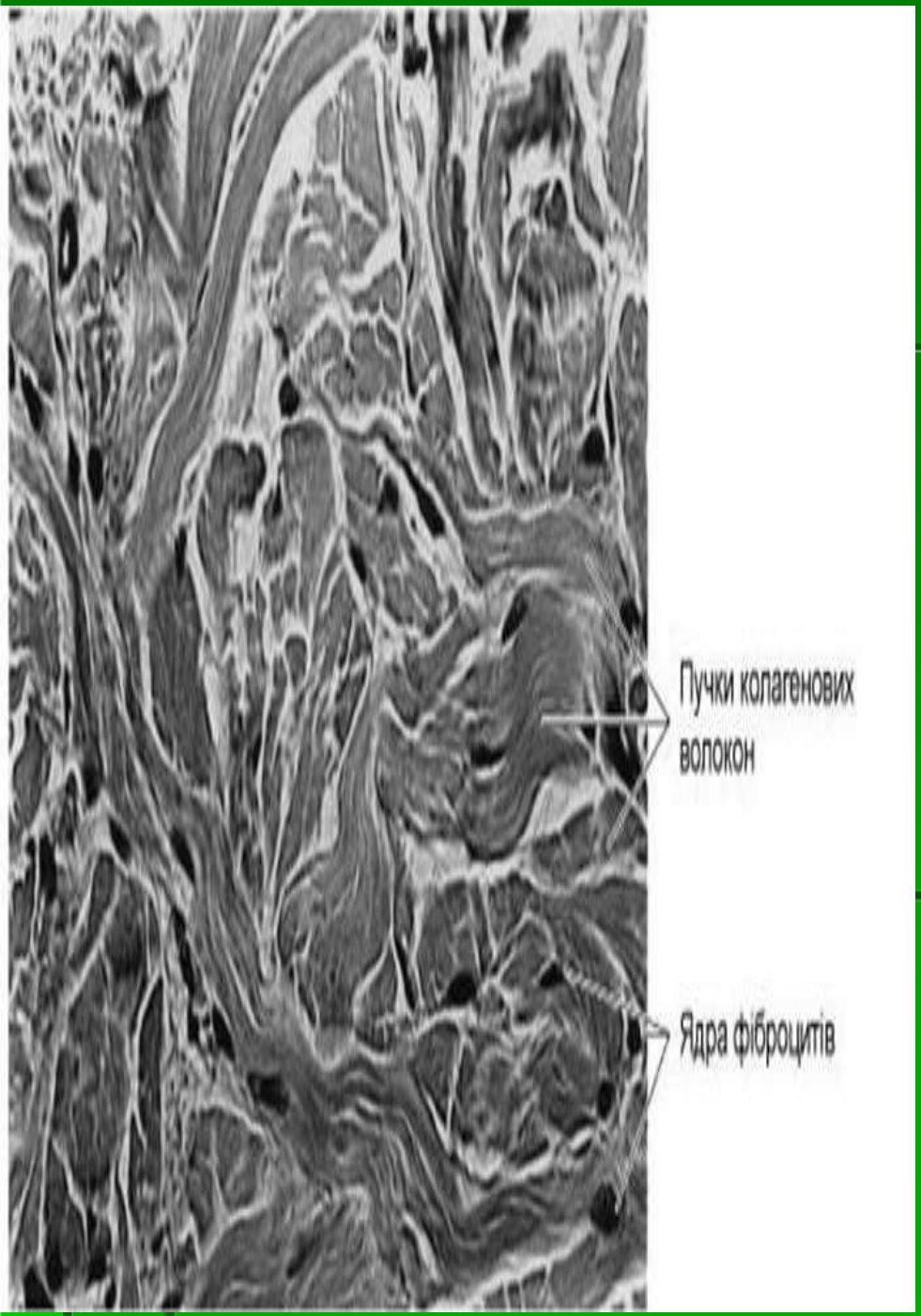
1. глікозаміноглікани (що не сульфатуються і сульфатуються) - гіалуронова кислота.
2. протеоглікани (глікозаміноглікани в з'єднанні з білками) - хондроітин-4-сульфат, хондроітин-6-сульфат, дерматан-сульфат, гепаран-сульфат, гепарин.
3. глікопротеїди - фібронектин, ламілин та ін.
4. аморфна речовина має гелеподібну консистенцію, в неї занурені клітини і волокна.

ЩІЛЬНА ВОЛОКНИСТА НЕОФОРМЛЕННАЯ СПОЛУЧНА ТКАНИНА



- **Особливості:** багато волокон (колагенові, еластичні, мало клітин, волокна мають хаотичне розташування.

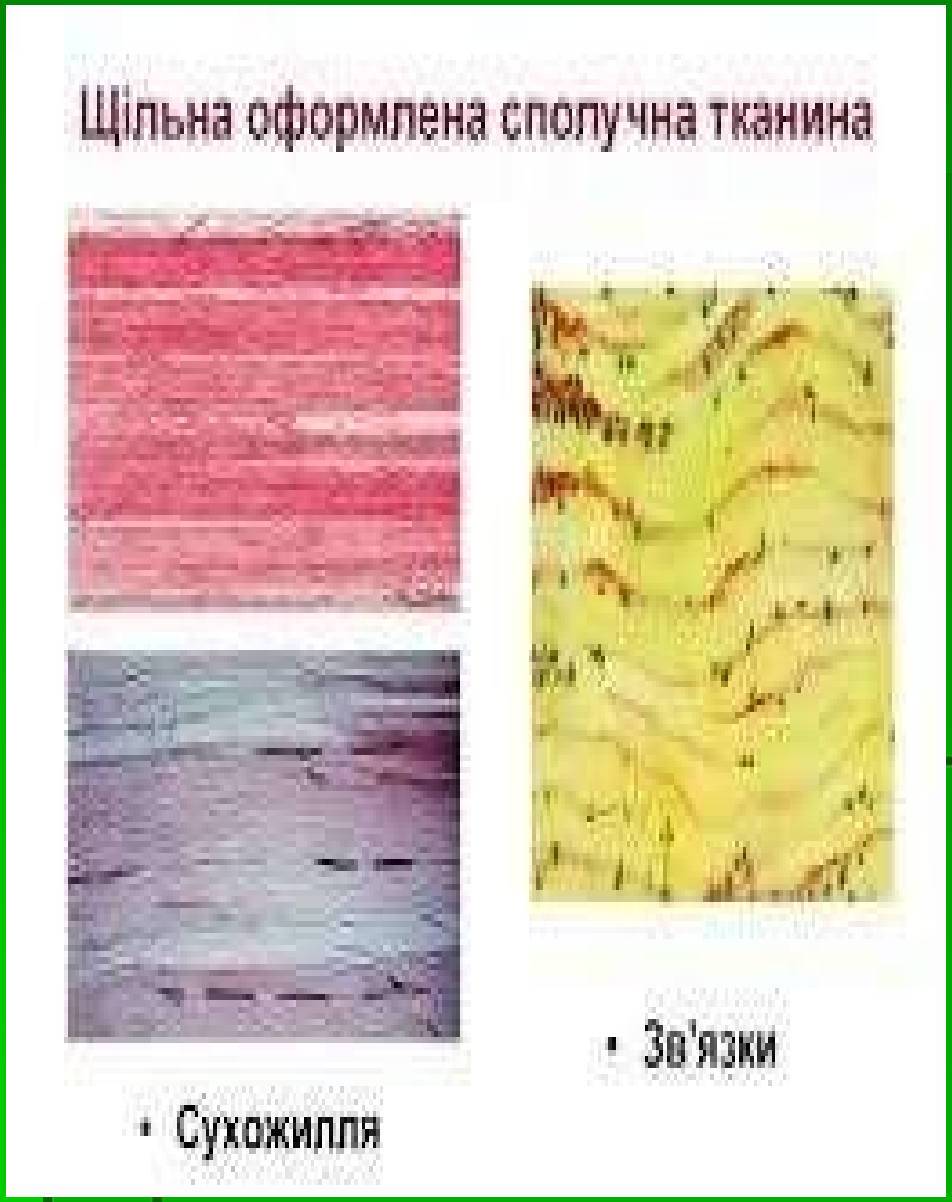
- **Локалізація:** сітчастий шар дерми, окістя, охрястя.



- **КЛІТИНИ**
- Клітин дуже мало; є, в основному, фібробласти, можуть зустрітися тучні клітини, макрофаги.

- **МІЖКЛІТИННА РЕЧОВИНА**
- **ВОЛОКНА:** колагенові і еластичні волокна.
- **ОСНОВНА (АМОРФНА) РЕЧОВИНА**: глікозаміноглікани і протеоглікани в невеликій кількості.

ЩІЛЬНА ВОЛОКНИСТА ОФОРМЛЕНА СПОЛУЧНА ТКАНИНА



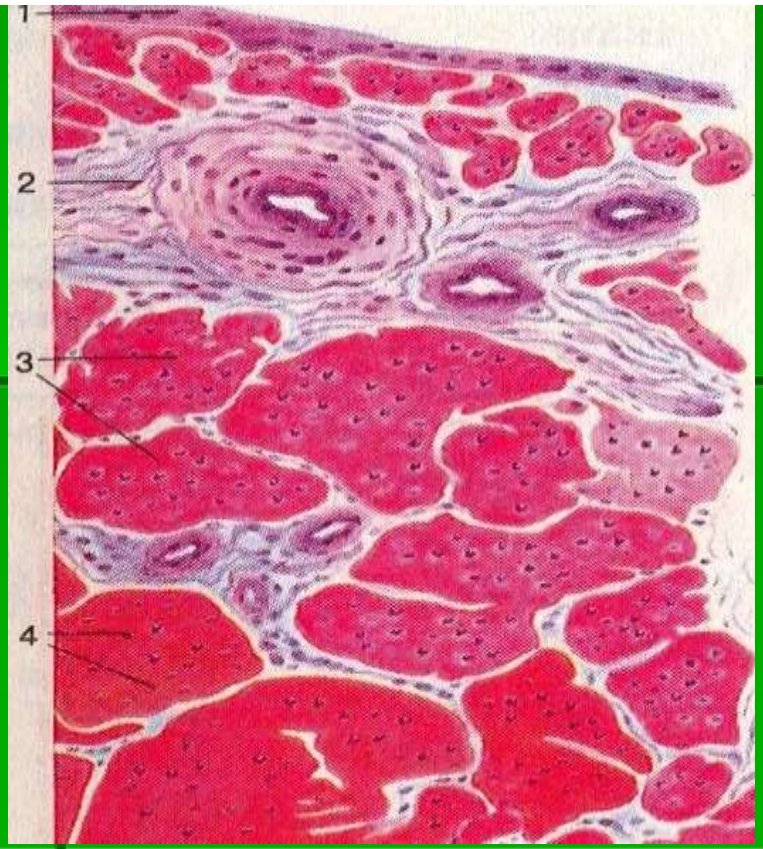
- **Особливості:** багато волокон, мало клітин, волокна мають впорядковане розташування - зібрані в пучки.
- **Локалізація:** сухожилля, зв'язки, капсули, фасції, фіброзні мембрани.

- **КЛІТИНИ**
- Клітин дуже мало, в основному, фібробласти, можуть зустрітися тучні клітини, макрофаги.

- **МІЖКЛІТИННА РЕЧОВИНА**
- **ВОЛОКНА**: колагенові і еластичні; волокон - багато; волокна мають впорядковане розташування, утворюють товсті пучки.
- **ОСНОВНА (АМОРФНА) РЕЧОВИНА**: глікозаміноглікани і протеоглікани в дуже невеликій кількості.

СУХОЖИЛЛЯ





сухожилля

- Це потовщенні циліндричні структури, які зв'язують посмуговані соматичні м'язи з кістками; представлені паралельними пучами колагенових волокон, між якими розташовані ряди фіброцитів (сухожильних клітин – *тендиноцитів*);
- Найтонші – пучки 1-го порядку (5), їх оточує ендотеноній (2).
- Пучки 2-го порядку (3) оточує перитеноній (1).
- Саме сухожилля є пучком 3-го порядку.

СПОЛУЧНІ ТКАНИНИ ІЗ СПЕЦІАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

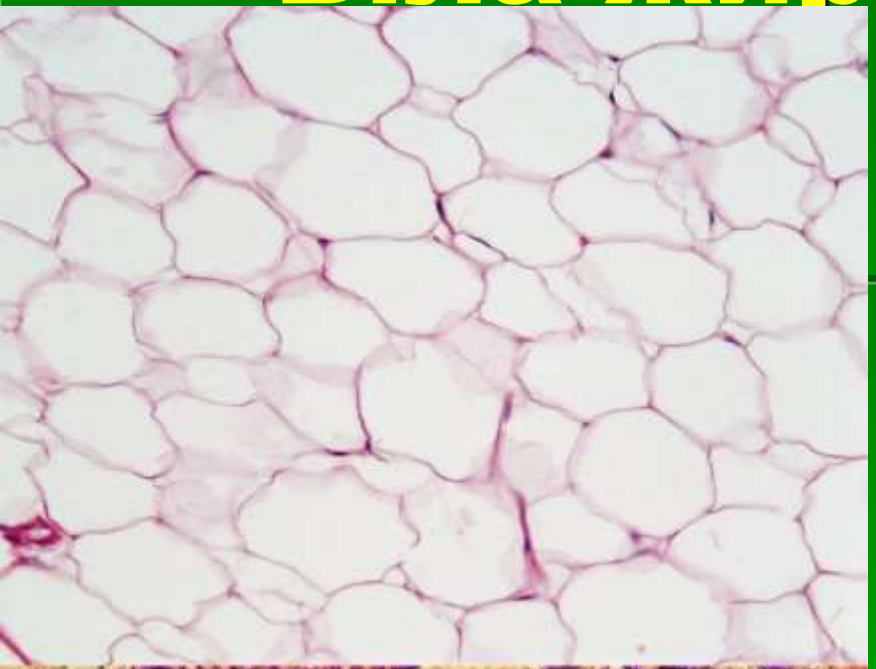
- **ЖИРОВА ТКАНИНА**

Жирова тканина досить поширена в організмі людини, в нормі складає близько 15-20% маси тіла у чоловіків, а у жінок – 20-25%.

- *Особливості:*

- Є, в основному, жирові клітини і невеликі прошарки пухкої волокнистої неоформленої сполучної тканини.

Біла жирова тканина





- **Локалізація**: є скрізь.

- **КЛІТИНИ**
- білі жирові клітини (білі адипоцити)

У їх цитоплазмі є одна велика крапля жиру, а ядро і органели відтіснені до периферії.

- Між групами адипоцитів є прошарки пухкої волокнистої неоформленої сполучної тканини.

Жирова тканина виконує наступні функції:

- енергетичну **– накопичення ліпідів як резервного джерела енергії;**

- опорну, захисну і пластичну **– повністю або частково оточує різні органи і заповнює органи між ними;**

-термоізоляторну **– перешкоджає надмірній втраті тепла організмом;**

- теплопродукції **– утворена енергія внаслідок окислення молекул жирів, перетворюється на тепло;**

- регуляторну **– входить до складу ЧКМ – створюючи мікрооточення;**

- депонуючу **– накопичує жиророзчинні вітаміни – A, D, E, K;**

- ендокринну **– синтезує естрогени і лептин – гормон, який пригнічує відчуття голоду.**

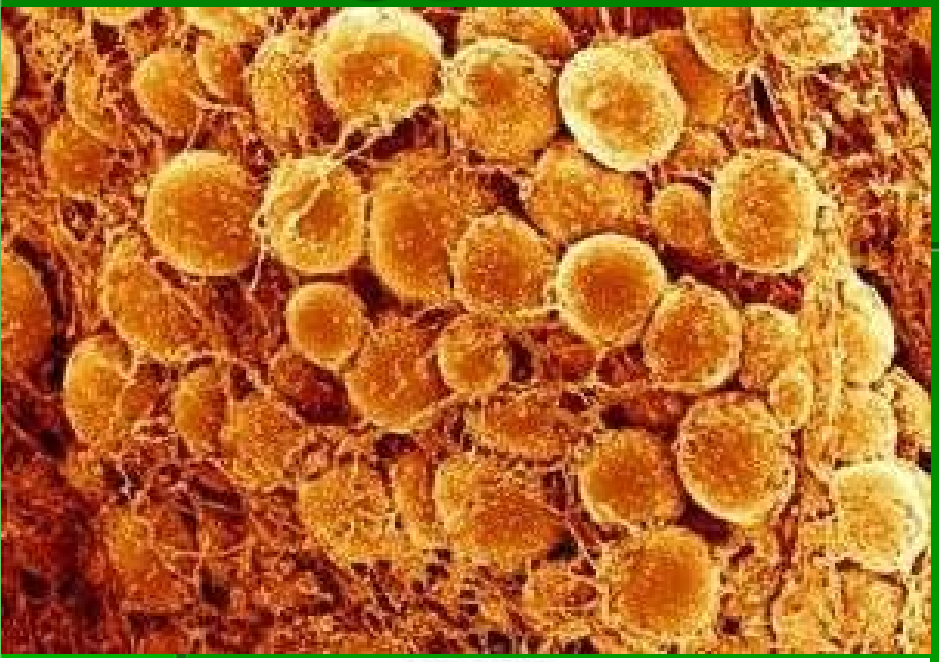
сальник

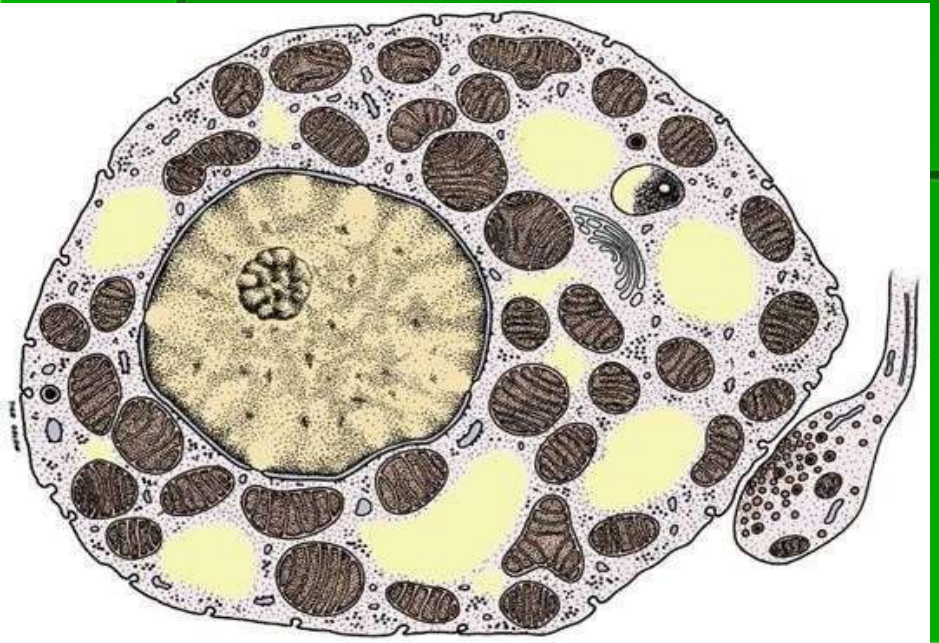
підшкірна клітковина



- **МІЖКЛІТИННА РЕЧОВИНА**
- **ВОЛОКНА**: невелика кількість колагенових і еластичних волокон.
- **ОСНОВНА РЕЧОВИНА**

Бура жирова тканина





- **Локалізація**: між лопатками, біля нирок, біля щитовидної залози.
- Бурої жирової тканини багато у плодів, після народження її кількість сильно зменшується.

- **КЛІТИНИ** - бурі жирові клітини **(бурі адипоцити)**
- У їх цитоплазмі є багато дрібних крапельок жиру, ядро і органели розташовані в центрі клітини. Бурий колір клітин обумовлений наявністю великої кількості залізовмісних пігментів - цитохромів в мітохондріях бурих адипоцитів окислюються як жирні кислоти, так і глюкоза, але вільна енергія, що утворюється, не запасається у вигляді АТФ, а розсіюється у вигляді тепла; тому функція бурої жирової тканини - теплопродукція і регуляція термогенезу.
- Є невелика кількість фібробластів і інших клітин пухкої сполучної тканини.

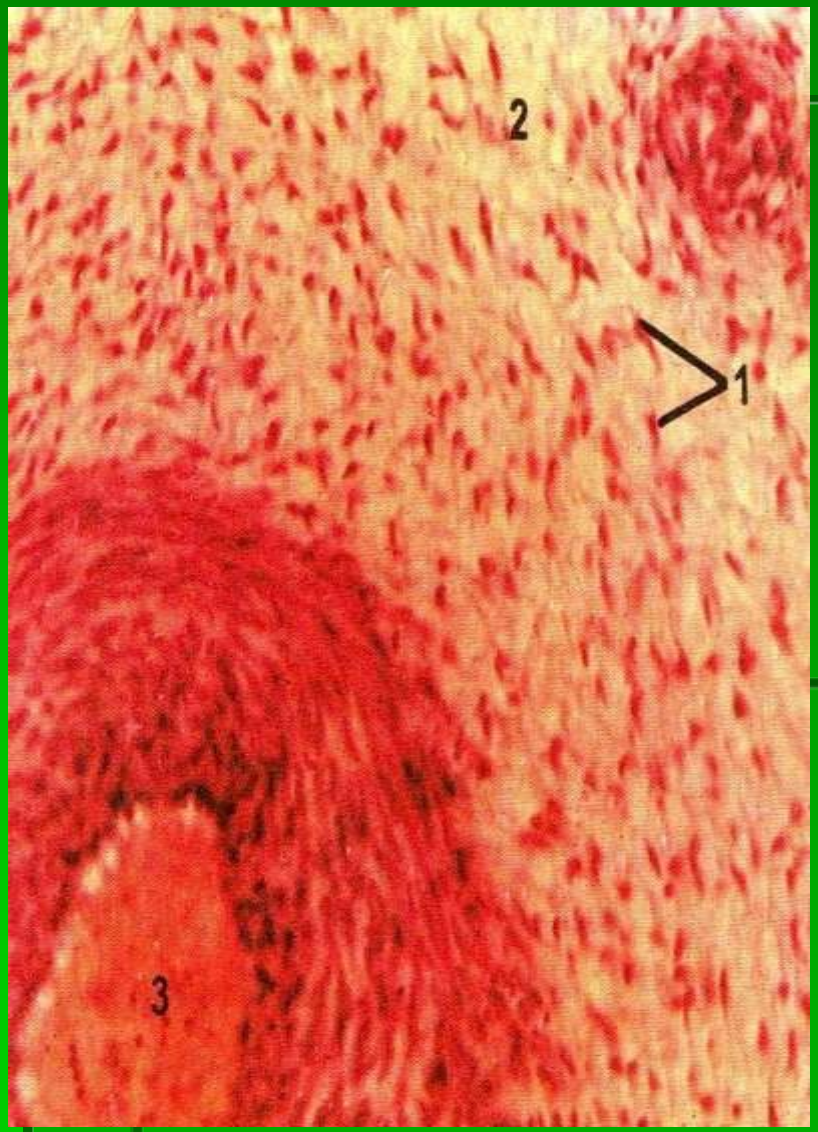
- **МІЖКЛІТИННА РЕЧОВИНА**

- **ВОЛОКНА:** невелика кількість колагенових і еластичних волокон.
- **ОСНОВНА РЕЧОВИНА:** глікозаміноглікани і протеоглікани в невеликій кількості.

ПІГМЕНТНА ТКАНИНА

- **Особливості:** звичайна пухка або щільна волокниста сполучна тканина, що містить велику кількість пігментних клітин.
- **Локалізація:** судинна оболонка ока, дерма в ділянці сосків молочних залоз, родимих плям, невусів.

СЛИЗОВА (драглиста, мукоїдна) СПОЛУЧНА ТКАНИНА



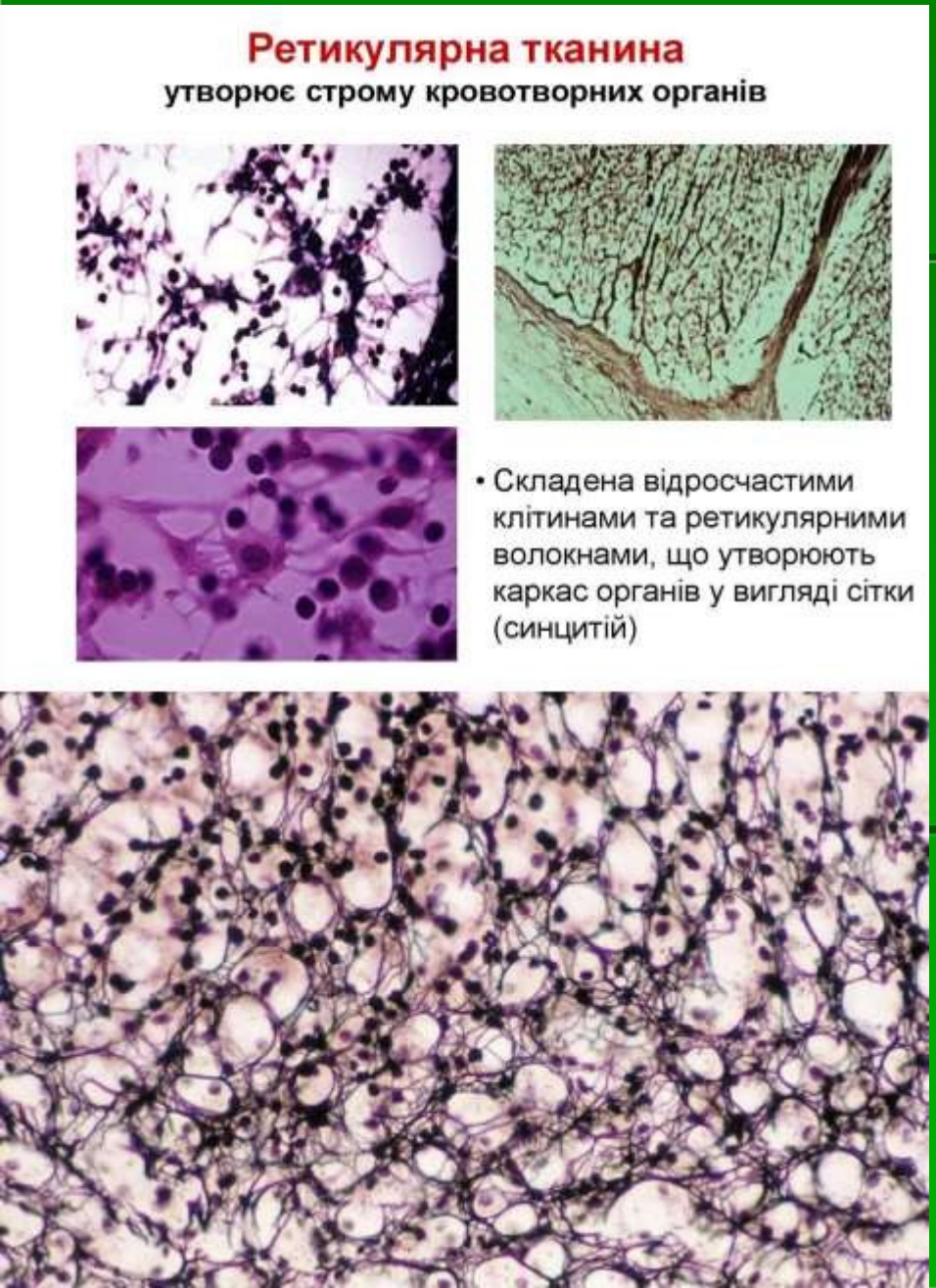
- **Особливості:** мало клітин і волокон, багато аморфної речовини.
- **КЛІТИНИ**
- В основному, малодиференційовані фібробласти в невеликій кількості і **МУКОЦИТИ (1).**
- **МІЖКЛІТИННА РЕЧОВИНА (2)**
- **ВОЛОКНА**: мало тонких колагенових волокон.
- **ОСНОВНА РЕЧОВИНА:** міститься, в основному, гіалуронова кислота.

- Виявляється слизова тканина в ембріональному періоді у плодів (формує пупковий канатик);

- Слизова тканина не містить кровоносних і лімфатичних судин та нервових волокон;

- Велика кількість води (до 90%) забезпечує пружність (тургор), що запобігає перетисканню судин пупкового канатика та порушення плацентарного кровоплину.

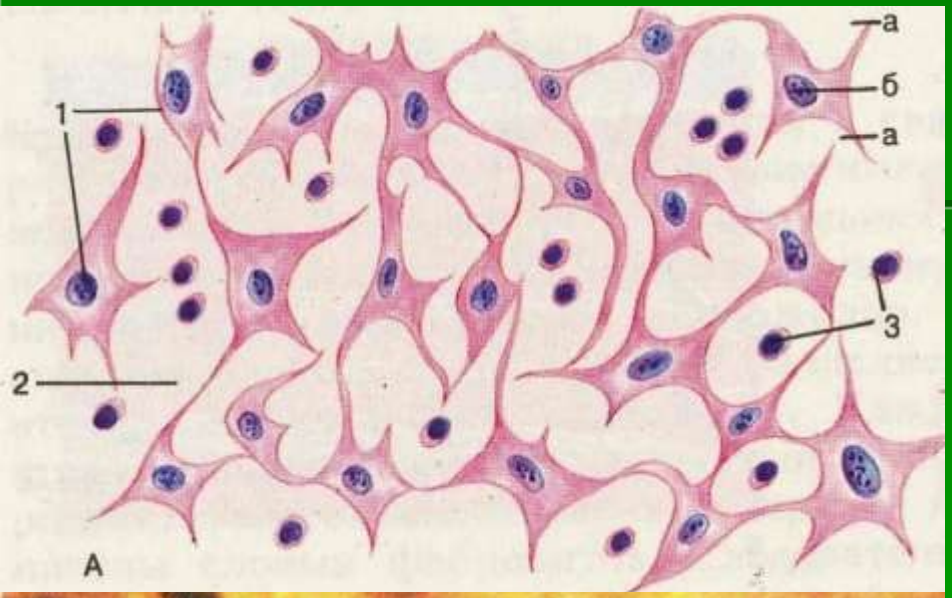
РЕТИКУЛЯРНА ТКАНИНА

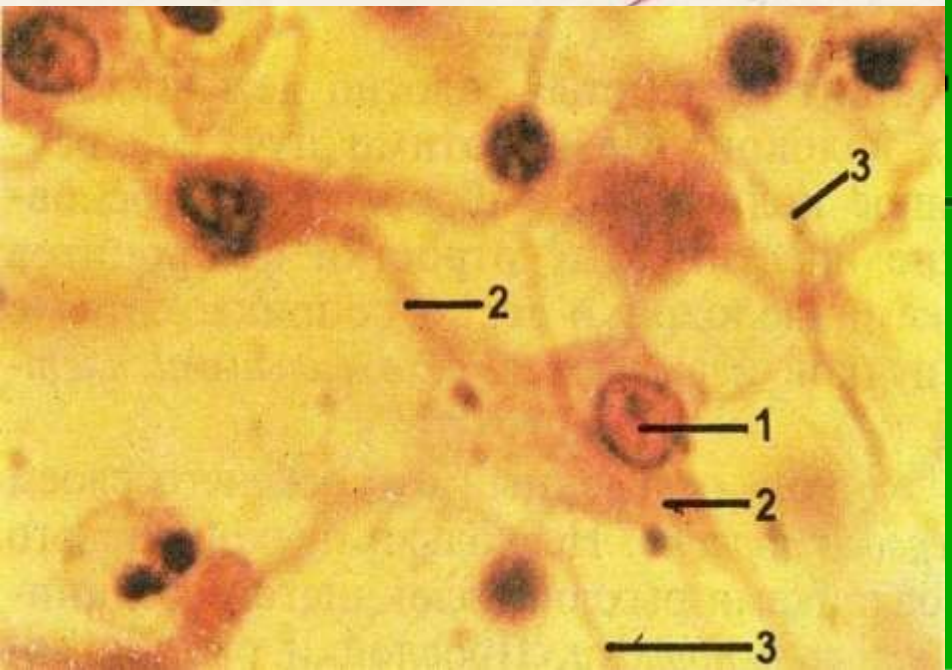


- **Особливості:** утворює ніжну строму (остов, скелет) органів кровотворення і імунітету.

- **Локалізація:** селезінка, лімфатичні вузли, мигдалини, лімфоїдні фолікули, червоний кістковий мозок.

КЛІТИНИ





- ***Ретикулярні клітини (різновид фібробластів)***
  - клітини мають відростки, за допомогою яких клітини з'єднуються між собою, утворюючи сітку можуть бути інші види клітин пухкої сполучної тканини у невеликій кількості - макрофаги, тучні клітини, плазматичні клітини, жирові клітини.
  - **МІЖКЛІТИННА РЕЧОВИНА**

ВОЛОКНА: ретикулярні волокна - різновид колагенових волокон, добре забарвлюються солями срібла, тому їх також називають аргірофільними волокнами, вони утворюють сітку.

- **ОСНОВНА (АМОРФНЕ) РЕЧОВИНА:** тканинна рідина.

Перелік питань для дискусії

1. В кістковій тканині знайдено клітини,що містять багаточисельні лізосоми. Як називаються ці клітини?
2. Відомо, що вітамін С необхідний для функції остеобластів. Як змінюються властивості кісткової тканини при недостачі вітаміну С?
3. В харчуванні дитини недостатній вміст солей кальцію. Як це впливатиме на розвиток кісткової тканини?
4. Інформаційну РНК, виділену з остеобластів ввели в овоцит жаби. Який новий білок міг би синтезуватись в овоцитах?
5. Ділянка кісткової тканини пересаджена на нове місце. Чи зміниться направлення осеїнових волокон?
6. Людині властиве прямоходіння, в той час як орангутанг, звичайно, висить на гілках дерева в різних позах. Чим відрізняється напрямок осеїнових волокон в тілах хребців людини і орангутанга?

Список літератури:

1.Гістологія, цитологія, ембріологія / За ред. О.Д. Луцика, Ю.Б. Чайковського // Підручник. Вінниця «Нова книга» -2018. – 591 с.

2.Афанасьев Ю.И. Гистология / Под ред. Ю.И. Афанасьева, Н.А. Юриной //-М.:Медицина,-1983, 1989, 1999, 2012. 3.Быков В.Л. Цитология и общая гистология / В. Л. Быков //- Санкт-Петербург-1999.

4.Волков К.С.Ультраструктура клітин і тканин / К.С. Волков, Н.В. Пасєчко // Атлас. Тернопіль. Укр мед книга - 1997. 93 с.

5.Луцик О.Д. Гістологія людини // О.Д.Луцик, А.Й. Іванова, К.С. Кабак, Ю.Б. Чайковський // Підручник. Київ «Книга-плюс»,-2010. – 582 с.

6.Чайковський Ю.Б. Гістологія, цитологія та ембріологія / Ю.Б. Чайковський, Л.М. Сокуренко // Атлас для самостійної роботи студентів. Луцьк,-2006.-152 с.

Контакти

Борута Наталія Володимирівна
0509582691
boruta.nata@ukr.net

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ !!!



Полтавський державний медичний університет
Кафедра гістології, цитології та ембріології

Лекція. Кісткові та хрящові тканини.

К.б.н., доцент кафедри
гістології, цитології
та ембріології
Борута Н.В.

ПЛАН ЛЕКЦІЇ

* 1.Розвиток та морфофункціональна характеристика скелетних тканин.
* 2.Загальна морфо-функціональна характеристика хрящових тканин.
* 3.Класифікація хрящових тканин. Локалізація в організмі.
* 4.Кісткові тканини. Будова та функції.
* 5.Регенерація та ріст хрящових та кісткових тканин. Вікові зміни.

Визначення:

* -бласти (від гр. blastos - паросток)
* -цити (від гр. cytos - клітина)
* -класты (від гр. klasis - руйнування)
* Камбіальні клітини (від лат. cambium - обмін, зміна)
* Матрикс (від лат. mater - основа, букв. - мати) - дрібнозерниста напіврідка речовина, що заповнює внутрішньоклітинні структури (ядра, мітохондрії, пластиди та ін. органоїди) і простори між ними.

Тканина -

це система гістологічних елементів (клітин і міжклітинної речовини), що сформувалася в процесі еволюції, яка складається з одного або декількох диферонів клітин і їх похідних, об'єднаних спільністю походження, будови і має специфічні функції внаслідок кооперативної діяльності усіх її ланок.


Класифікація тканин за А.А.Заварзіним
Тканини загального характеру
Тканини спеціалізовані
Пограничні тканини
Тканини м'язової системи
Тканини внутрішнього середовища
Тканини нервової системи


тканини внутрішнього середовища
рідкі тканини
щільні або сполучні тканини


щільні або сполучні тканини
власне сполучні тканини
скелетні тканини


скелетна сполучна тканина
хрящова тканина
кісткова тканина

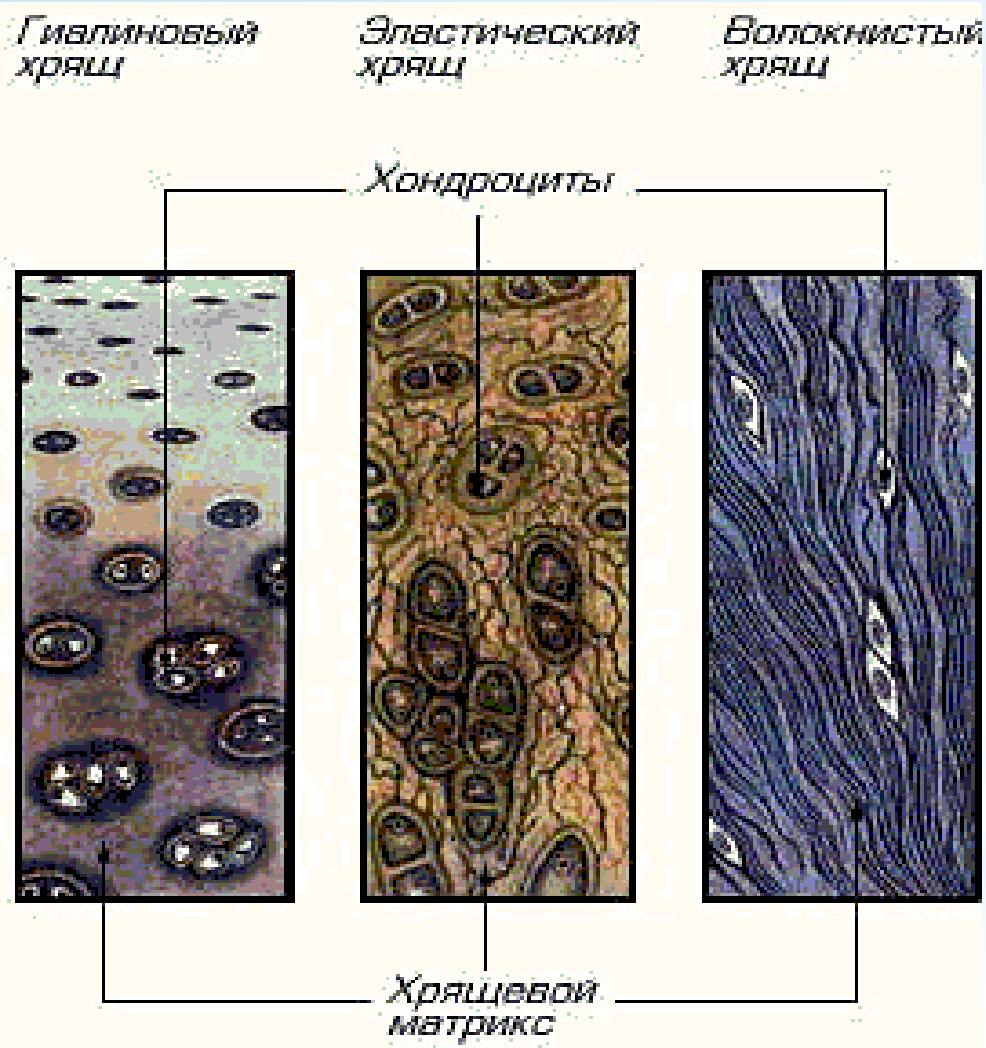

Зародкова мезодерма
Соміти (дорзальна мезодерма)
Дерматом
Склеротом
Міотом
Хрящова тканина
Кісткова тканина

Хрящові тканини

- це спеціалізований тип сполучних тканин виконує опорну функцію, МР містить близько 70-80% води, 10-15% органічних речовин і 4-7% солей.

50-70% сухої речовини хрящової тканини містить колаген.

Хрящові тканини



Хрящові тканини відповідно до особливостей будови *їх міжклітинної речовини і функцій*, діляться на три види:

* гіалінову,
* еластичну,
* волокнисту.

Хондрогенез - стадії:

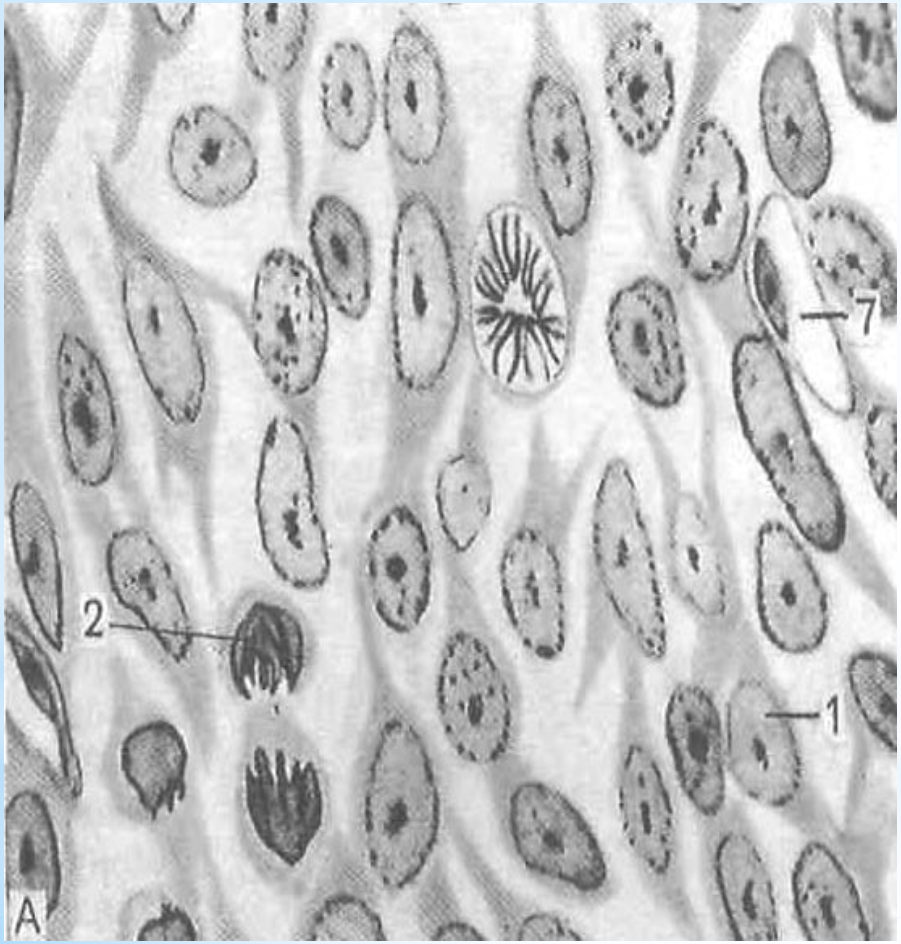
Хондрогенез пов'язаний з диференціюванням мезодермальних клітин в *стовбурові клітини лінії механоцитів, а потім в хондробласти.*

Слід підкреслити, що *хрящові тканини виникають в ділянках щільної мезодерми, в яких відсутні судини, а присутній виражений чинник фізичного навантаження, що призводить до виникнення опорної тканини.*

Оскільки хрящова тканина філогенетично більш давня, ніж кісткова, для утворення хрящової міжклітинної речовини **не потрібний високий рівень оксигенації.**

Клітини набувають специфічну структуру ергастоплазми і починають синтезувати міжклітинну речовину – хондрогенні острівці.

І етап Формування хондрогенних острівців



*Клітини мезенхіми посилено розмножуються, втрачають відростки, збільшуються в розмірах, утворюють скупчення.

1 – мезенхимні клітини;

2 - клітини, що мітотично діляться;

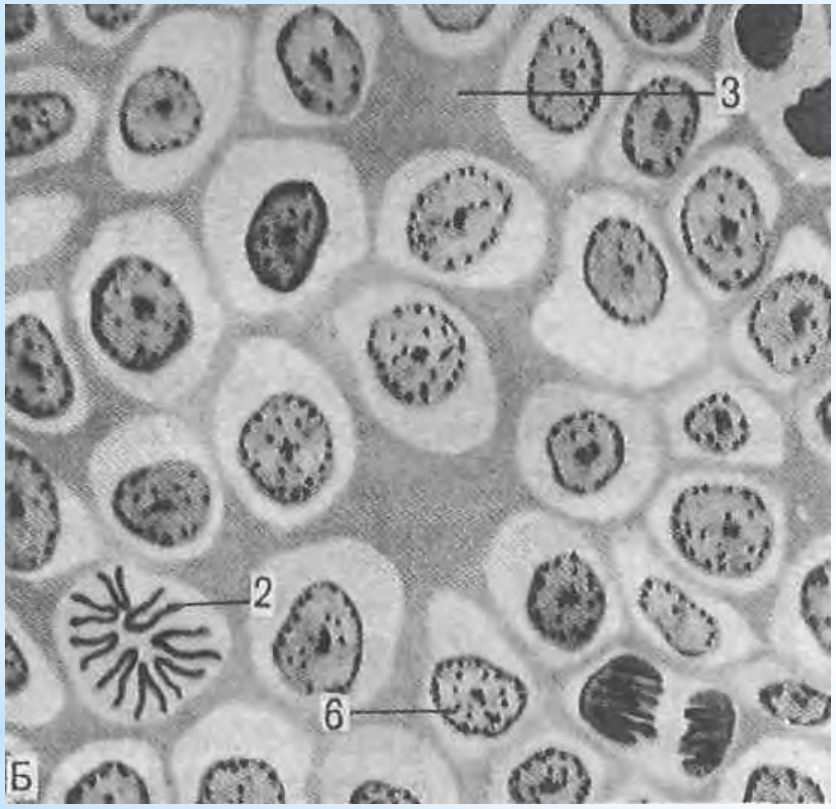
3 - міжклітинна речовина;

4 - оксифільна міжклітинна речовина;

5 - базофільна міжклітинна речовина;

6 - молоді хондроцити

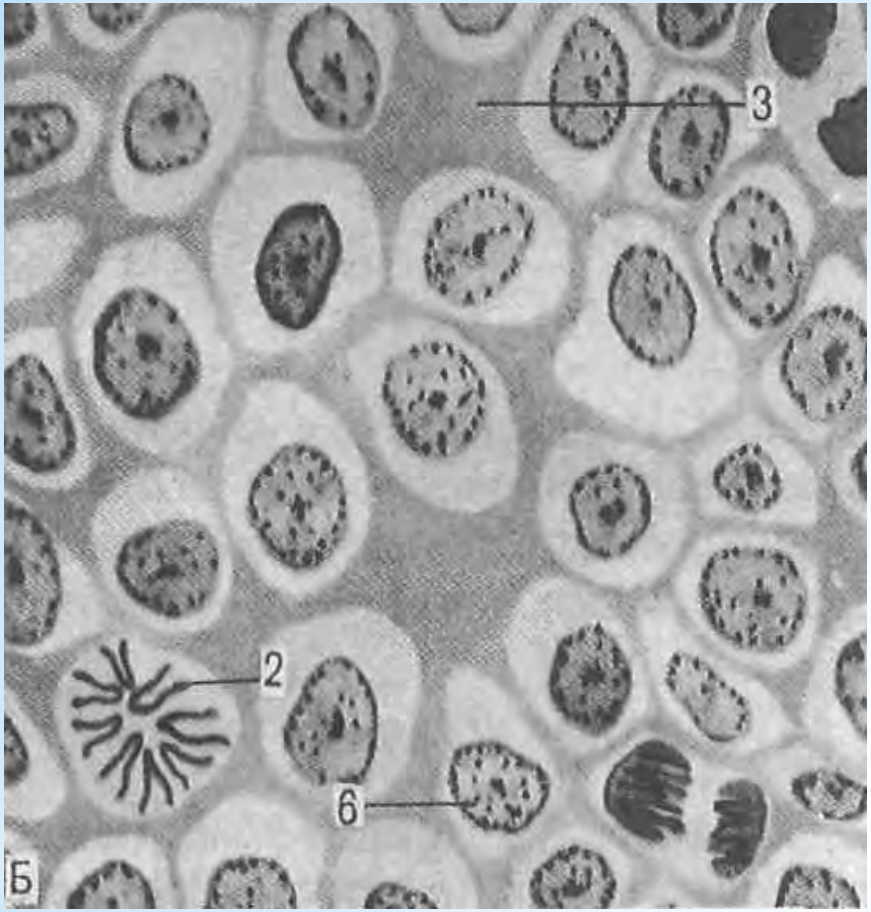
ІІ. Утворення первинної хрящової тканини і клітинне диференціювання



2 – мітотичний поділ;
3 – міжклітинна речовина;
6 – молоді хондроцити

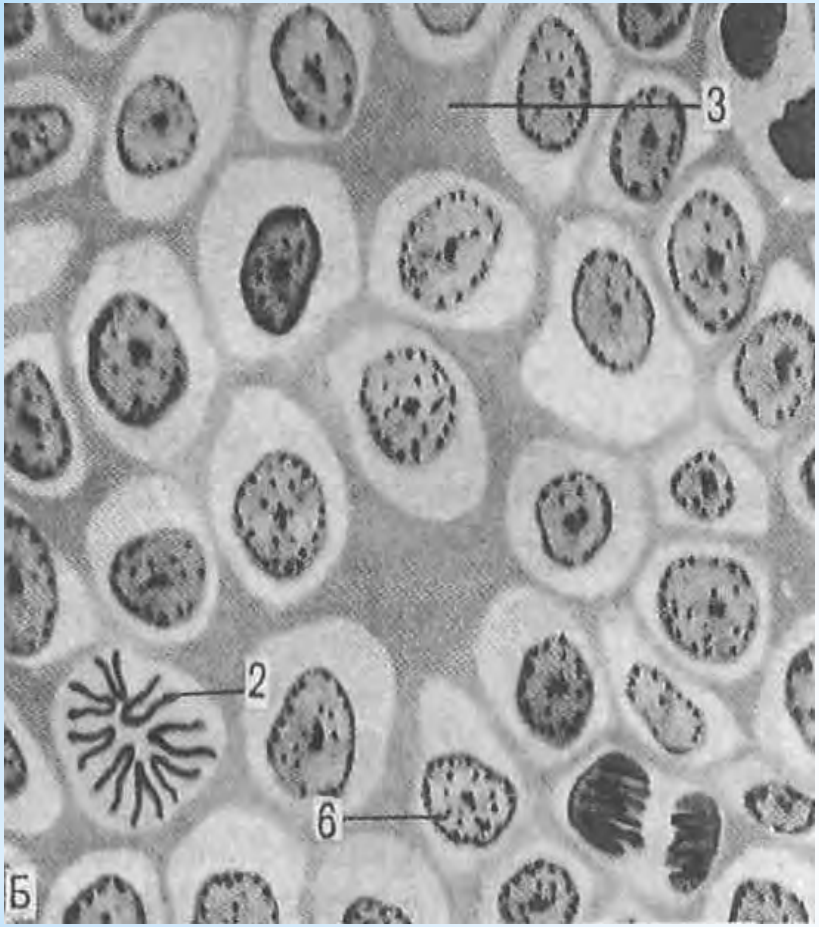
первинні хондробласти округляються, збільшуються в розмірі.

розвивається гранулярна ЕПС, що забезпечує активний синтез і секрецію фіблярних білків типу колагену і протеогліканів, що є основною речовиною(3).



2 - клітини, що мітотично діляться;
3 - міжклітинна речовина;
6 - молоді хондроцити

Молоді хондробласти (6), замуровані в міжклітинній речовині, зберігають здатність до 2-3 мітотичних поділів (2), після чого втрачають цю здатність і завершують свій життєвий цикл, перетворюючись на **хондроцити.**



2 - клітини, що мітотично діляться;
3 - міжклітинна речовина;
6 - молоді хондроцити

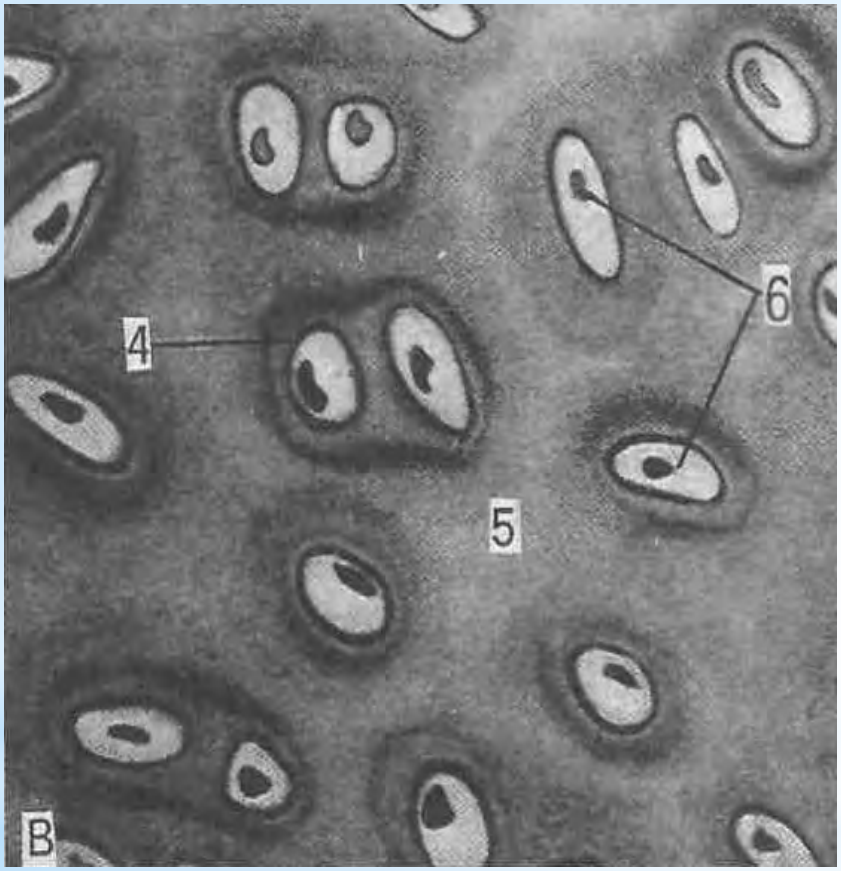
Клітини, розташовані по периферії хондрогенних острівців –

продовжують інтенсивно ділитися (2),

*диференціюються в хондроцити синтезуючи міжклітинну речовину,

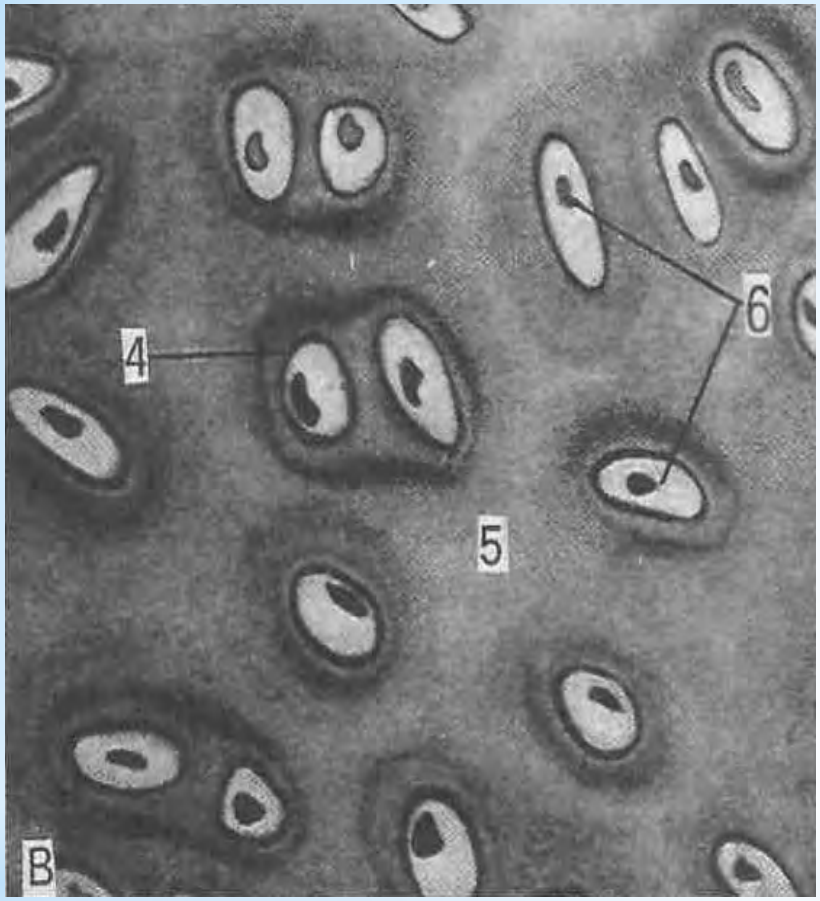
***замуровуючи себе в ній.**

III. Диференціювання різних видів хрящової тканини



4 - оксифільна міжклітинна речовина;
5 - базофільна міжклітинна речовина;
6 - молоді хондроцити

Кількість і орієнтація волокон в міжклітинній речовині, а також співвідношення між волокнами і основною речовиною, **визначаються напрямом і інтенсивністю силових навантажень, що виникають в процесі функціонування органів.**

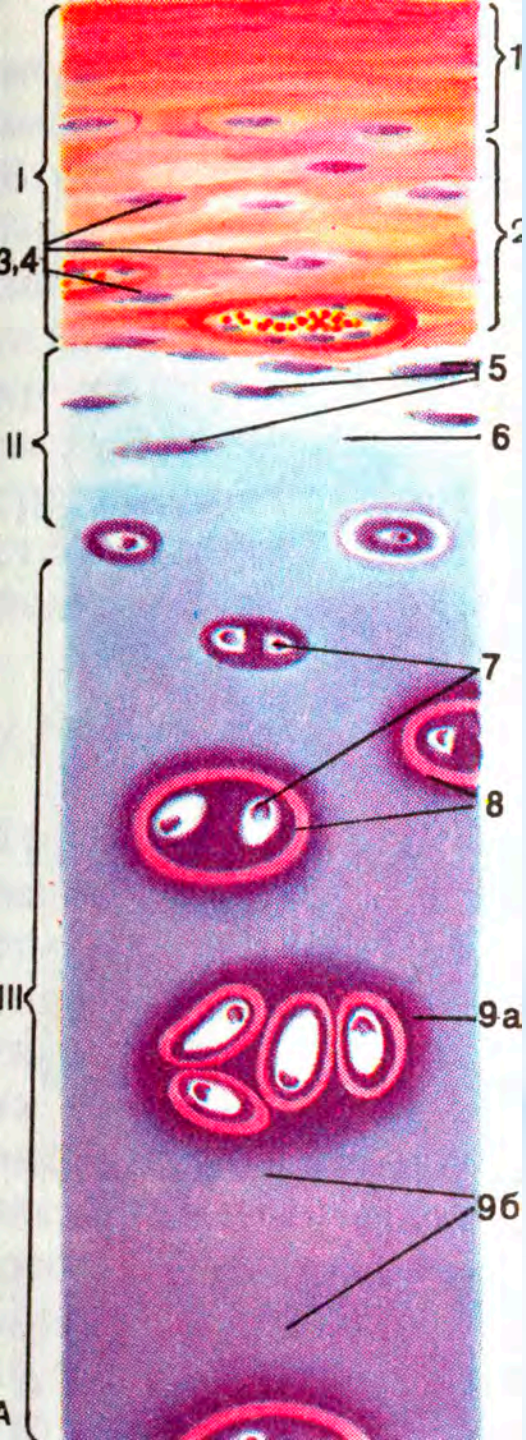


4 - оксифільна міжклітинна речовина;
5 - базофільна міжклітинна речовина;
6 - молоді хондроцити

На цьому етапі (III) хондрогенеза з'являється специфіка в структурі різних видів хрящових тканин.

МІЖКЛІТИННА РЕЧОВИНА			локалізація
ТИП ХРЯЩА	**ВОЛОКНА**	**ОСНОВ. Р-НА**	
гіаліновий хрящ	колагенові волокна (колаген II, VI, IX, X, XI типів)	глікоз аміно глікани і протео глікани	трахея і бронхи, суглобові поверхні, гортань, з'єднання ребер з грудиною
еластичний хрящ	еластичні і колагенові волокна		вушна раковина, ріжкові і клиновидні хрящі гортані, хрящі носа
волокнистий хрящ	паралельні пучки колагенових волокон; зміст волокон більший, ніж в інших видах хряща		місця переходу сухожиль і зв'язок в гиалиновый хрящ, в міжхребетних дисках, напіврухливі зчленування, симфіз
	у міжхребетному диску: зовні розташовується фіброзне кільце - містить переважно волокна, що мають циркулярний хід; а усередині є ядро - складається з гликозаминогликанов і протеогликанов і плаваючих в них хрящових клітин		

Гіалінова хрящова тканина



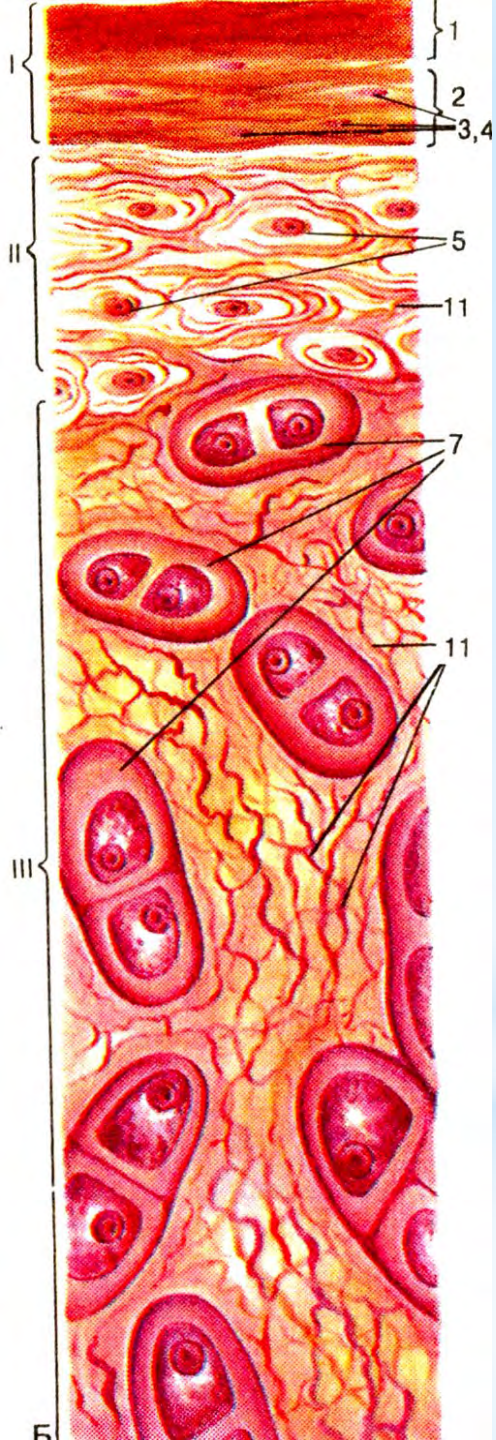
1.Формується під дією різнонапрвлених, але повільно наростаючих навантажень.

2. Характеризується сітьовидним розташуванням тонких колагенових і еластичних волокон.

3. Велика кількість глікопротеїнових комплексів, більше 50%.

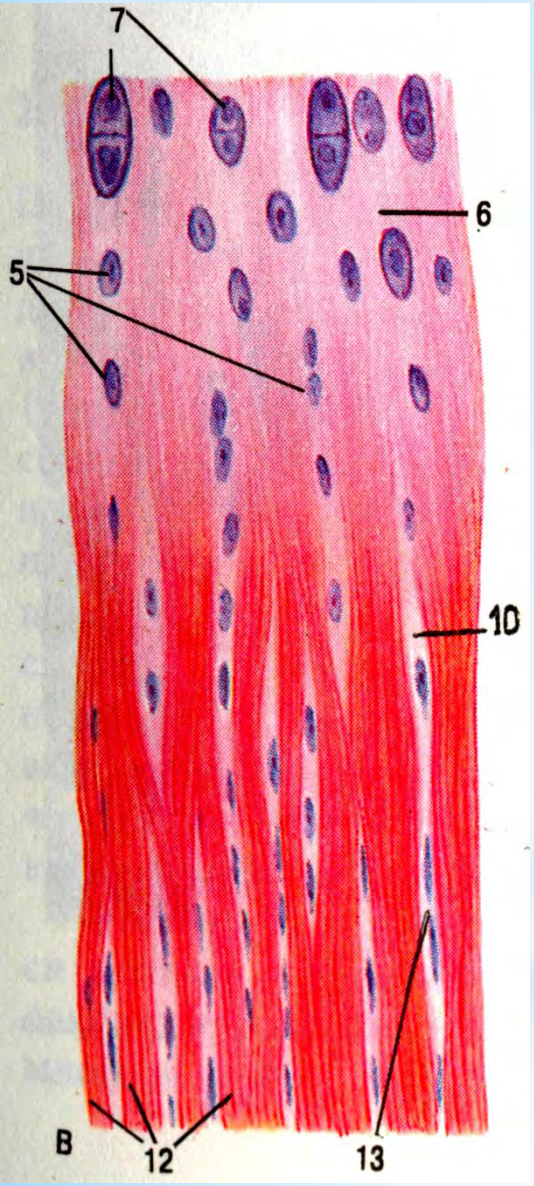
I - охрястя; 1 - волокнистий шар; 2 - хондрогенний шар; 3 - хондрогенні клітини; 4 - хондробласти.
II - зона молодого хряща; 5 - сплощені поодинокі хондроцити; 6 - хрящовий матрикс.
III - зона зрілого хряща; 7 - ізогенна група хондроцитів; 8 - хрящова лакуна; 9 - базофільний хрящовий матрикс (а - територіальний, б) - інтертерриторіальний); 10 - основна речовина; 11 - еластичні волокна; 12 - пучки колагенових волокон; 13 - фіброцити.

Еластична хрящова тканина



Адаптація хрящової міжклітинної речовини до збереження структури після деформації забезпечується тим, що в міжклітинній речовині більше не колагенових, а еластичних волокон.

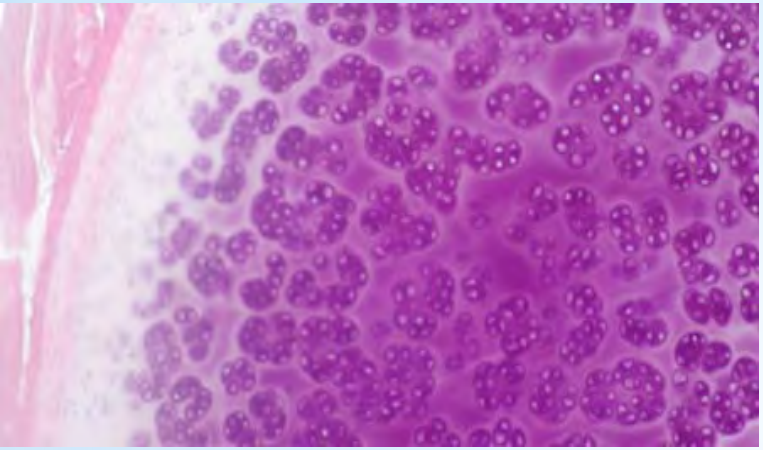
I - охрястя; 1 - волокнистий шар; 2 - хондрогенний шар; 3 - хондрогенні клітини; 4 - хондробласти.
II - зона молодого хряща; 5 - сплощені поодинокі хондроцити; 6 - хрящовий матрикс.
III - зона зрілого хряща; 7 - ізогенна група хондроцитів; 8 - хрящова лакуна; 9 - базофільний хрящовий матрикс (а - територіальний, б) - інтертериторіальний); 10 - основна речовина; 11 - еластичні волокна; 12 - пучки колагенових волокон; 13 - фіброцити.



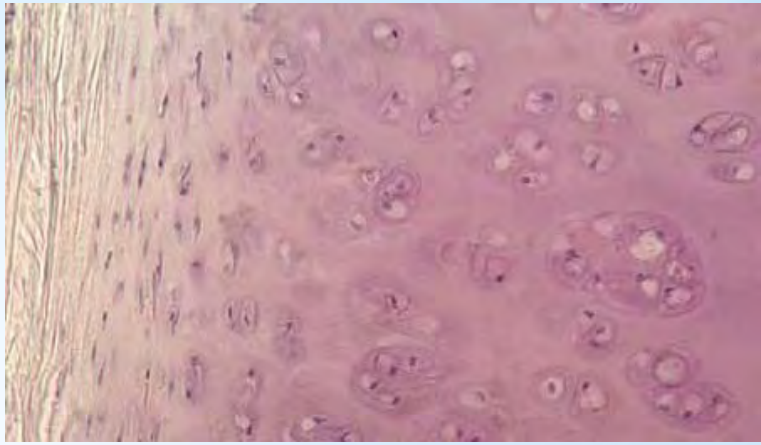
Волокниста хрящова тканина

В умовах дії однонапрявлених навантажень в молекулярній структурі міжклітинної речовини формуються паралельно розташовані пучки колагенових волокон (до 70%).

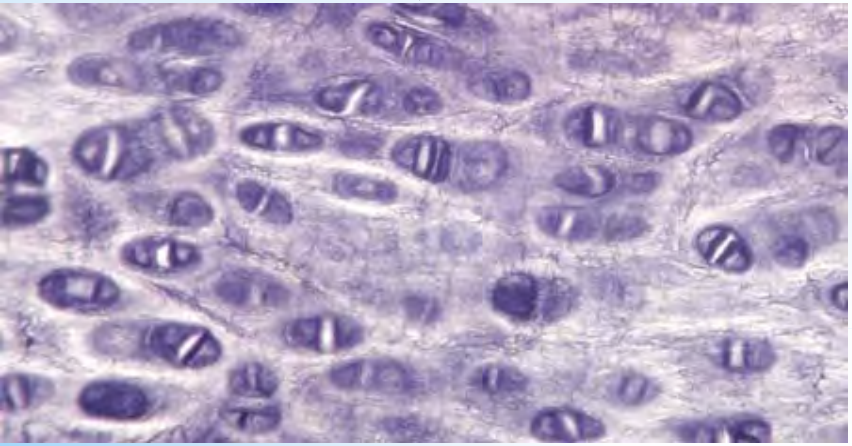
Хрящова тканина



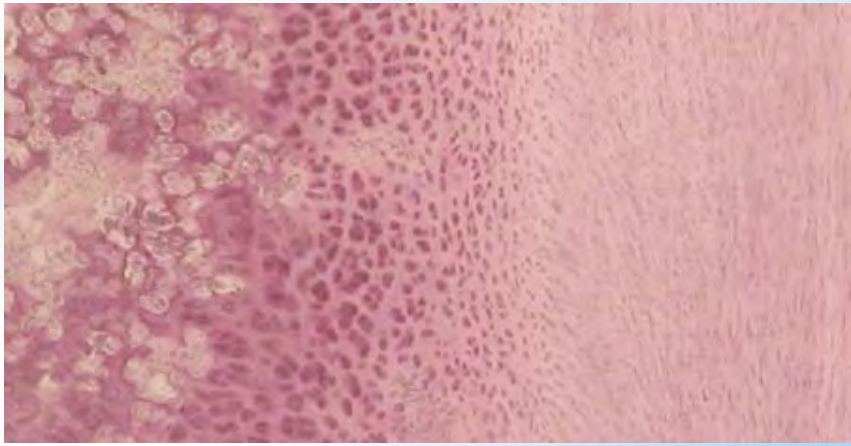
гіалін. хрящ



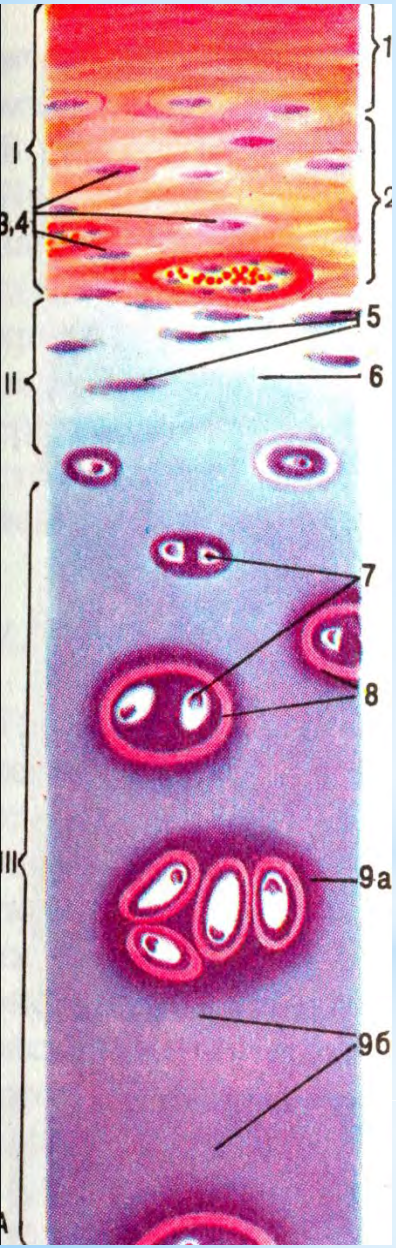
еласт.хр.



волокн.хр.



Ріст хрящової тканини Аппозиційний ріст (АР)



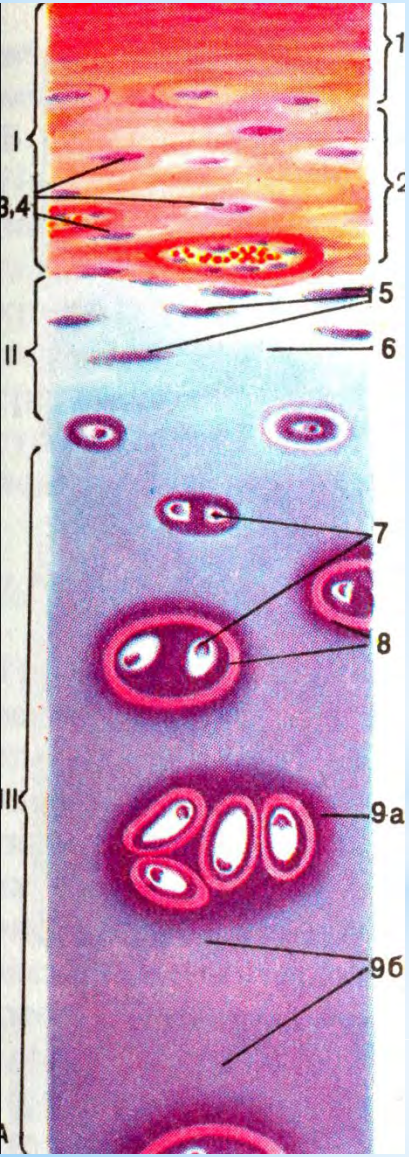
АР (від лат. appositio - нашарування, тобто ріст накладенням "зовні") забезпечується диференціюванням тих, що знаходяться

в охрясті прехондробластів і хондробластів, які виробляють матрикс і поступово перетворюються на хондроцити (5). Внаслідок цього на поверхні хряща утворюються нові маси хрящових клітин.

АР виражений:

- в ембріональному періоді,
- в дитинстві.
- у дорослого він знаходиться в латентному періоді і реалізується тільки при ушкодженні хряща.

Інтерстиціальний ріст (ІР)



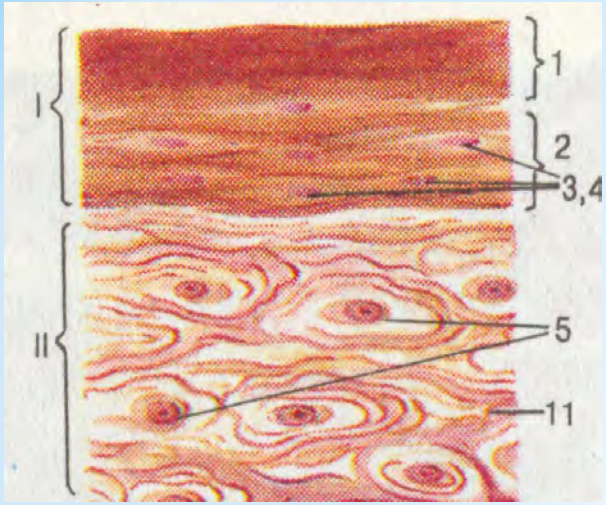
* ІР (від лат.interstitium - проміжне або внутрішнє, тобто ріст хряща "зсередини")
* **обумовлений збільшенням:**

- числа і розмірів молодих хрящових клітин,
- МР зсередини.

* Клітини "замуровуються" в МР, але деякий час зберігають здатність до ділення.
* Хондроцити, що утворилися в результаті ділення, лежать в одній лакуні, формують ізогенні (від гр. isos - однаковий і genesis - розвиток) групи.
* ІР характерний:

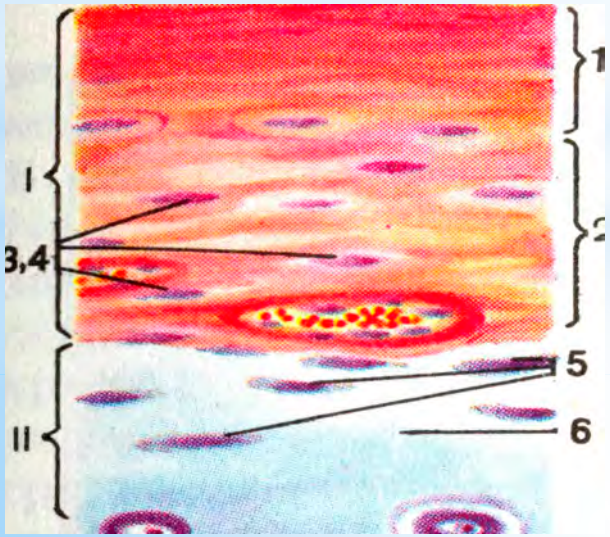
- в ембріональний період,
- при регенерації.

Охрястя



Еластичний

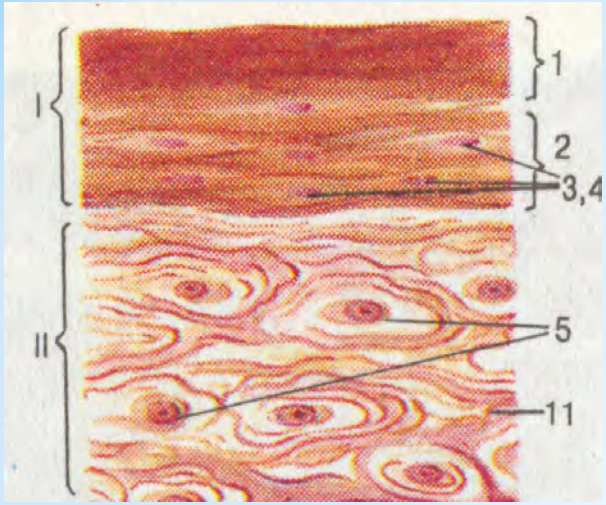
Гіаліновий



* По периферії хрящової закладки на межі з мезенхімою формується охрястя (I) – сполучнотканинна оболонка, що вкриває зовні хрящ, який розвивається

Охрястя складається із:

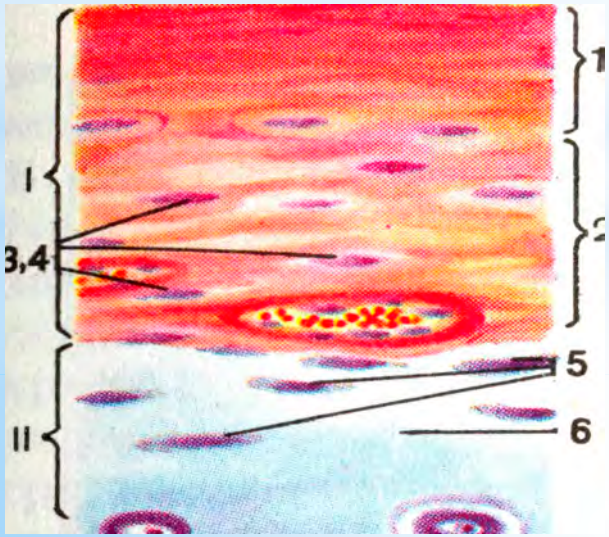
1. Зовнішнього волокнистого (1),
2. Внутрішнього хондрогенного(2) шарів.



У хондрогенній зоні (II) клітини діляться, диференціюються в хондробласти, чим забезпечується аппозиційний ріст зрілого хряща.

еластичний

гіаліновий



По мірі розвитку хряща центральні ділянки його усе більш віддаляються від живлячих судин охрястя, внаслідок чого деякі хондроцити піддаються руйнуванню, а протеоглікани перетворюються на простий оксифільний білок альбумоїд, який може піддаватися звапнуванню.

РЕГЕНЕРАЦІЯ ХРЯЩА

1. У зв'язку з відсутністю кровоносних судин трофіка хрящових тканин забезпечується механізмом дифузного навантаження і тому як зниження, так і перевищення рівня навантаження ведуть до порушення живлення і, як правило, структури хрящових тканин.
2. Підтримка постійності будови і клітинного складу усіх видів хрящових тканин забезпечується, в основному, за рахунок молекулярного оновлення хондроцитів.
3. Фізіологічна регенерація за рахунок малоспеціалізованих (камбіальних) клітин охрястя йде дуже повільно та істотної ролі в цьому процесі не відіграє.

Кісткові тканини

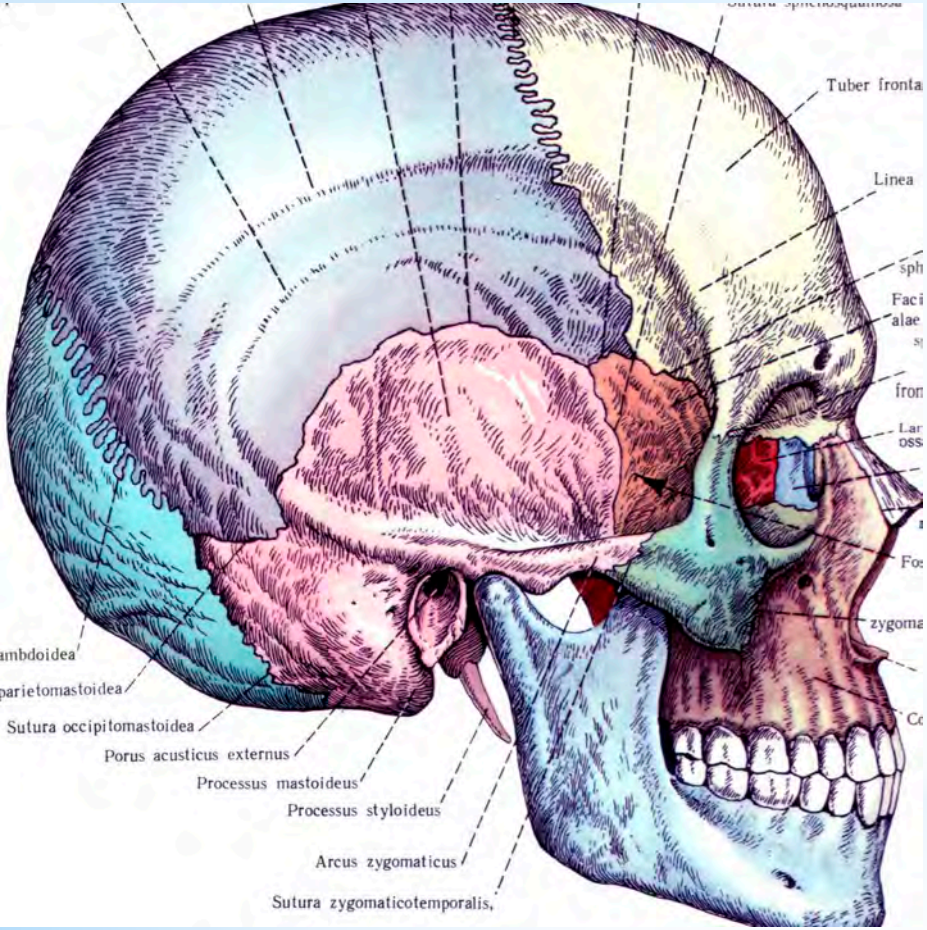
це спеціалізований тип сполучних тканин з високою мінералізацією міжклітинної органічної речовини, що містить близько 70% неорганічних сполук

(фосфати кальцію).

КІСТКОВІ ТКАНИНИ представлені:

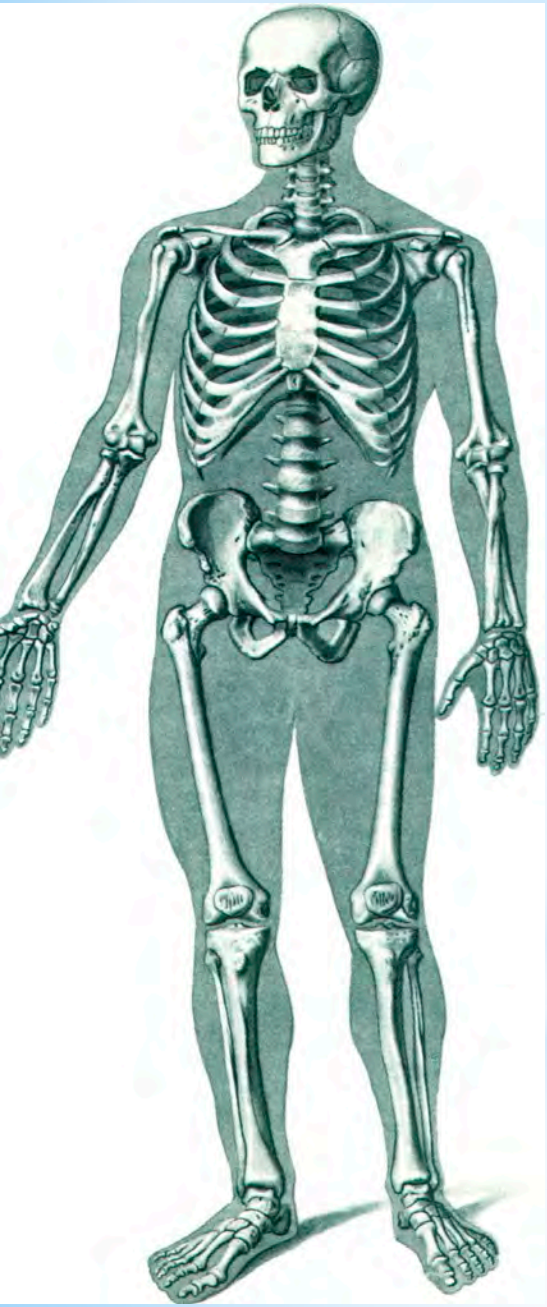
- ***Грубоволокнистою (незрілою або ретикулофиброзною)***
- ***Пластинчатою (зрілою, тонковолокнистою)***

Незріла, грубоволокниста кісткова тканина



зустрічається в ембріогенезі і потім заміщається зрілою, пластинчатою, зберігаючись тільки в:

- зубних альвеолах,
- черепних швах,
- у кістковому лабіринті внутрішнього вуха,
- в місцях прикріплення сухожилок і зв'язок до кісток.



Зріла, пластинчата кісткова тканина

утворює скелет людини.

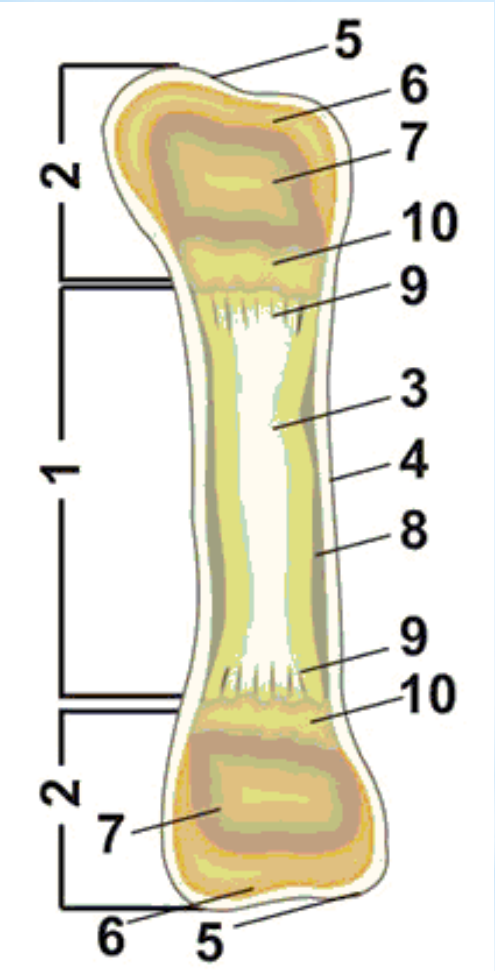
пластинчата кісткова тканина сформувалися під дією різної величини і спрямованості вектора силових навантажень

Губчаста складається з трабекули (балочок) з відносно великими порожнинами, заповненими ПВСТ, посудинами або червоним кістковим мозком.

Компактна (щільна) складається з кісткової речовини з дрібними порожнинами, в яких проходять судини з невеликою к-тю сполучнотканних елементів.

* Губчасту будову може мати як грубоволокниста так і пластинчата кісткова тканина.
* Грубоволокниста кісткова тканина має завжди губчасту форму організації.
* Компактною може бути тільки пластинчата.

Схема будови трубчастої кістки



Довгі трубчасті кістки в основному складаються з пластинчатої кісткової тканини, яка має:

- *компактну структуру в ділянці діафіза (8),*
- *губчасту (7) - в області епіфізів.*

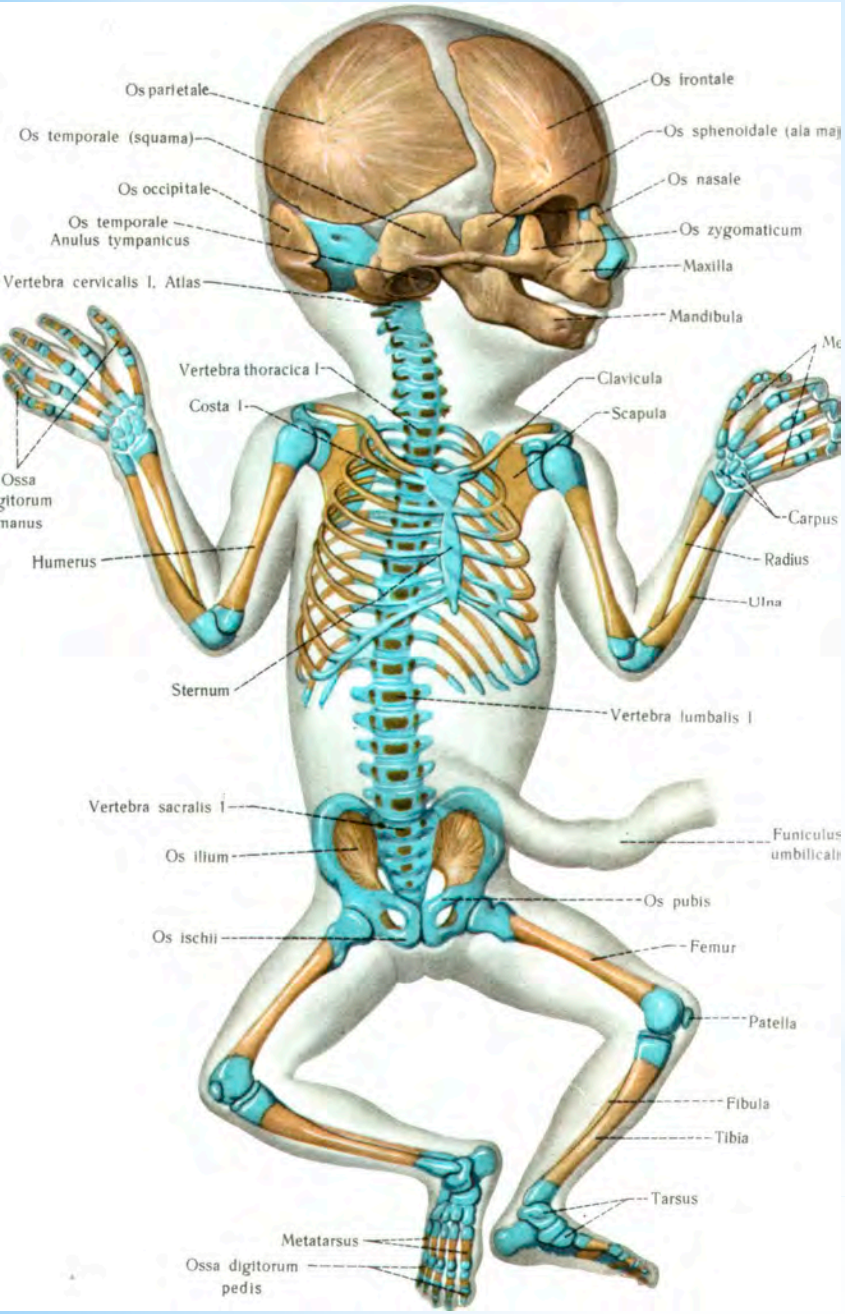
У місцях прикріплення сухожиль і зв'язок присутня грубоволокниста кісткова тканина.

1 - діафіз; 2 - епіфізи; 3 - кістковомозкова порожнина;

4 - окістя; 5 - охрястя; 6 - суглобовий хрящ; 7 - губчаста кісткова речовина; 8 - компактна кісткова речовина; 9 - ендохондральна (що виникла всередині хряща) кістка;

10 - пластинка зростання.

ОСТЕОГЕНЕЗ



Існують два способи утворення кісткової тканини в ембріогенезі:

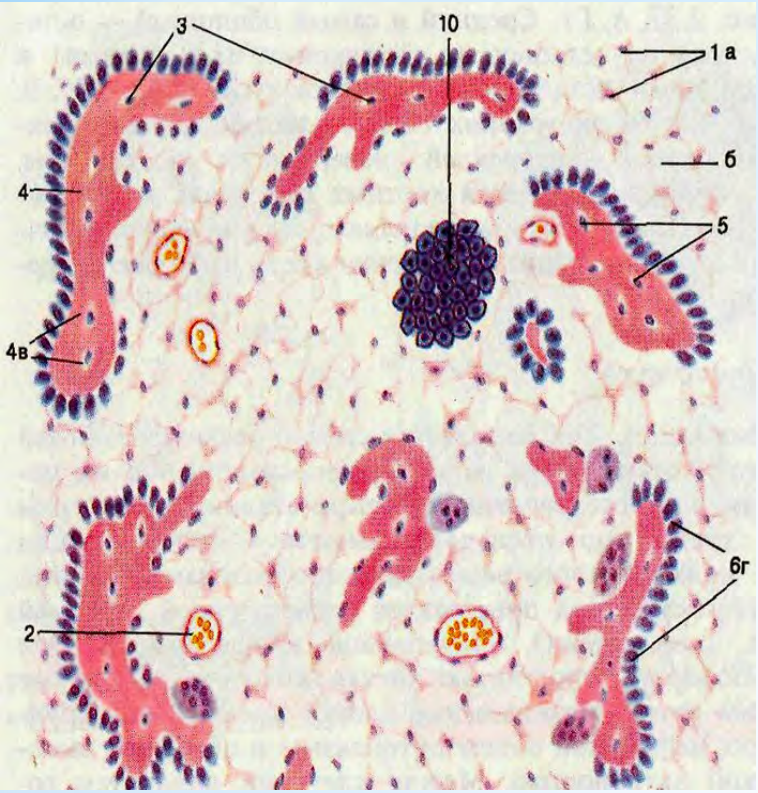
1. Прямий остеогенез – розвиток безпосередньо з мезенхіми - кістки мозкового і лицьового черепа,
2. Непрямий остеогенез - розвиток на місці хрящових моделей кісток - кістки основи черепа, тулуба і кінцівок.

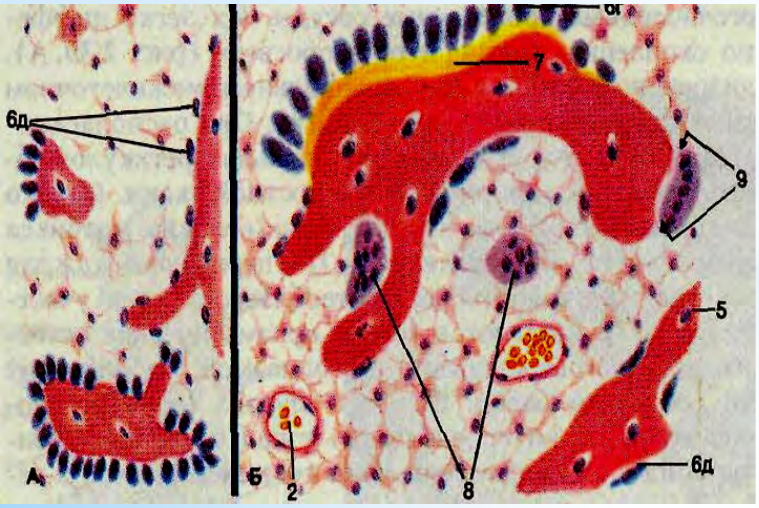
Шлях остеогенезу визначається:

1. Рівнем оксигенації ембріональних тканин;

2. Величиною сил натягнення і напруги, що виникають в даній ділянці зародка який розвивається.

*Прямий остеогенез





* має місце в тих місцях, де ці показники

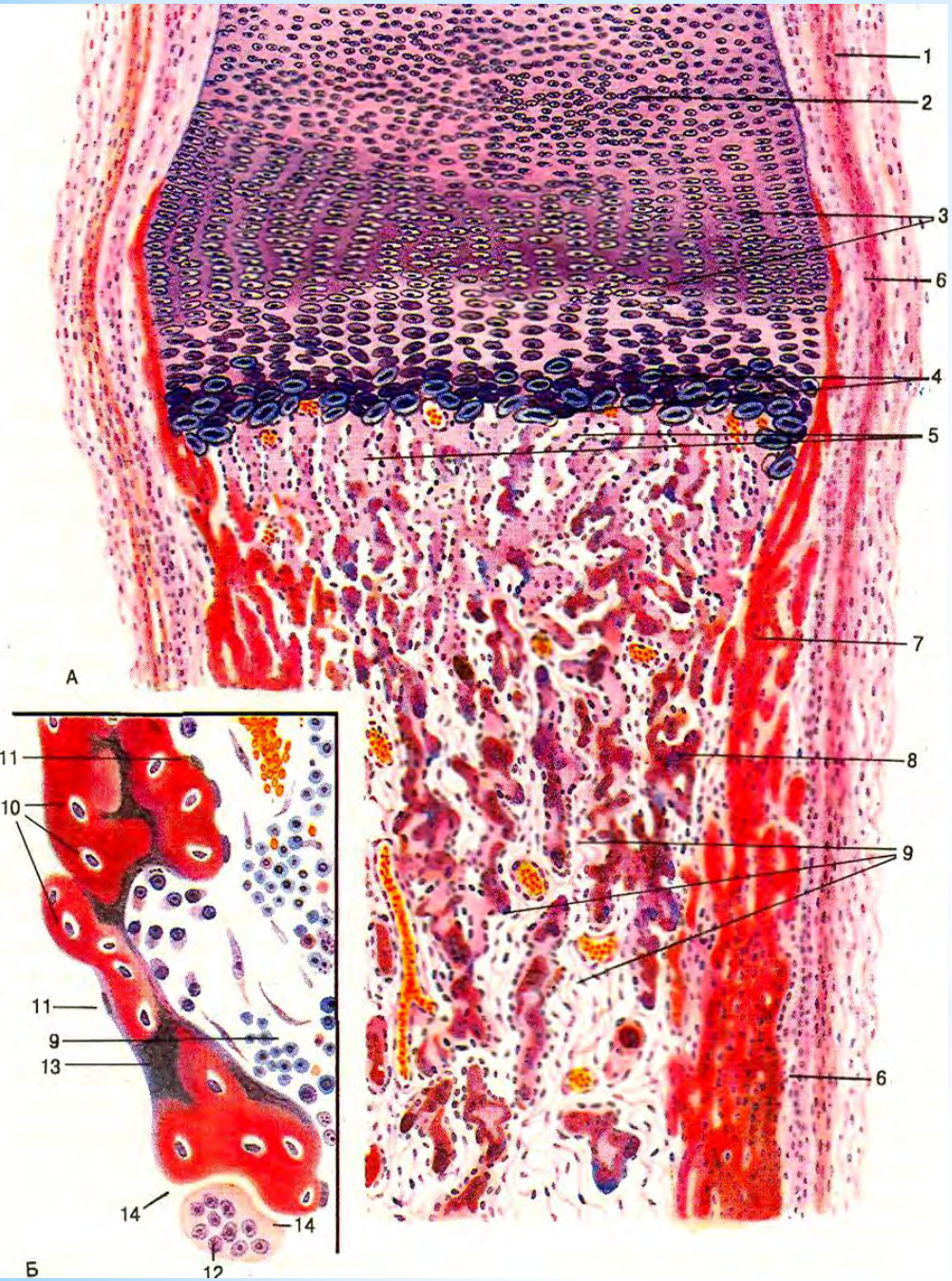
(рівень оксигенації і сил натягнення) високі.

* 1 - мезенхіма (а- мезенхімальні клітини, б - МР); 2 - кровоносна судина; 3 - кісткова балка; 4 - мінералізований матрикс балки (у - кісткова лакуна остеоцита); 5 - остеоцити; 6 - остеобласти (г - циліндричні, д - плоскі); 7 - остеоїд; 8 - остеокласти; 9 - ерозійна лакуна; 10 - остеогенний острівець.

Непрямий остеогенез

Має місце в ділянці майбутніх кінцівок, де ще мало судин і фізичні навантаження низькі.

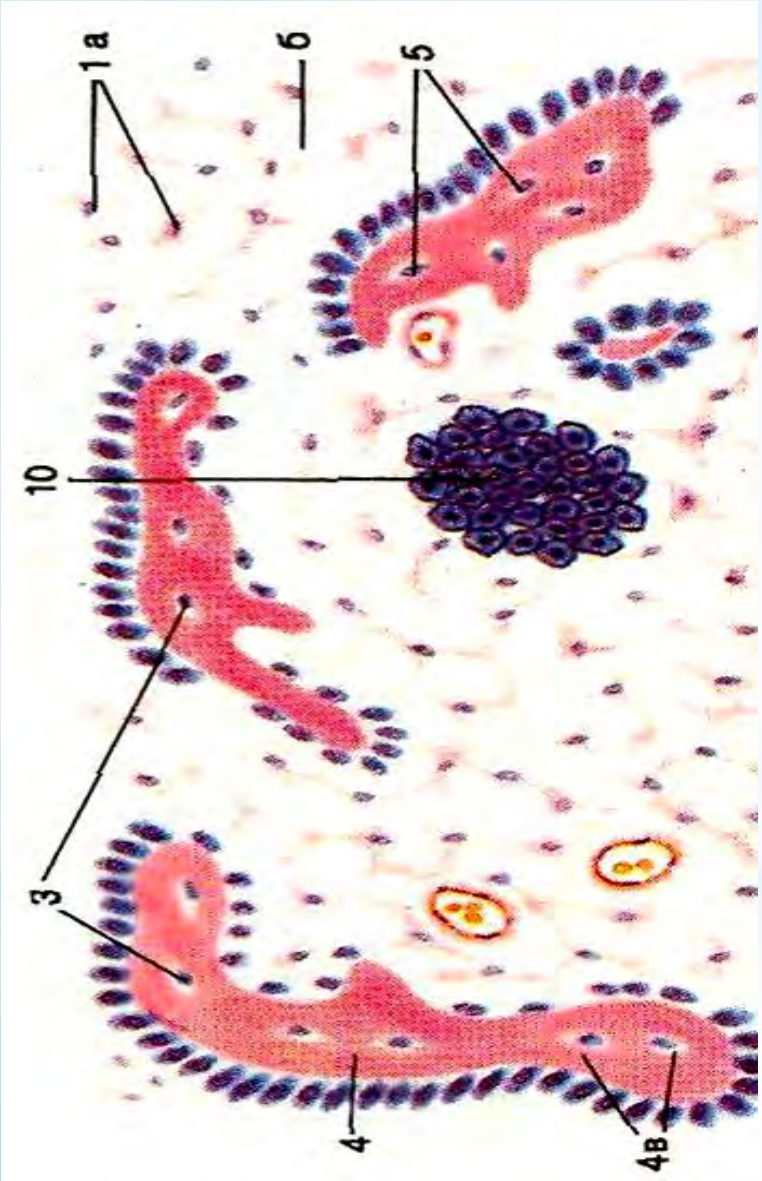
При цьому спочатку з мезодермальних клітин склеротомів формуються хрящові моделі кісток, які пізніше, після розвитку судинної сітки, заміщатимуться кістковою тканиною.



* 1 - охрястя;
* 2 - зона незміненого хряща;
* 3 -зона проліферації;
* 4 - зона гіпертрофії;
* 5 - зона резорбції;
* 6 - окістя;
* 7 - перихондральна кісткова тканина;
* 8 - енходральна кісткова тканина;
* 9 - первинна кістковомозкова порожнина;
* 10 - остеоцити;
* 11 - остеобласти;
* 12 - остеокласт;
* 13 - базофільні залишки хряща;
* 14 - ерозійна лакуна

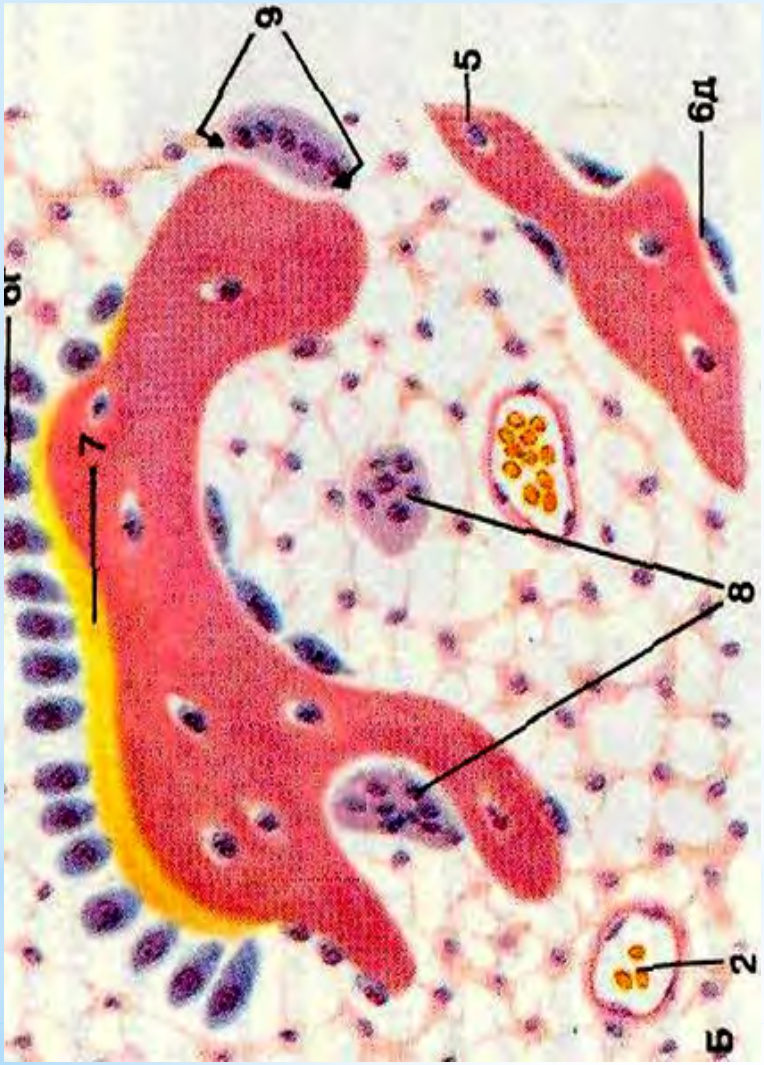
Прямий і непрямий остеогенези проходять майже однакові стадії; кісткова тканина, що утворюється, не відрізняється ні структурою, ні функцією.

1 стадія - утворення остеогенних острівців



Остеогенні острівці (10), на відміну від хондрогенних, **васкуляризовані**, що забезпечує високу інтенсивність біосинтетичних процесів.

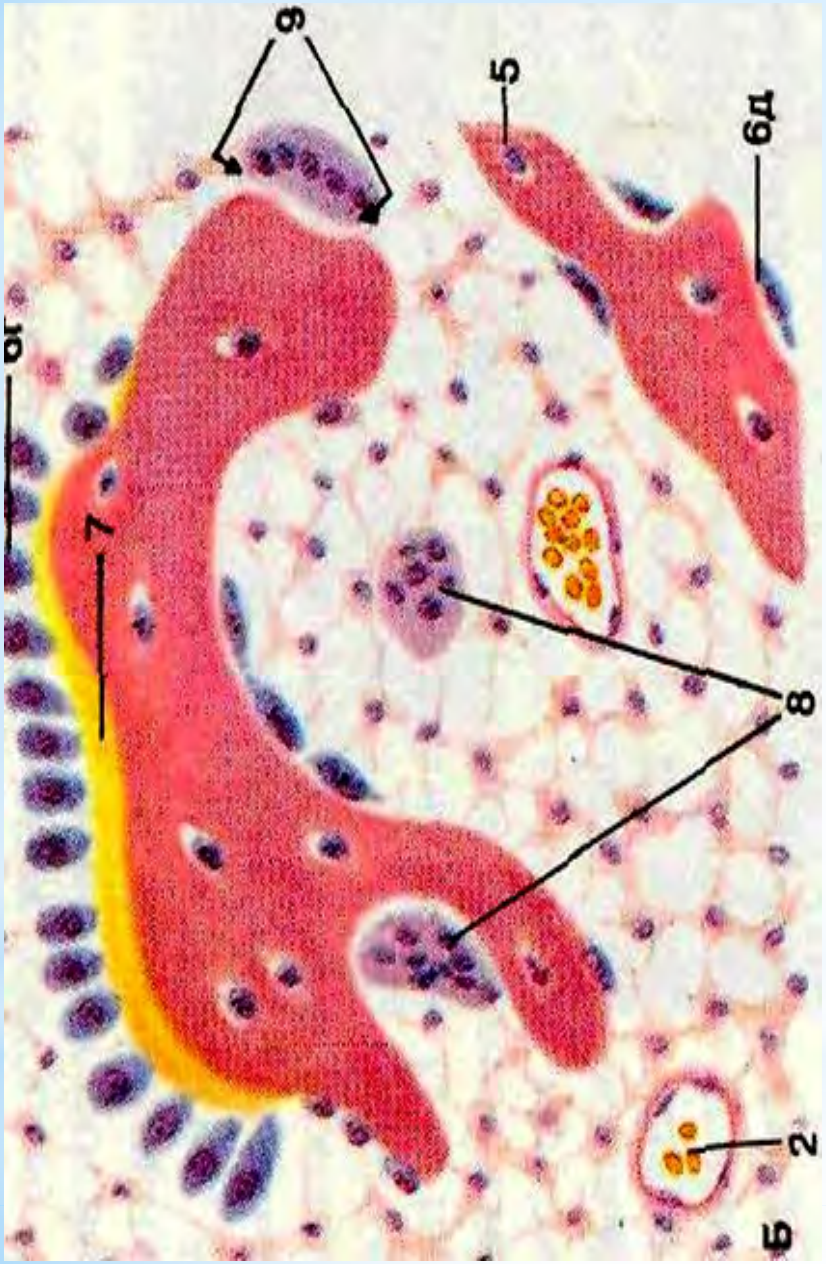
2 стадія - синтез органічного матриксу.



Остеобласти продукують волокнисті структури, переважно у вигляді колагенових волокон, утворюючи оксифільний органічний матрикс майбутньої кісткової міжклітинної речовини.

На світлоптичному рівні він виявляється як забарвлений еозином в рожевий колір остеоїд (7).

2 - судина; 8 - остеокласти;

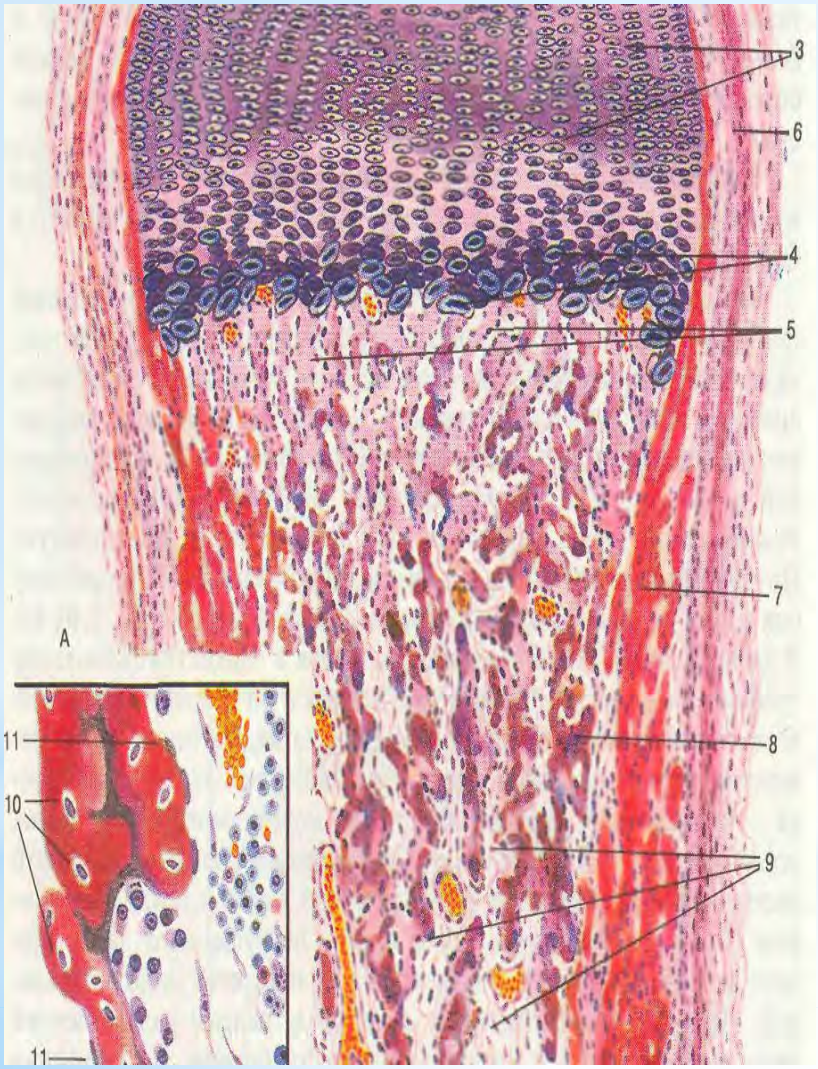


Частина клітин, яка заключена в товщу волокнистої маси, розширюється волокнами, що розростаються.

Ці клітини втрачають здатність до поділу і перетворюються на остеоцити (5).

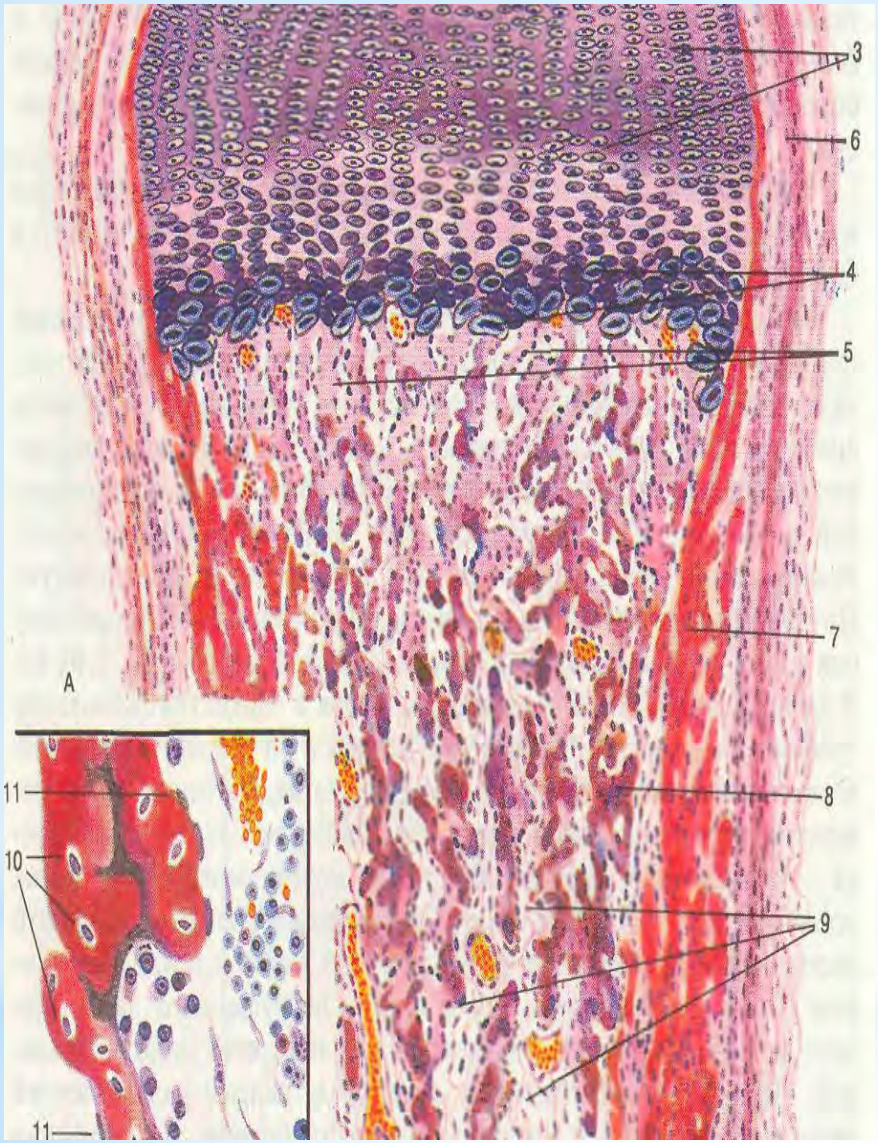
2 - судина; 8 - остеокласти;

3 стадія-мінералізація органічного матриксу



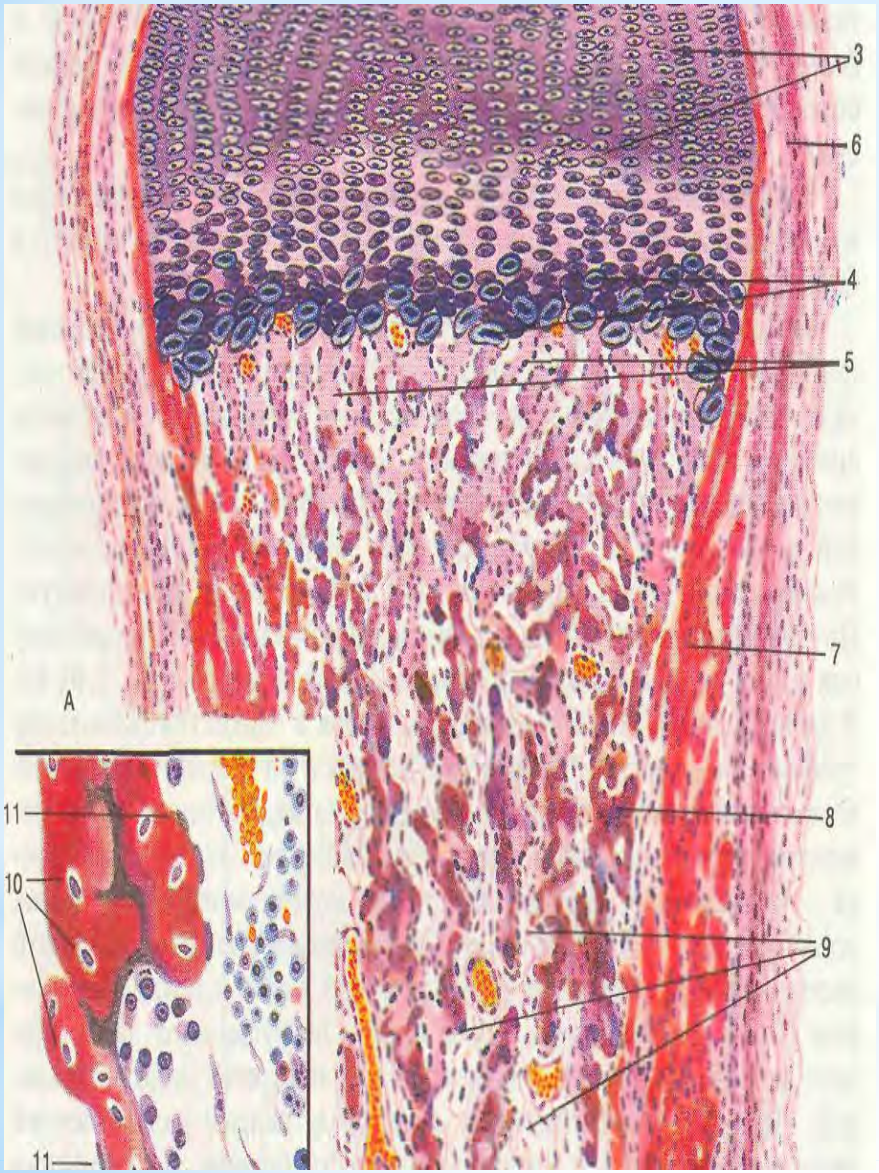
Остеобласти набувають здатності виробляти спеціальні ферменти.

За рахунок діяльності останніх відбувається упаковка молекул тропоколагену в четвертинні структури із створенням активних груп - центрів кристалізації.



Одночасно під дією ферментів, створюється підвищена концентрація іонів Са++.

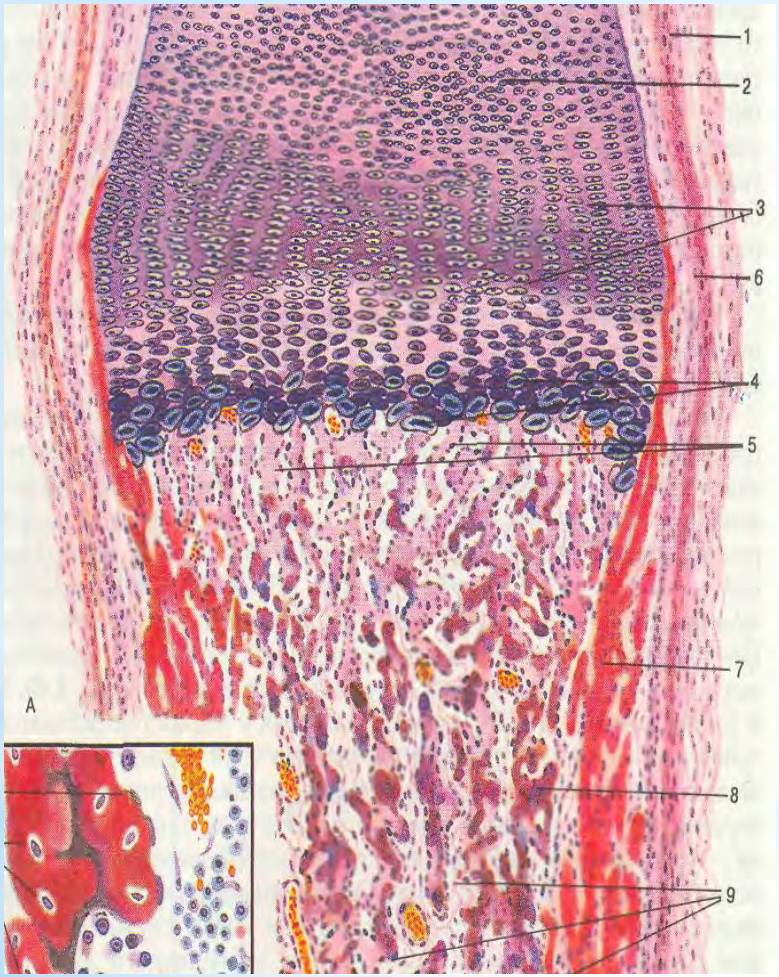
Це веде до утворення і зростання кристалів гідроксиапатита на активних групах колагенового білку.



Мінералізація формує з органічного матриксу двофазну структуру МР за типом залізобетону, де роль арматури виконують колагенові волокна, а роль бетону - кристали гідроксиапатита.

Ступінь мінералізації колагенових волокон може бути різним.

4 стадія -перебудова грубоволокнистої кісткової тканини в пластинчату

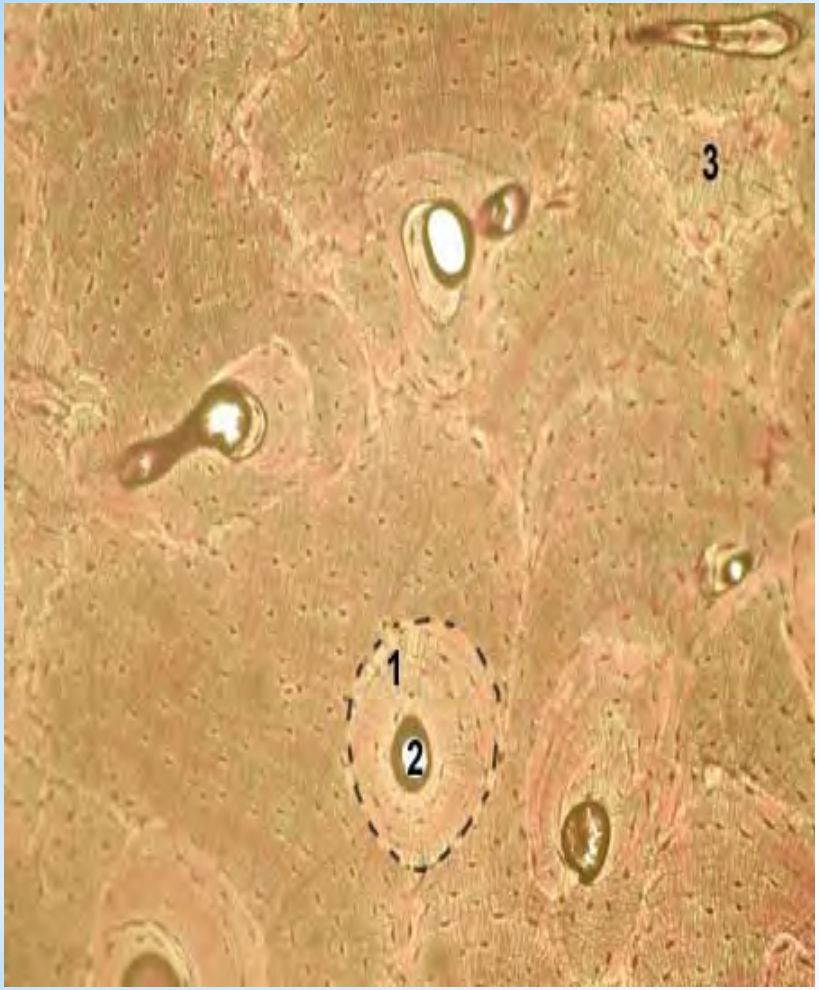


Відбувається руйнування окремих ділянок грубоволокнистої кісткової тканини, які пов'язані з:

1. Навантаженням;

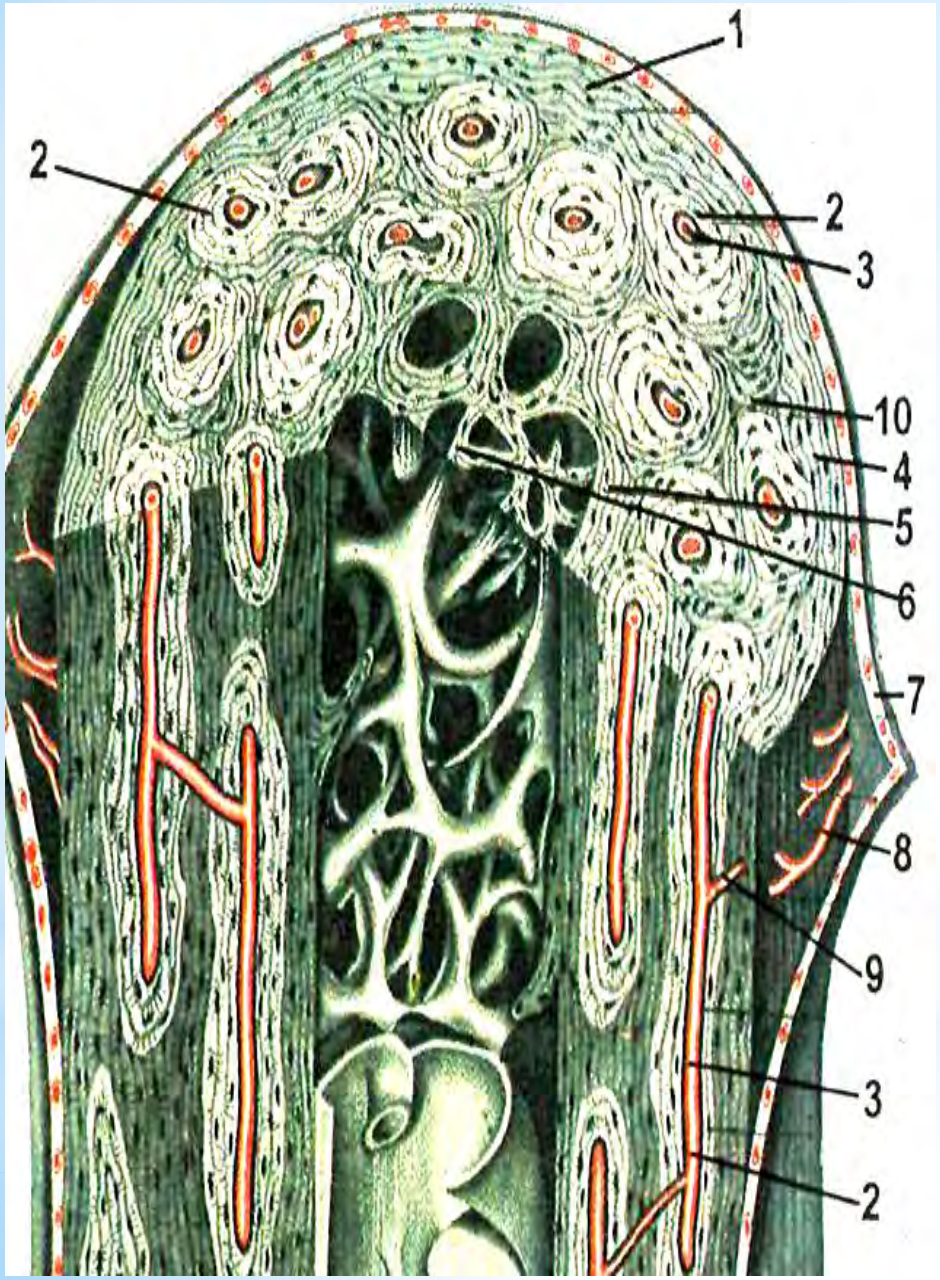
2. Врастанням кровоносних судин з остегенними клітинами;

3. Диференціювання нових генерацій остогенних клітин веде до створення досконалішої міжклітинної речовини;
4. Вона складається з сильно мінералізованих, строго впорядкованих колагенових волокон, що утворюють кісткові пластинки навколо кровоносних судин;
5. На перший шар кісткових пластинок накладаються нові остеобласти, що синтезують нові пластинки;
6. Таким чином навколо судин формуються первинні остеони, що подібні до кісткових циліндрів, вставлених один в інший;



1 - остеон
2 - канал остеону (Гаверсовий канал)
3 - вставні кісткові пластинки

В процесі остеогенезу формується унікальна структура, що має високу міцність, з одного боку і високу пористість, завдяки безлічі мікроканальців з капілярами та відростками остеоцитів, з іншого боку.



Цими структурами є:

Кісткові балочки (6) - формують осередки і є структурно-функціональною одиницею губчастої кісткової тканини

Остеони (2,3), які є структурно-функціональною одиницею компактної кісткової тканини.

Слід підкреслити, що розвиток кісткової тканини забезпечується, як процесами утворення, так і руйнування кісткової речовини.

У обох процесах беруть участь остеобласти і остеоцити, які за рахунок біосинтезу спеціальних ферментів здатні переводити іони кальцію і фосфору назад в кровоносне русло. Такий остеоліз має повільний і рівномірний характер.

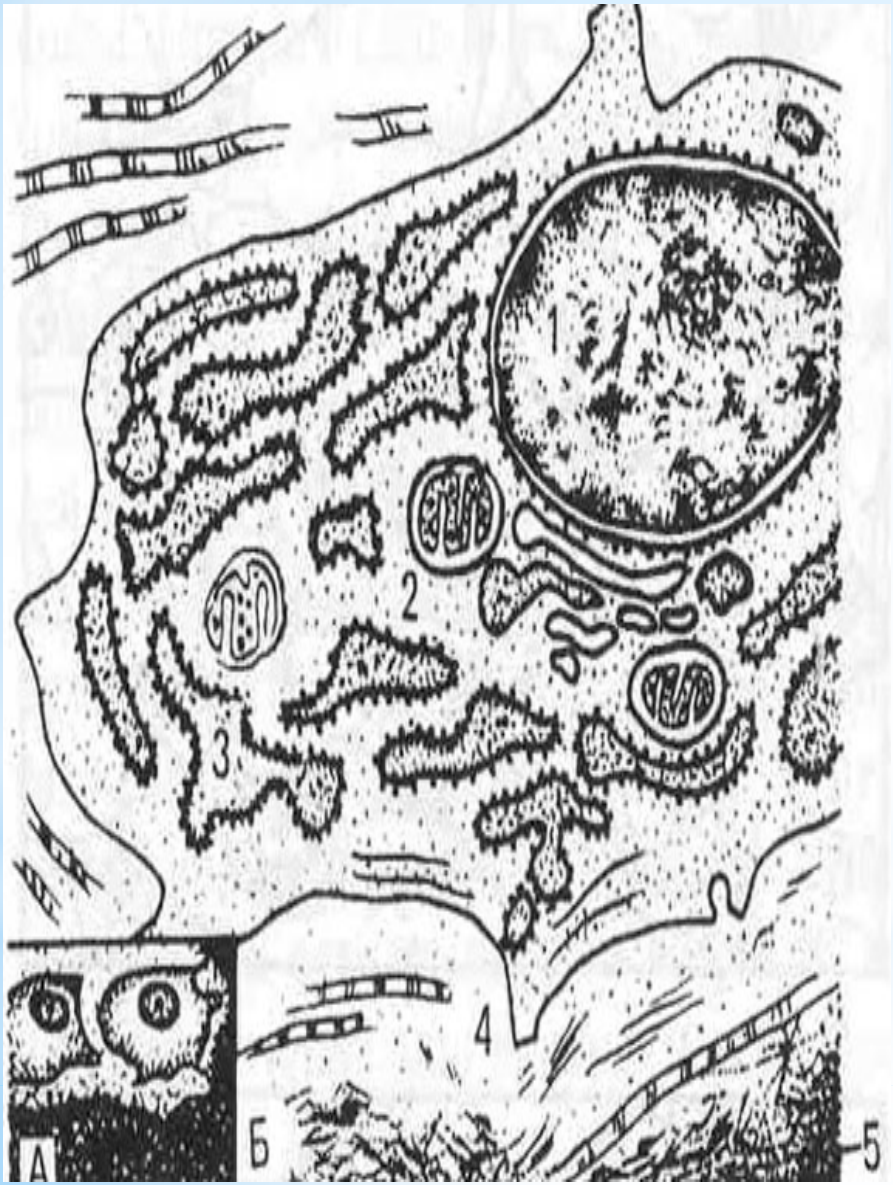
Інтенсивний остеоліз відбувається у ділянках кісткової тканини, що відчувають недостатні фізичні навантаження.

Ці ділянки атакуються моноцитами, які утворюють багатоядерні, спеціалізовані для інтенсивного остеолізу клітини - остеокласты.

Збалансована остеосинтетична і остеолітична діяльність остеобластів, остеоцитів і остеокластів дає можливість забезпечувати швидку перебудову кісткових структур

(балочок і остеонов) відповідно до фізичних навантажень, що міняються, і в свою чергу призводять до формування різних кісток скелета.

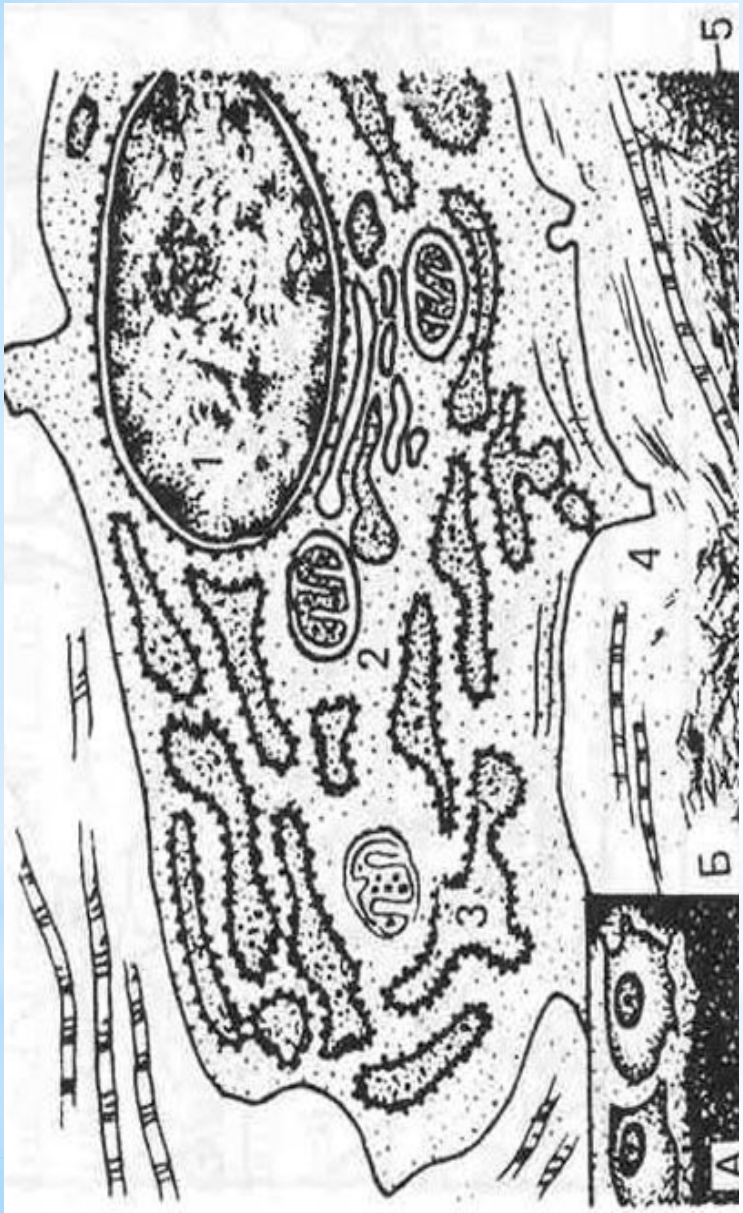
Остеобласти



Остеобласти - це молоді клітини, які створюють кісткову тканину.

У кістці, яка сформувалася, вони містяться тільки у внутрішньому шарі окістя - волокнистої оболонки, що покриває кістки, і в місцях регенерації кісткової тканини після її травми.

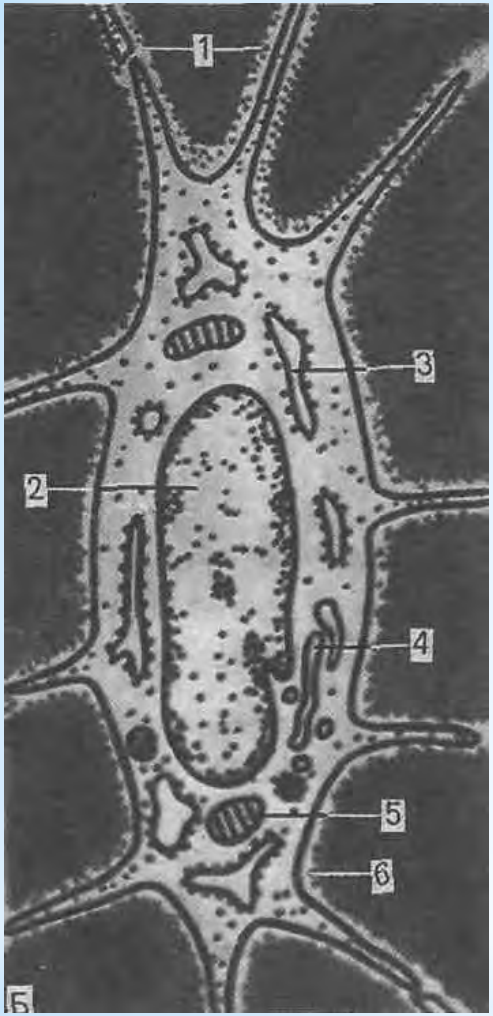
У кістці, що утворюється, вони покривають майже безперервним шаром усю поверхню кісткової балки, що розвивається.

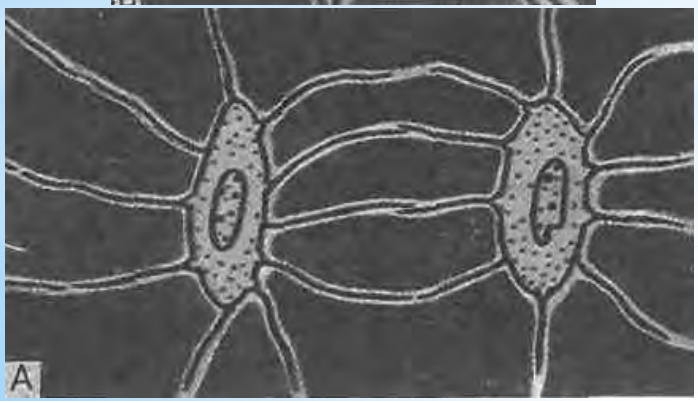


Остеобласти бувають різної форми: кубічної, пірамідальної, плоскої, що залежить від функціональної активності.

Ядро (1) округлої або овальної форми, часто розташовується ексцентрично, містить одне або декілька ядерець.

У цитоплазмі (2) остеобластів добре розвинені ГЕС (3), мітохондрії і КГ.

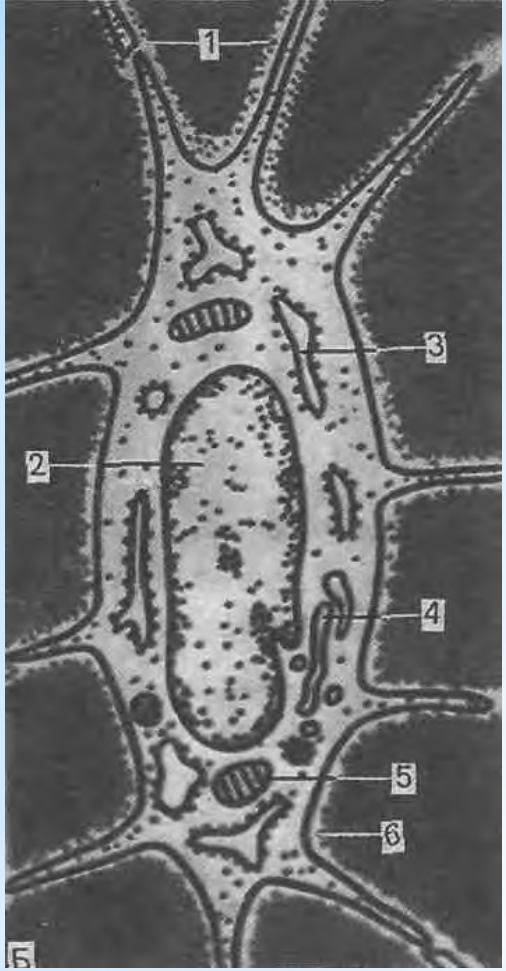


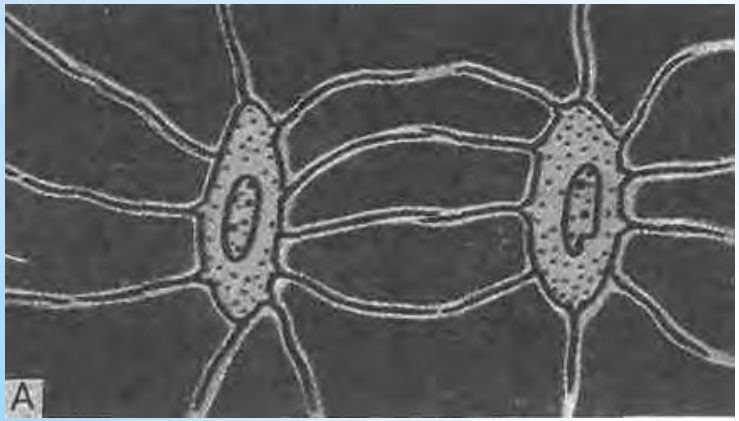


Остеоцити

Переважаючі за кількості дефінітивні клітини, які втратили здатність до ділення.

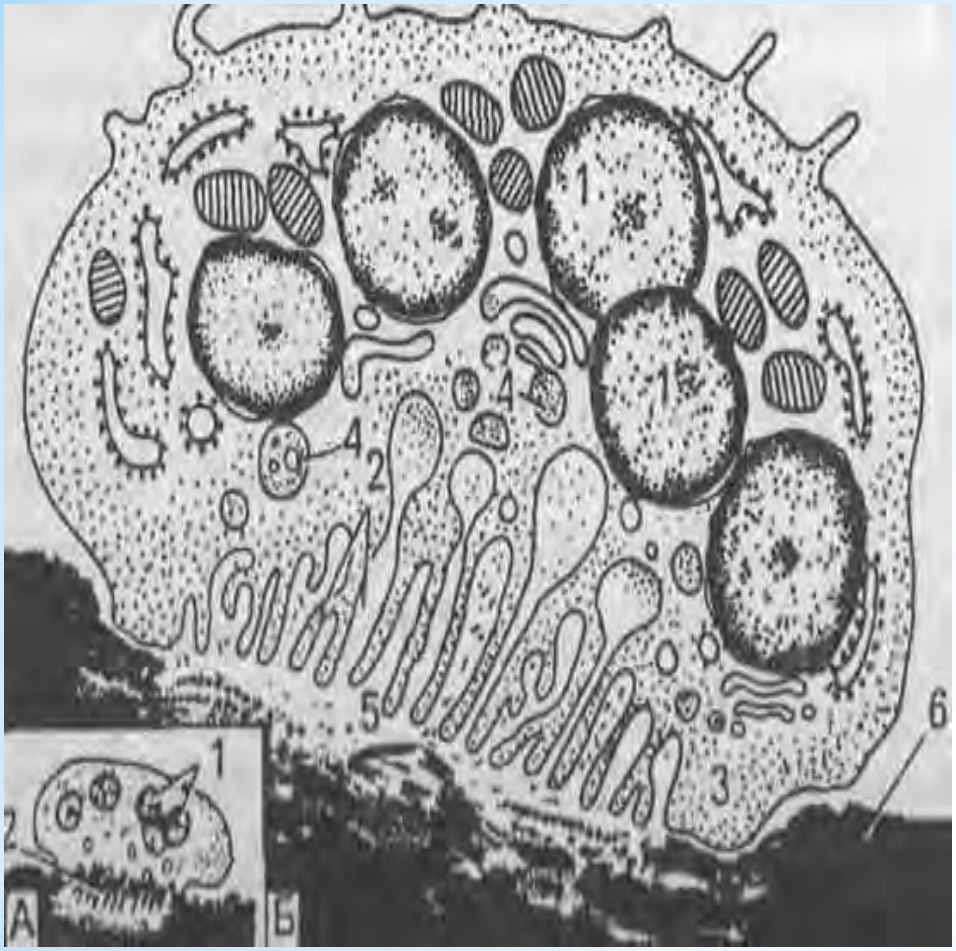
Вони мають відростчату форму, компактне, відносно велике ядро (2) і слабооксифільную цитоплазму.





Органели розвинені слабо (3,4,5), наявність центріолей не встановлена. Остеоцити лежать в кісткових порожнинах, або лакунах, які повторюють їх контури. Відростки остеоцитів знаходяться в канальцях кісткових порожнин і анастомозують між собою (А) і з периваскулярними просторами судин. Обмін речовин між остеоцитами і кров'ю здійснюється через тканинну рідину.

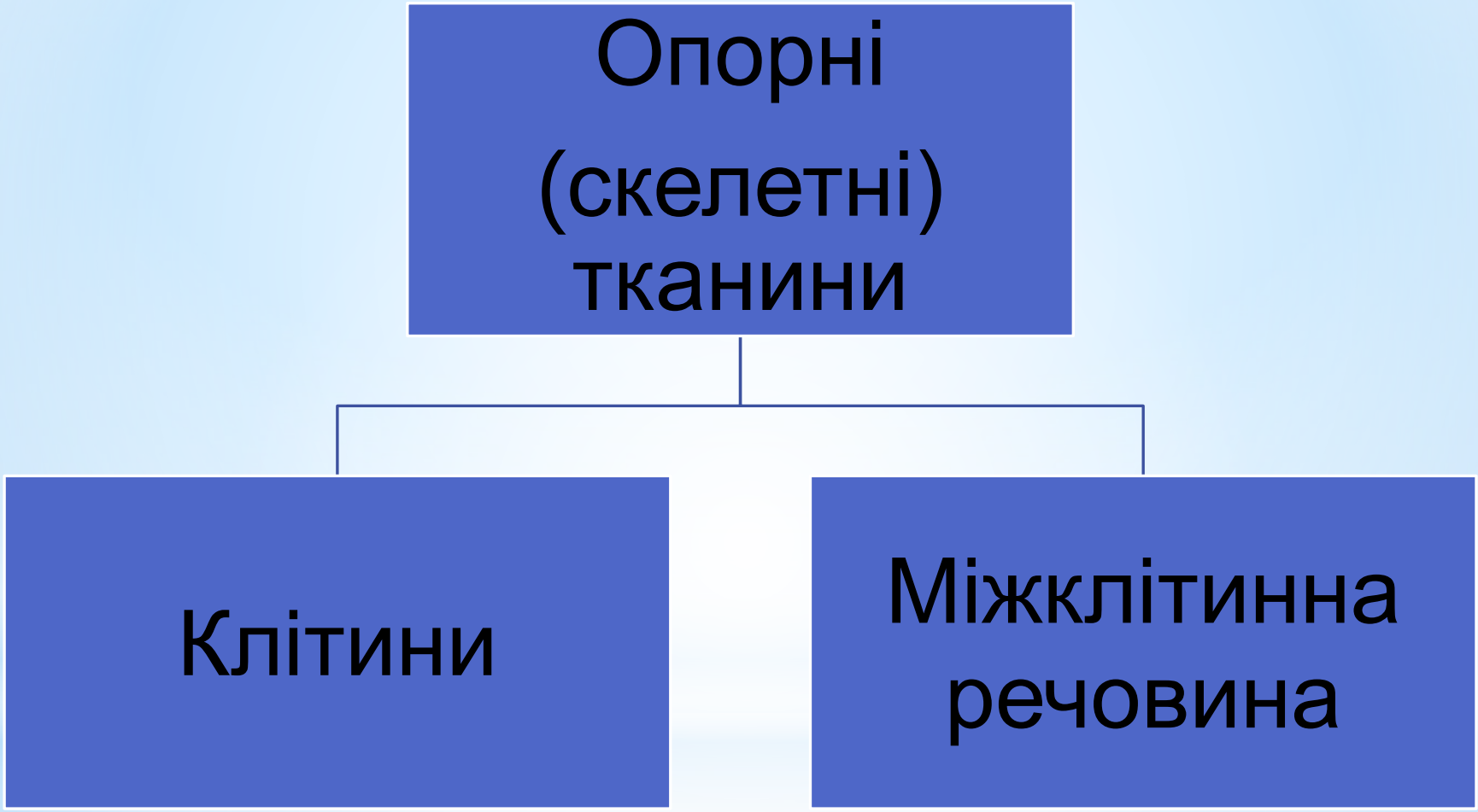
Остеокласти



1 - ядро; 2 - гофрований край остеокласта; 3 - світла зона; 4 - лізосома; 5 - резорбція МР; 6 - мінералізована речовина.

Симпластичні структури гематогенної природи, злиття моноцитів. У результаті, здатне руйнувати звапнілий хрящ і кістку.

Цитоплазма слабо базофільна, іноді оксифільна.


Опорні (скелетні) тканини
Клітини
Міжклітинна речовина

Клітини опорних тканин (хрящова, кісткова)

-БЛАСТИ

ХОНДРОБЛАСТИ
ОСТЕОБЛАСТИ:
1. Забезпечують гістогенез;
2. Утворюють МР;
3. Є камбіальними елементами зрілої скелетної тканини (ЗСК)

-ЦИТИ

ХОНДРОЦИТИ, ОСТЕОЦИТЫИ– підтримання структурної організації ЗСК

-КЛАСТИ

ХОНДРОКЛАСТИ, ОСТЕОКЛАСТЫИ– Руйнування скелетної тканини. Хондрокласти Відсутні у нормальній хрящовій тканині і виникають при дегенеративних процесах.


міжклітинна речовина – матрикс
(висока механічна міцність)
волокна:
1. хрящ:
кол.вол.II і I типу
(всі види хряща);
ел.вол.(еласт.хрящ).
2. кісткова
кол.вол. I типу
Основна речовина:
глікопротеїди,
протеоглікани,
мінер.речовини,
вода

Міжклітинна речовина

Міжклітинна речовина, (звана матриксом) як в хрящовій, так і в кістковій тканинах, складається з колагенових волокон і аморфної основної речовини. Проте співвідношення між цими компонентами в матриксі обох тканин різне.

Відмінні також структура і властивості цих компонентів.

Характеристика скелетних тканин

Загальним є:

1.Розташування клітин в лакунах усередині матриксу.
2. Хрящова і кісткова тканина має зовнішню сполучнотканинну оболонку - охрястя і окістя.

3. Ембріональні джерела хондрогенезу і остеогенезу - *мезодерма*, зосереджена у вентромедіальних ділянках сомітів – склеротоми.

4.Першочергова міграція клітин із склеротомів відбувається у напрямку до нервової трубки і хорди (утворюючи навколо цих зачатків зону формування осьового скелета, а також в області кінцівок, що утворюються, створюючи основу скелета майбутніх кінцівок.

Відмінності:

1. Кісткова тканина розвивається в ділянках з щедрим кровопостачанням, а хрящова - утворюється в місцях, позбавлених капілярів.

2. Механізми росту так само, як і механізми живлення кісткової і хрящової тканин різні.

3. Обидві тканини є високо спеціалізованими типами дефінітивів, що не піддаються взаємній трансформації.

Міжклітинна речовина кісткової тканини

Складається з основної речовини і мінералізованих колагенових волокон.

Основна речовина представлена: глікозаміногліканами і протеогліканами, невеликою кількістю молекулярних комплексів з кальцієм у вигляді кристалів гідроксиапатита, аморфних солей, 30 мікроелементів (мідь, стронцій, цинк, барій, магній та ін.)

У основній речовині розташовуються тонкі колагенові волокна, що мають центри кристалізації, до яких строго впорядковано приєднуються кристали гідроксиапатита.

Ступінь мінералізації волокон, їх кількість і розташування в основній речовині визначає вид кісткової тканини.

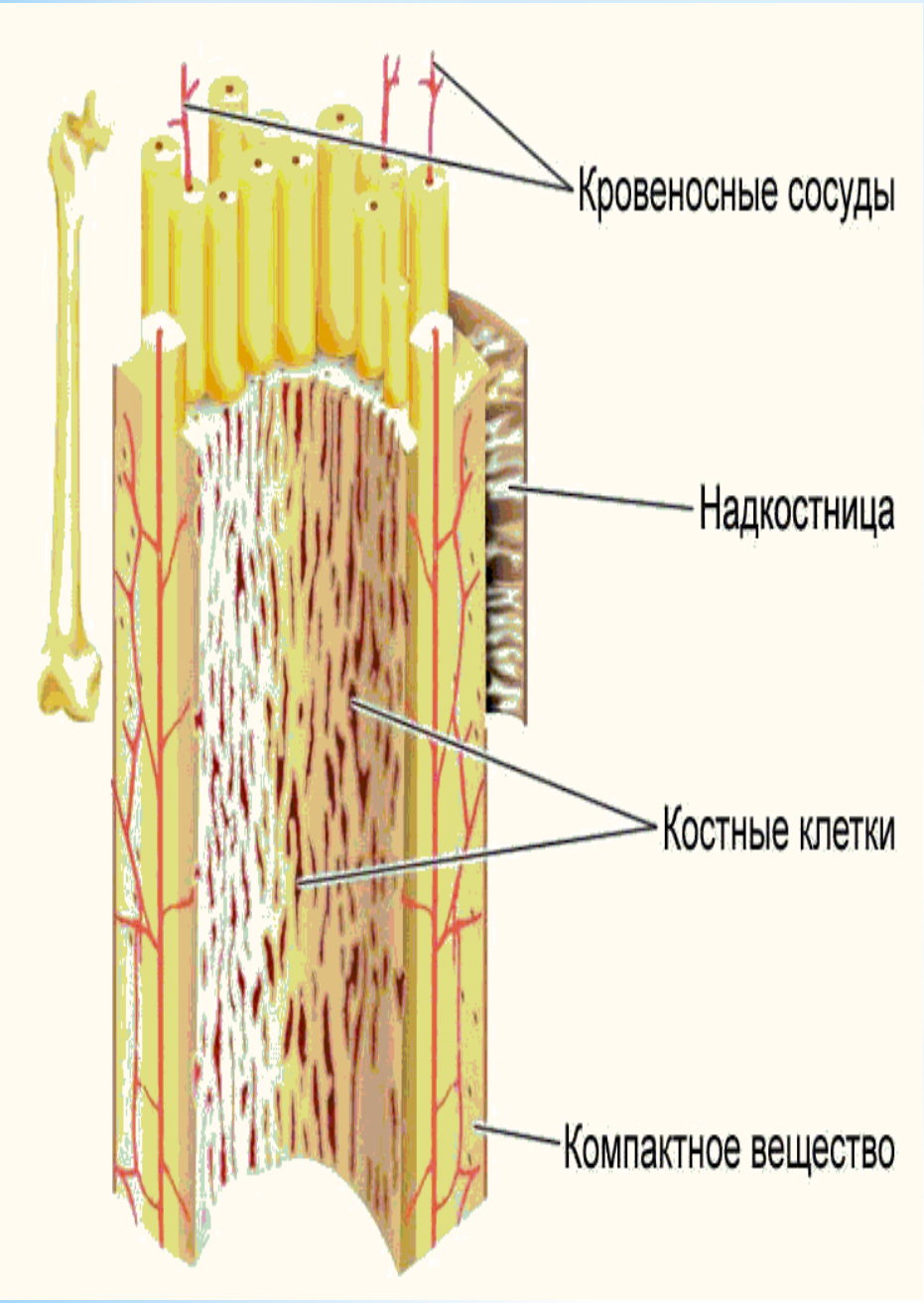
Наявність різних видів кісткових тканин обумовлена не лише особливостями будови міжклітинної речовини, але і формою структурної організації його в кістці, як органі.

Окістя

Усі кістки скелета по периферії покриті окістям - періостом.

Кістковомозкові порожнини вистилаються ендостом, які мають схожу будову.

Розрізняють зовнішній волокнистий шар, утворений щільною волокнистою сполучною тканиною з судинами і нервами, і внутрішній - остеогенний шар, представлений остеобластами і проникаючими із зовнішнього шару розгалуженнями судин і нервів.

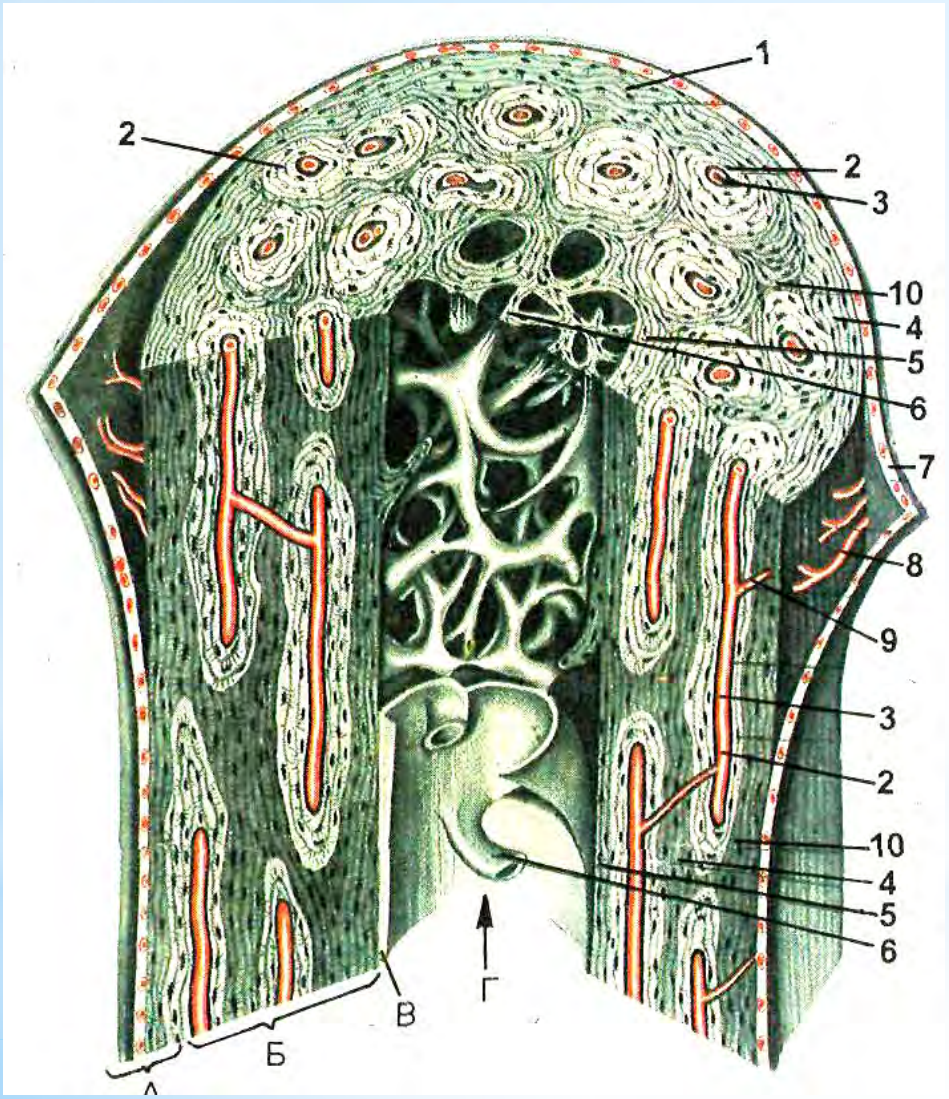


На поперечному зрізі діафіза довгих кісток виявляється, що остеони займають середину компактної частини діафіза.

Між ними визначаються вставні пластинки, які залишаються після перебудови попередніх остеонів.

Периферію діафіза, під окістям і під ендостом, займають шари кісткових пластинок, що охоплюють майже увесь периметр кістки, - це система зовнішніх і внутрішніх генеральних пластинок.

Будова трубчастої кістки



* А - окістя;
* Б – компактна речовина;
* В - ендост;
* Г - кістковомозкова порожнина;
* 1 - шар зовн.пластинок;
* 2 - остеон;
* 3 - канал остеону (Гаверсов);
* 4 - вставні пластинки;
* 5 - шар внутр.пластинок;
* 6 - кісткова трабекула;
* 7 - волокнистий шар окістя;
* 8 - судини окістя;
* 9 - канал;
* 10 - остеоцити

РЕГЕНЕРАЦІЯ

Постійність структури кісткової тканини забезпечується здатністю до проліферації остеобластів і до молекулярного оновлення остеоцитів.

Фізіологічна регенерація кісткової тканини забезпечується за рахунок постійної її перебудови, при якій процеси остеогенезу і остеорезорбції строго збалансовані.

Проліферація остеобластів у складі камбіального шару окістя і ендосту забезпечує кількість клітинних елементів.

Вплив остеобластів на глибокі шари тканини передається через зв'язок остеобластів з остеоцитами за допомогою відростків.

Чутливість остеобластів і остеоцитів до чинника фізичного навантаження і гормональних впливів (паратиреоїдний гормон і кальциотонін) забезпечує кількість і якість кісткової тканини, адекватну фізіологічним вимогам.

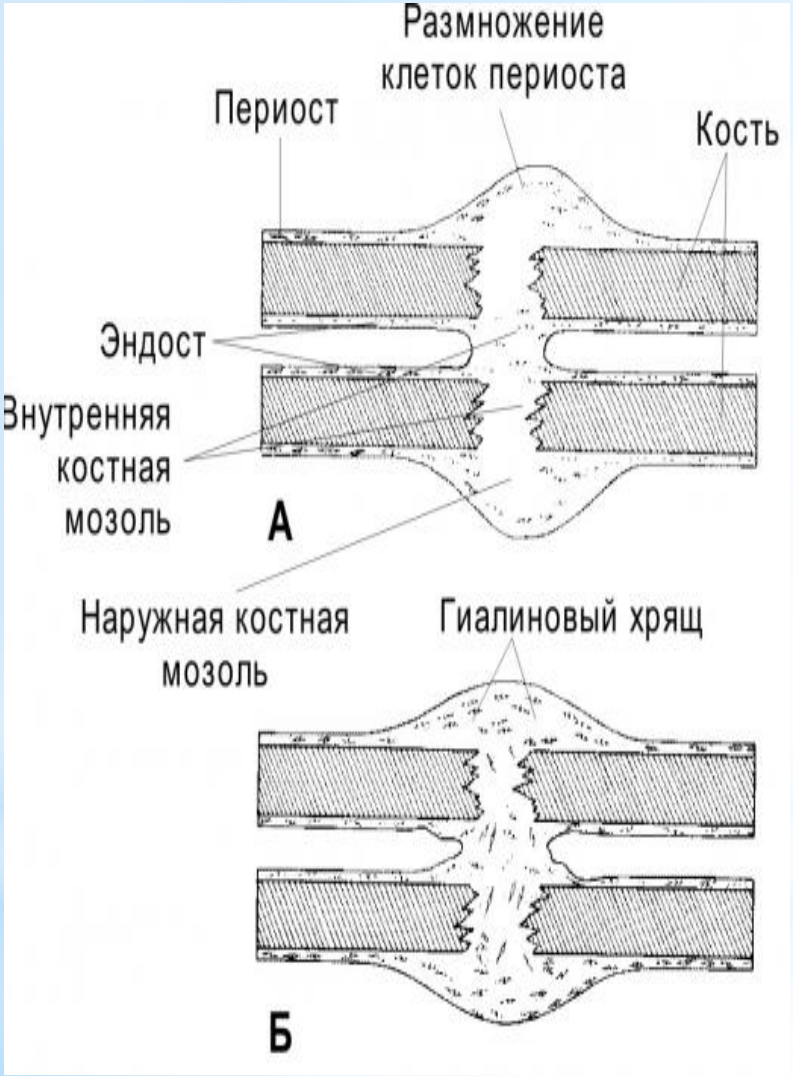
Репаративна регенерація повторює в деякій мірі етапи ембріонального остеогенезу.

У зрілих кістках присутні остеогенні клітини різного ступеня диференціювання, які розташовуються в остеогенному шарі окістя і ендосту, а менш диференцьовані популяції клітин (нащадки СКМ) супроводжують судини.

Якщо умови регенерації оптимальні (повне зіставлення відламків, відсутність рухливості), відновлення йде шляхом прямого остеогенезу.

А якщо є погрішності в лікуванні або великий дефект, то репаративна регенерація йде через стадію хряща, тобто по шляху непрямого остеогенезу.

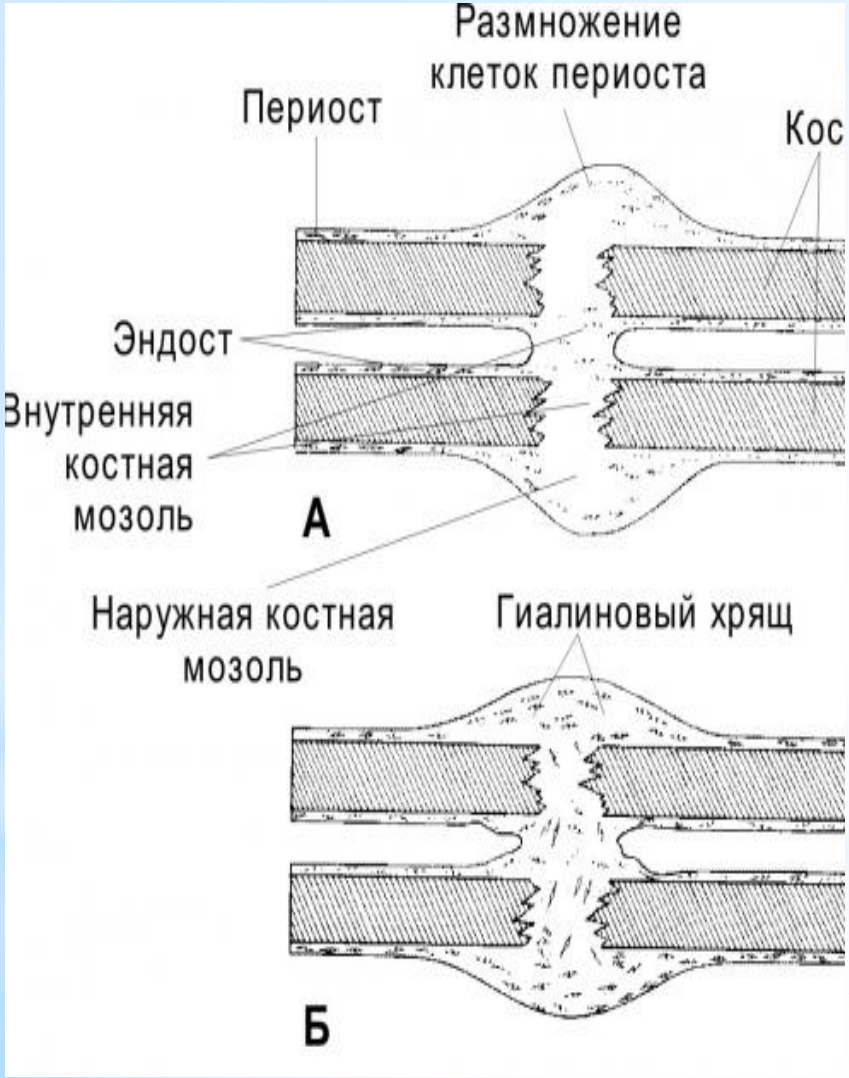
Зрощення переломів



У ділянці перелому пошкоджені тканини, порушено кровопостачання, і остеоцити в прилеглих ділянках остеонів гинуть.

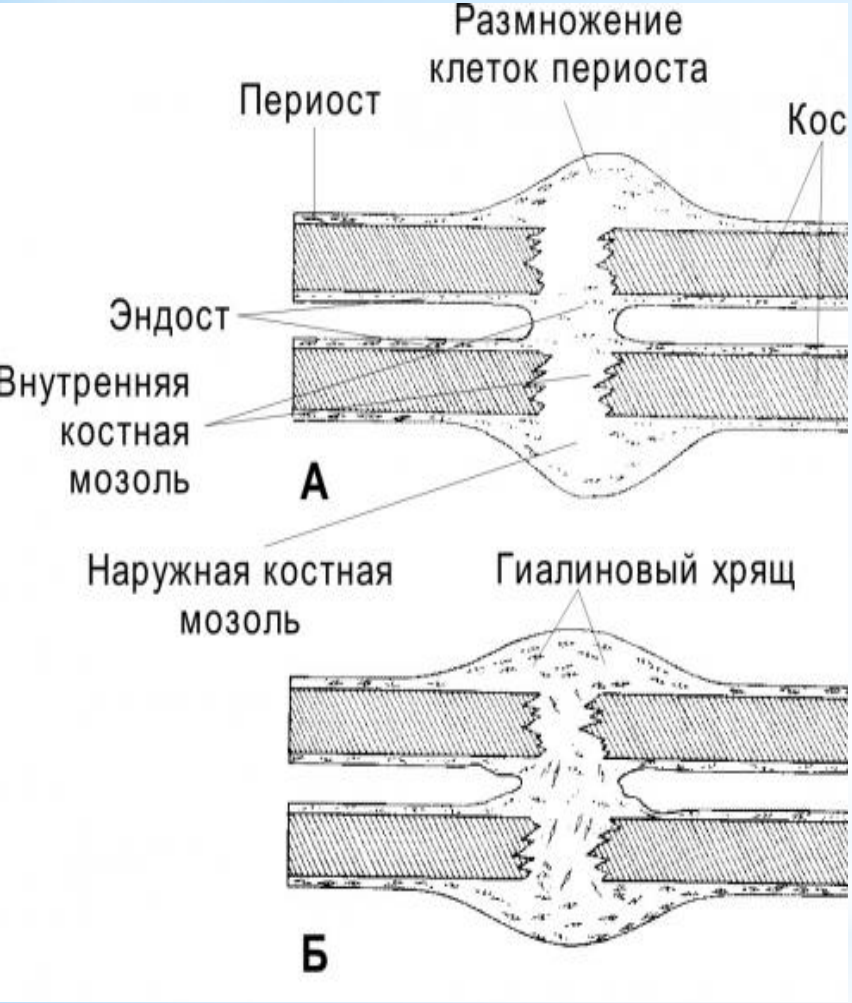
Відмираюча кістка піддається активній резорбції. Між кінцями відламків формується нова тканина - кістковий мозоль.

Зрощення переломів

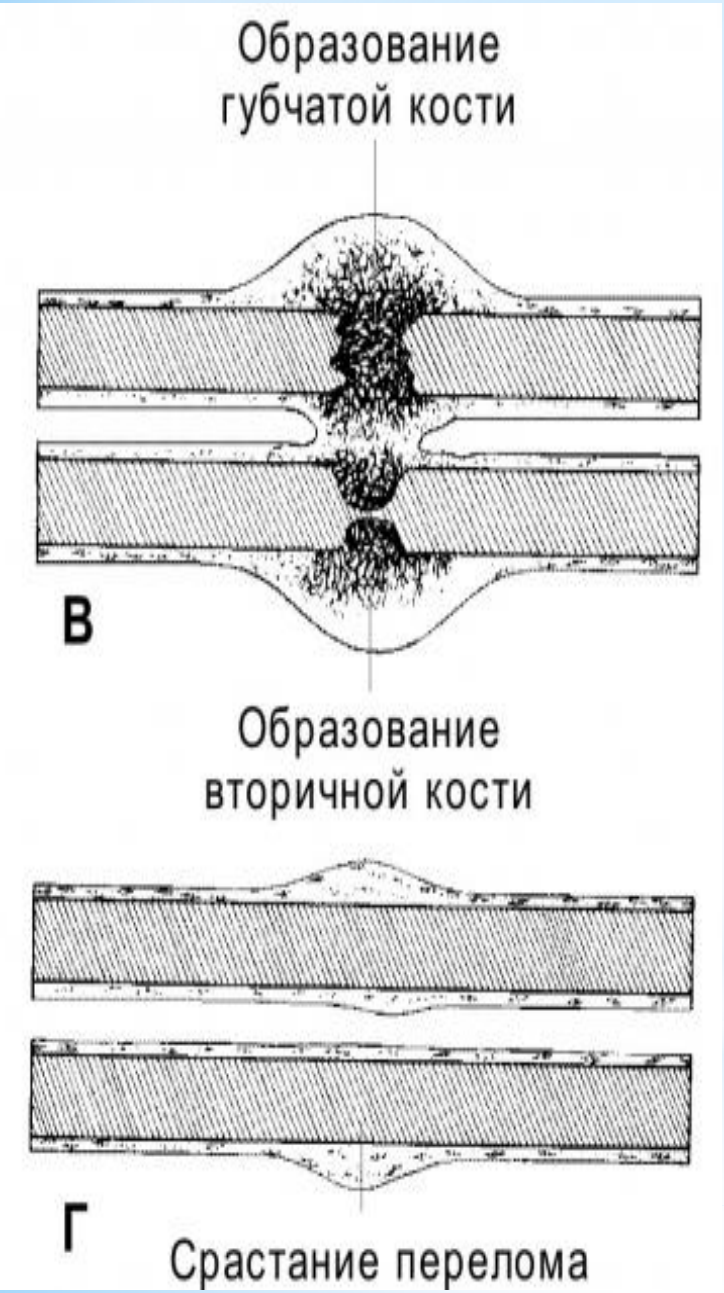


Кісткова мозоль виникає в результаті інтенсивного розмноження остеогенних клітин окістя.

Частина цих клітин диференціюється в остеобласти, що утворюють нову кісткову трабекулу, які міцно прикріпляються до матриксу відламка.



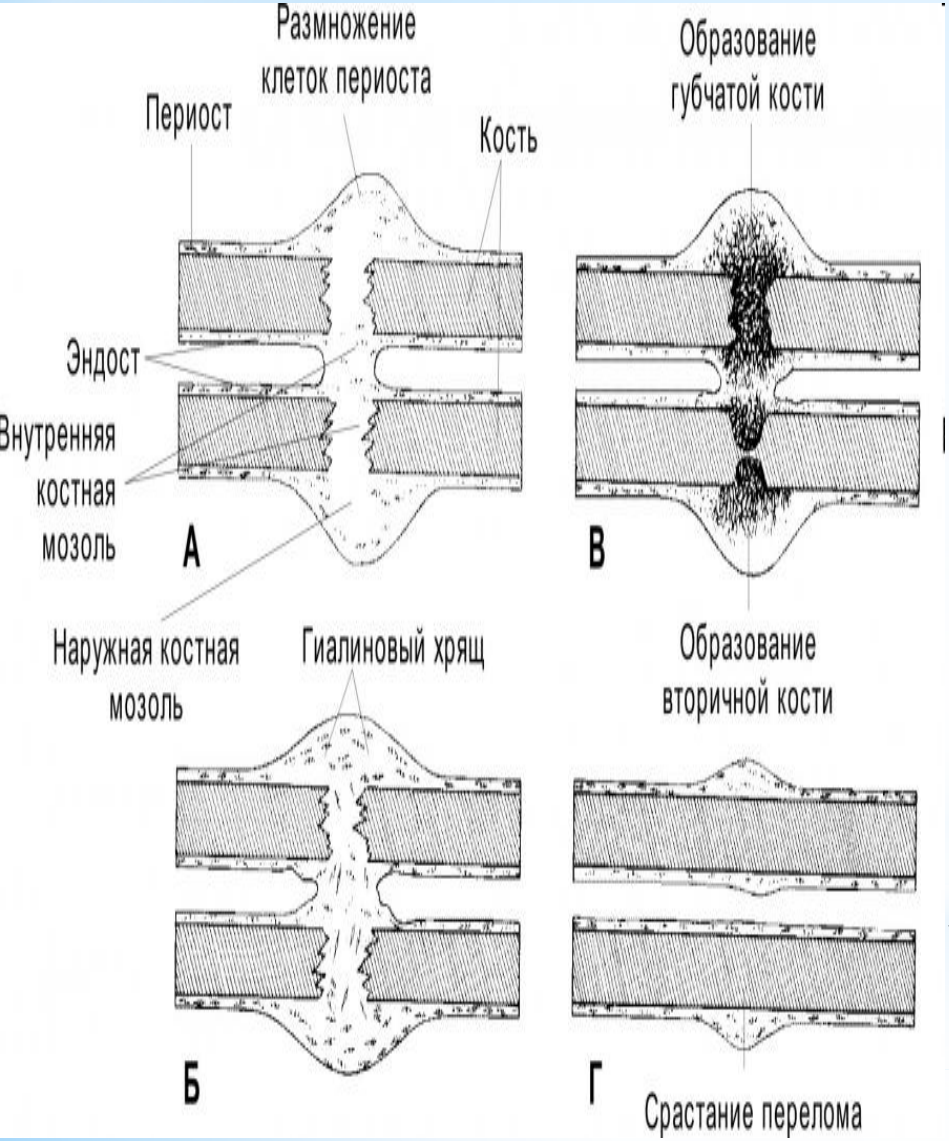
Швидкість розмноження остеогенних клітин у зовнішній частині кісткової мозолі перевищує темпи росту судин, що і визначає появу хондробластів і утворення гіалінового хряща.



Надалі (у міру звапніння) хрящ заміщається незрілою грубоволокнистою кістковою тканиною, на місці якої формується губчаста речовина.

Після цього кістковий мозоль перебудовується: губчаста речовина між відламками перетвориться в компактну, і відновлюється первинна конфігурація кістки.

Таким чином, зрощення перелому :



А - утворення кісткової мозолі шляхом розмноження клітин переважно остеогенного шару окістя.

Б - поява гіалінового хряща в зовнішній частині кісткової мозолі і поступове поширення хряща за усім її обсягом.

В - заміщення хряща кісткою

Г - при цьому спочатку утворюється губчаста речовина, що пізніше перебудовується в компактну

Вікові зміни

Зазначені рекомендації включають основні настанови щодо діагностики остеопорозу та виявлення факторів ризику переломів, а також його лікування та запобігання переломам у жінок в постменопаузальний період, обґрунтовані на базі доказової медицини та рекомендовані до впровадження у практику лікарів-ревматологів, терапевтів, травматологів, геріатрів, гінекологів і ендокринологів.

У зв’язку з відчутним постарінням населення України, збільшенням питомої ваги жіночого населення віком старше 50 років, нагальними екологічними та соціальними проблемами, остеопороз у жінок в постменопаузальний період та його ускладнення можуть призвести до епідемії цього захворювання в нашій державі з непередбачуваними медико-соціальними наслідками. Тому колектив авторів висловлює надію, що наведені рекомендації допоможуть спільноті лікарів України у діагностиці та лікуванні остеопорозу та його ускладнень у жінок у постменопаузальний період і покращать якість життя жінок у цей період.

Перелік питань для дискусії

1. В кістковій тканині знайдено клітини,що містять багаточисельні лізосоми. Як називаються ці клітини?
2. Відомо, що вітамін С необхідний для функції остеобластів. Як змінюються властивості кісткової тканини при недостачі вітаміну С?
3. В харчуванні дитини недостатній вміст солей кальцію. Як це вплине на розвиток кісткової тканини?
4. Інформаційну РНК, виділену з остеобластів ввели в овоцит жаби. Який новий білок міг би синтезуватись в овоцитах?
5. Ділянка кісткової тканини пересаджена на нове місце. Чи зміниться направлення осеїнових волокон?

Список літератури

1.Гістологія, цитологія. ембріологія. / За ред. О.Д. Луцика, Ю.Б.Чайковського // Підручник. Вінниця «Нова книга», - 2018. – 591 с.

2. Афанасьев Ю.И. Гистология / Под ред. Ю.И.Афанасьева, Н.А.Юриной // -М.:Медицина, - 1983,1989,1999, 2012.

3. Быков В.Л. Цитология и общая гистология / В.Л. Быков // - Санкт-Петербург, - 1999.

4. Барінов Е. Ф. Цитологія і загальна ембріологія. / Під ред. Е.Ф.Барінова, Ю.Б.Чайковського // Навчальний посібник. Київ, ВСВ «Медицина», - 2010.- 216 с.

5. Волков К. С. Ультраструктура клітин і тканин / К.С. Волков, Н.В. Пасєчко // Атлас. Тернопіль. Укрмедкнига, -1997.- 93 с.

6. Луцик О. Д. Гістологія людини // О.Д. Луцик, А.Й. Іванова, К.С. Кабак, Ю.Б. Чайковський // Підручник. Київ „Книга-плюс”, - 2010. – 582 с.

7. Чайковський Ю.Б. Гістологія, цитологія та ембріологія / Ю.Б. Чайковський, Л.М. Сокуренко // Атлас для самостійної роботи студентів. Луцьк, - 2006.- 152 с.

* Контакти

Борута Наталія Володимирівна

Email: boruta.nata@ukr.net

Телефон: 0509582691

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ !!!

