

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ГІСТОЛОГІЇ, ЦИТОЛОГІЇ ТА ЕМБРІОЛОГІЇ

ЗАГАЛЬНА ГІСТОЛОГІЯ З КУРСОМ ЕМБРІОЛОГІЇ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

для практичних занять студентів 1 курсу медичних факультетів

II частина

Запоріжжя
2017

УДК 616.018(075.8)

З-14

Затверджено на засіданні Центральної методичної Ради ЗДМУ

(протокол № ____ від « ____ » _____ 2017 р.)

та рекомендовано для використання в освітньому процесі

Автори:

*С. С. Ключко, В. М. Євтушенко, О. В. Федосєєва, Є. Г. Алієва
М. Л. Таврог, А. І. Хитрик*

Рецензенти:

*М. А. Волошин - д.мед.н., проф., зав. кафедрою анатомії людини
Запорізького державного медичного університету.*

*О. Г. Куц - д.біол.н., проф., зав. кафедрою нормальної фізіології
Запорізького державного медичного університету.*

**За редакцією Сирцова В. К., д.мед.н., проф., зав. кафедрою гістології,
цитології та ембріології Запорізького державного медичного університету.**

3-14 **Загальна гістологія з курсом ембріології** : навчально-методичний посібник для практичних занять студентів 1 курсу медичних факультетів (частина II) / С. С. Ключко, В. М. Євтушенко, О. В. Федосєєва [та ін.]. – Запоріжжя : [ЗДМУ], 2017. – 93 с., іл.

Даний посібник призначений для активізації самостійної роботи студентів під час практичних занять та в позааудиторний час. Посібник складений у відповідності з типовою програмою по навчальній дисципліні «Гістологія, цитологія та ембріологія» (Київ, 2016) для студентів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації кваліфікації освітньої «Магістр медицини», кваліфікації професійної «Лікар» галузі знань 22 «Охорона здоров'я» спеціальності 222 «Медицина». Посібник ілюстрований багатьма малюнками та схемами.

УДК 616.018(075.8)

© Колектив авторів, 2017
©ЗДМУ, 2017

Передмова

У посібник включені теми з основних розділів загальної гістології. Структура змісту кожної теми відповідає основному завданню – активізувати самостійну пізнавальну діяльність студентів та включає в себе мету і план вивчення теми, питання для контролю. Далі надаються теоретичний матеріал, характеристика мікропрепаратів, які вивчаються по даній темі з відповідним поясненням та з кольоровими ілюстраціями. В кінці теми приводяться завдання для самостійної роботи, які повинні бути використані студентами для самоконтролю отриманих знань, та список додаткової літератури. Ілюстрації призначені для полегшення сприйняття студентами питань структурної організації об'єктів, що вивчаються. Матеріал, приведений в даному посібнику, орієнтований на ефективне засвоєння особливостей гістологічної будови тканин та органів.

Видання призначене для студентів медичних університетів, інститутів, академій, інтернів, а також для викладачів морфологічних дисциплін.

Ми сподіваємось, що даний посібник допоможе студентам більш ефективно організувати самостійну роботу при вивченні курсу гістології, цитології та ембріології.

Доктор медичних наук, професор кафедри гістології, цитології та ембріології Запорізького державного медичного університету
В.М. Євтушенко

Кандидат медичних наук, асистент кафедри гістології, цитології та ембріології Запорізького державного медичного університету
С.С. Ключко

Зміст

1.	Загальні принципи організації тканин. Епітеліальні тканини	5
2.	Власне сполучні тканини	18
3.	Кров та лімфа.....	31
4.	Кров та лімфа. Кровотворення	42
5.	Скелетні сполучні тканини: хрящова і кісткова тканини. Розвиток кісткової тканини	47
6.	М'язові тканини	71
7.	Нервова тканина.....	80

ЗАГАЛЬНА ГІСТОЛОГІЯ

ТЕМА 1: ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТКАНИН. ЕПІТЕЛІАЛЬНІ ТКАНИНИ.

1. МЕТА ЗАНЯТТЯ І ПЛАН ВИВЧЕННЯ ТЕМИ.

Після самостійного вивчення теоретичного матеріалу і роботи на практичному занятті студент повинен знати:

1. Поняття про тканини, їх визначення і класифікації.
2. Загальна гістофізіологічна характеристика епітеліальних тканин.
3. Класифікація епітеліїв, типова локалізація, морфологічні і функціональні особливості окремих видів епітелію.
4. Субмікроскопічні особливості епітеліальних клітин, спеціальні органели і похідні епітеліоцитів.
5. Характеристика залозистих епітеліоцитів, особливості їх структури.
6. Класифікації і типові приклади різних видів залоз.
7. Секреторний цикл залозистих епітеліоцитів, його морфофункціональна характеристика і будова різних типів секреторних клітин.

2. ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ

1. Дайте визначення тканин і приведіть їх класифікацію.
2. Охарактеризуйте загальні морфологічні і функціональні ознаки епітеліїв.
3. Охарактеризуйте похідні базальної, латеральної і апікальної частин цитолема епітеліоцитів.
4. Охарактеризуйте принципи морфофункціональної і гістогенетичної класифікацій епітеліїв.
5. Назвіть типи епітеліїв згідно з морфофункціональною класифікацією.
6. Назвіть типи епітеліїв згідно з гістогенетичною класифікацією.
7. Назвіть різновиди одношарових та багатошарових епітеліїв і типові приклади їх локалізації.
8. Охарактеризуйте шари і клітинний склад багатошарового зроговілого і незроговілого епітеліїв.
9. Охарактеризуйте будову і особливості цитоскелету епітеліальних клітин.
10. Опишіть будову і функції базальної мембрани.
11. Охарактеризуйте особливості фізіологічної регенерації різних типів епітелію.
12. Загальна класифікація залоз.
13. Опишіть загальну будову залозистих епітеліоцитів екзокринних і ендокринних залоз, особливості їх ультраструктури.

14. Опишіть особливості будови залозистих епітеліоцитів, що виділяють слизові, білкові і ліпідні секрети.

15. Наведіть приклади екзокринних залоз з різною будовою і характером секрету.

16. Назвіть і охарактеризуйте фази секреторного циклу.

Загальні принципи організації тканин. Епітеліальні тканини

У більшості багатоклітинних тварин клітини та міжклітинна речовина об'єднані в тканини. Вперше використав термін «тканина» Ксав'є Віша, французький анатом у 1802 р.

Тканина – філогенетична сформована система **гістологічних елементів**, об'єднаних спільною структурою, функцією та походженням.

Гістологічні елементи – клітини, симпласти, синцитії, похідні клітин (еритроцити, рогові пластинки, волосся, нігті), похідні цитоплазми клітин (тромбоцити), міжклітинна речовина (волокна – колагенові, ретикулярні, еластичні) та основна речовина (в рідкому стані, золь, гель, щільна – мінералізована)

Класифікація тканин: генетична, морфофункціональна.

Морфофункціональні типи тканин: 1) епітеліальні; 2) внутрішнього середовища організму (кров, кровотворні тканини, сполучні тканини); 3) м'язові; 4) нервова.

Гістогенез

В процесі філогенезу тканини з'являються тільки з появою багатоклітинних організмів, тобто наявність тканин характеризує процес ускладнення живих систем.

Гістогенез – комплекс координуваних у часі та просторі процесів проліферації, диференціювання, детермінації, інтеграції та функціональної адаптації клітинних систем.

Гістогенез базується на процесах:

⇒ **ДЕТЕРМІНАЦІЇ** - процес стійкого закріплення будови та функції клітин, в ході якого визначається подальший шлях розвитку клітин (шляхом блокування окремих генів і деблокування інших генів). Процес деблокування починається з появи спільних ознак, потім більш вузьких спеціалізованих

ознак. Процес детермінації здійснюється квантовано (поступово), це значить, що поява окремих ознак потребує певного часу.

⇒ **КОМІТУВАННЯ** – обмеження можливих шляхів розвитку внаслідок детермінації, тісно пов'язано з клітинним поділом (комітуючий мітоз), відбувається поступово. В процесі детермінації і комітування ембріональні зачатки перетворюються в тканини.

⇒ **ДИФЕРЕНЦІОВАННЯ** – процес появи стійких морфологічних змін в клітині, обумовлених активністю її генетичного апарата. Результат диференціювання – вузька функціональна спеціалізація клітини.

ДИФЕРОН (гістогенетичний ряд) – сукупність клітинних форм, складаючих ту чи іншу лінію диференціювання:

1. Стовбурова клітина (поліпотентна) – самопідтримуюча популяція клітин, мають високі проліферативні потенції, але діляться рідко.

2. Клітина – попередниця – зменшуються проліферативні потенції, стають комітованими. Приклад: напівстовбурова клітина

3. Зріла клітина – високодиференційована, має високий рівень спеціалізації, втрачає здатність до поділу

Загальна характеристика епітеліальних тканин

1. Епітеліальні тканини лежать на межі організм-зовнішнє середовище;

2. Епітеліальні клітини організовані наступним чином: шар (покривні епітелії), пластинка (гепатоцити), фолікул (щитоподібна залоза), острівцеві (ендокринна частина підшлункової залози), трубочка (потові залози, каналці нефрону), сітка (ретиколоепітеліоцити тимусу);

3. Практично відсутня міжклітинна речовина. Епітеліоцити щільно прилягають одна до одної за допомогою спеціальних контактів – адгезійні (десмосома, напівдесмосома), щільний (замикаючий), комунікаційний (щілинний – нексус);

4. Основний та верхівковий полюси клітини відрізняються як структурно, так і функціонально, що детерміновано генетично. Верхівковий полюс може мати мікрворсинки, війки, стереоцилії, в ній накопичується секреторний матеріал. В базальній частині розташовується більшість органел клітини;

5. Всі епітеліоцити (крім гепатоцитів) лежать на **основній перетинці (базальній мембрані)**, яка відокремлює їх від прилеглої нижче пухкої волокнистої сполучної тканини. **Функції:** підтримання нормальної

архітектоніки, диференціювання та поляризації епітелія, забезпечення міцного зв'язку зі сполучною тканиною, вибіркова фільтрація поживних речовин, забезпечення та регуляція росту та руху епітелія по сполучній тканині при його розвитку чи репаративній регенерації. Базальна мембрана складається з трьох шарів:

- **світла пластинка** – дрібнозернистий шар товщиною 30-50 нм, прилеглий до основної поверхні епітеліоцитів. Від напівдесмосом епітеліоцитів до неї відходять якірні філаменти. Містить глікопротеїни (ламінін), протеоглікани (гепарансульфат);

- **щільна пластинка** – шар товщиною 50-60 нм, в який вплітаються якірні фібрили, утворені колагеном VII типа, до яких приєднуються колагенові фібрили сполучної тканини. Містить колаген IV типа, ентактін (сульфатований глікопротеїн, який приєднує ламінін до колагену IV типа, гепарансульфат, непостійно - колаген V типа, адгезивний глікопротеїн фібронектин.

- **волокнисто-сітчаста пластинка** – складається з колагенових фібрил сполучної тканини, зв'язаних з якірними фібрилами. Більший за товщиною, ніж перші два шари, взяті разом. Містить колаген I та III типів;

6. Відсутність кровоносних судин. В епітеліальних злоякісних пухлинах цілісність базальної мембрани і міжклітинних контактів порушена і кровоносні судини проростають в епітеліальну пухлинну тканину;

7. Мають велику кількість рецепторів;

8. Висока здатність до регенерації. Особливо виражена в поверхневому епітелію. Необхідна умова – наявність стовбурових клітин. В епітеліальних клітин, які розташовані у внутрішньому середовищі. регенераторні здібності значно нижчі або відсутні (наприклад, інсулоцити острівців підшлункової залози);

9. Наявність особливих проміжних філаментів – цитокератинових.

Генетична класифікація (за походженням).

Зародковий листок	Тип епітелію	Приклад
Ектодерма	епідермальний	Епітелій шкіри, похідні шкіри, сальні, потові, слинні залози
	ендимогліальний	Епітелій спинномозкового каналу та шлуночків головного мозку
Мезодерма	целонефродермальний	Епітелій серозних оболонок, каналців нирок

	ангіодермальний	Ендотелій судин
Ентодерма	ентеродермальний	Епітелій шлунка, кишки, печінки, підшлункової залози

Морфофункціональна класифікація.

Види епітелію: поверхневий, залозистий, чутливий.

Поверхневий епітелій:

- **Одношаровий плоский епітелій**

- **мезотелій** – вистилає серозні оболонки (плевра, очеревина, перикард). Клітини – **мезотеліоцити:** плоскі, полігональної форми, мають мікроворсинки, беруть участь у секреції та всмоктуванні серозної рідини;

- **ендотелій** – вистилає кровоносні та лімфатичні судини, а також порожнини серця. Клітини – **ендотеліоцити** (відносно бідні на органели, наявність піноцитозних пухирців);

- **альвеолоцити I типу** в легенях;

- **епітеліоцити тонкої частини петлі Генле** в нефронах нирки.

- **Одношаровий кубічний епітелій** – один шар клітин кубічної форми з великим центрально розташованим ядром.

Приклад: каналці нирок, вивідні протоки та секреторні відділи деяких екзокринних залоз, фолікули щитоподібної залози, жовчовивідні протоки, печінка.

- **Одношаровий стовпчастий епітелій** – один шар високих клітин з круглим чи овальним ядром. 3 підтипа:

- **залозистий** – у шлунку, в каналі шийки матки, спрямований на безперервну секрецію слизу

- **з обляміркою** – тонка та товста кишка, має мікроворсинки на апікальній поверхні, спрямований на абсорбцію.

- **війчастий** – вистилає слизову оболонку маткових труб, на апікальній поверхні мають війки.

- **Псевдобагатошаровий стовпчастий епітелій** – всі клітини контактують з базальною мембраною, але мають різну висоту. Вистилає респіраторний тракт та сім'яносні протоки.

5 різновидів клітин респіраторного епітелію: 1) в'їчасті 2) келихоподібні 3) короткі та довгі вставні клітини (малодиференційовані) 4) ендокринні 5) основні (камбіальні).

- **Багат шаровий плоский незроговілий епітелій** – покриває слизову оболонку травного каналу (передній та задній відділи), рогівка, піхва, уретра.

Шари: 1) основний шар; 2) проміжний шар – значна кількість епітеліоцитів шипуватої форми, активно діляться; 3) поверхневий шар – епітеліоцити плоскі, старіючі, не діляться, поступово злущуються з поверхні. Характерний **поліморфізм ядер**.

- **Багат шаровий плоский зроговілий (епідерміс).**

В товстій шкірі 5 шарів **кератиноцитів**:

- **основний** – клітини циліндричної форми, синтезують білок **кератин**, з якого формуються **тонофіламенти**. Стовбурові клітини дифероную кератиноцитів.

- **шипуватий** – кератиноцити багатокутної форми, з'єднані міцно багаточисельними десмосомами. В цитоплазмі шипуватих кератиноцитів тонофіламенти формують товсті пучки – **тонофібрили** і з'являються **кератиносоми** – гранули з ліпідами, які виділяються шляхом екзоцитозу і створюють цементуючу клітини речовину. Містить **меланоцити**, **внутрішньоепідермальні макрофаги** та клітини **Меркеля** – рецепторні, контактують з аферентними нервовими закінченнями.

- **зернистий** – клітини ромбоподібної форми, тонофібрили розпадаються і утворюється білок у вигляді зерен – **кератогіалін**, з цього починається процес зроговіння.

- **блискучий** – клітини сплющуються, втрачають клітинну структуру, кератогіалін перетворюється на **елеїдін**.

- **роговий** – має рогові лусочки, заповнені пухирцями повітря, білком кератином.

- **Перехідний (уротелій)** – вистилає порожнисті органи, які здатні сильно розтягуватися (сечовий міхур, сечовивідні шляхи).

Шари:

- **основний** – дрібні темні низько призматичні чи кубічні уротеліоцити, малодиференційовані, стовбурові.

- **проміжний** – великі грушоподібні уротеліоцити, вузькою базальною частиною контактують з основною перетинкою, при розтягненні органу вони зменшуються у висоті і розташовуються серед основних клітин.

- **поверхневий** – великі куполоподібні поверхневі уротеліоцити, сплющуються при розтягненні.

Залозистий епітелій

Будова.

Залозистий епітелій має всі ознаки клітин з високою синтетичною активністю. **Ядро** – велике, переважає еухроматин, має одна чи декілька ядерець, його положення може змінюватися залежно від фази секреторного циклу (при накопиченні секреторних гранул на верхівковому полюсі воно може зміщуватися до основного полюсу).

Цитоплазма – містить розвинутий секреторний апарат, морфофункціональні особливості якого залежать від хімічного складу секрета (серозний, слизовий чи сальний) та багаточисельні мітохондрії.

Класифікація залоз:

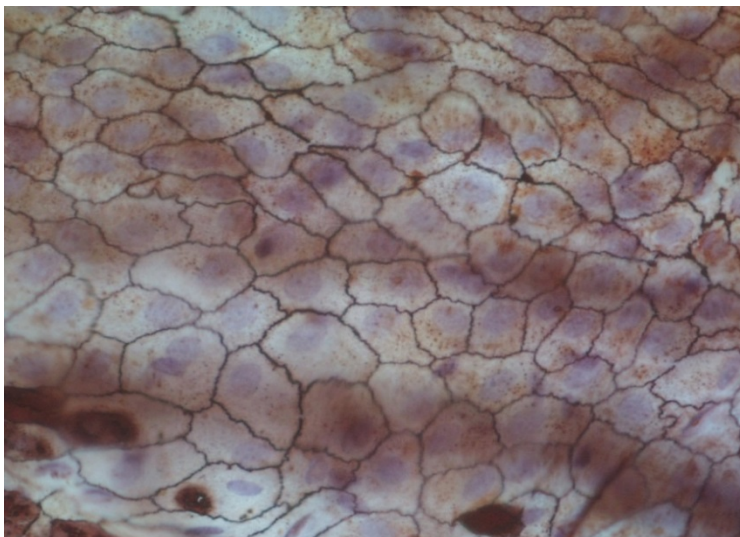
- екзокринні, ендокринні;
- одноклітинні (келихоподібні клітини), багатоклітинні (мають секреторний відділ, вивідну протоку – тільки для екзокринних залоз);
 - Якщо секреторний відділ круглий – **ациозна залоза**, у вигляді трубочки - **трубчаста залоза**;
 - Якщо 1 вивідна протока – **проста**, декілька вивідних проток – **складна залоза**;
 - Якщо 1 секреторний відділ – **нерозгалужена**, декілька – **розгалужена залоза**;
 - За способом виведення секрету: **мерокринові** (без порушення структури клітини), **апокринові** (з виділенням у секрет частини апікальної цитоплазми), **голокринові** (з повним руйнуванням клітини з виведенням її фрагментів у секрет);
 - За хімічним складом синтезованого секрету: **серозні (білкові)**, **слизові**, **змішані, ліпідні**.

4 фази секреції:

1. **Поглинання речовин** – через плазмолему основного полюсу клітини у цитоплазму транспортуються речовини – субстрати синтезу секрету.
2. **Утворення секрету** – пов'язана з процесами транскрипції, трансляції, діяльністю грЕПС, комплексу Гольджі (для білкового секрету), аЕПС та мітохондрій з тубуло-везикулярними кристами (для стероїдного секрету).
3. **Формування секреторних гранул** – накопичуються на верхівковому полюсі клітини (для екзокринних залоз), на основному полюсі (для ендокринних залоз).
4. **Виділення секрету** – шляхом екзоцитозу або дифузії (для тиреоїдних та стероїдних гормонів).

3. ПРАКТИЧНА РОБОТА НА ЗАНЯТТІ.

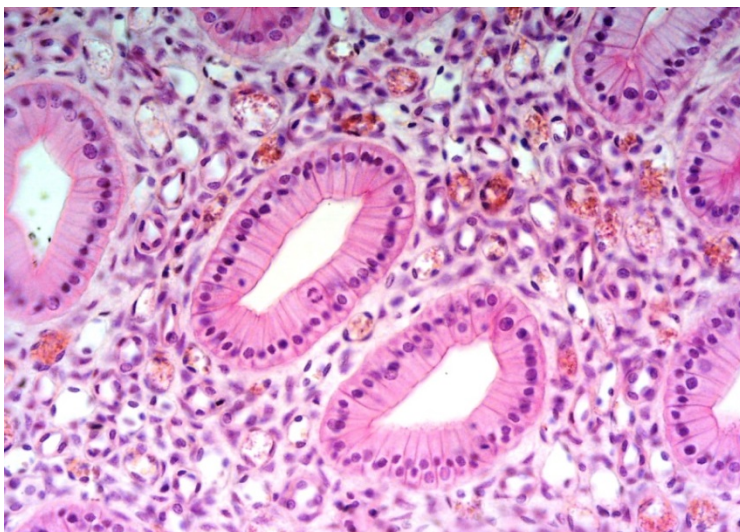
3.1. Одношаровий плоский епітелій (мезотелій).



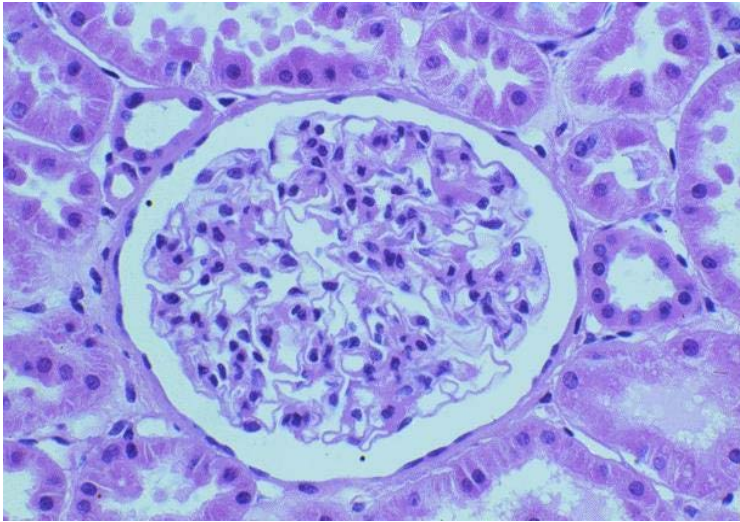
тканини.

У представленому мікропрепараті очеревини знайдіть безперервний шар плоских клітин, розташованих на волокнистій сполучнотканинній основі. Вивчіть препарат на великому збільшенні і замалюйте ділянку мезотелію зі сполучною тканиною, позначивши ядра і цитоплазму клітин, область базальної мембрани і шар сполучної

3.2. Одношаровий кубічний епітелій каналців нирки. Забарвлення Г+Е.

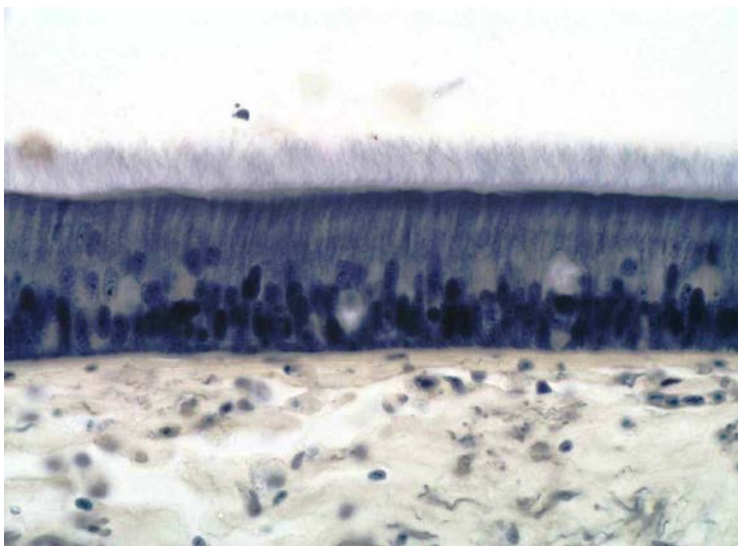


Знайдіть поперечно зрізані округлі каналці, утворені одним шаром епітеліальних клітин, що лежать на базальній мембрані. Визначте форму епітеліальних клітин, порівнявши їх ширину і висоту.

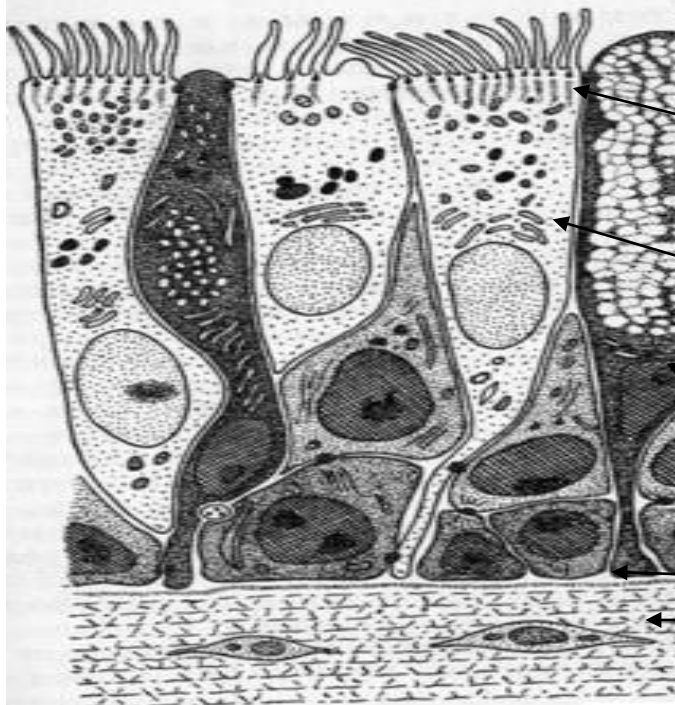


Вивчіть препарат на великому збільшенні, розглянете область базальної мембрани, розгляньте цитоплазму і ядра епітеліальних клітин. Замалюйте зріз одного каналця, позначивши перераховані структури.

3.3 Одношаровий багаторядний війчастий епітелій трахеї. Забарвлення Г+Е.



На малому збільшенні знайти епітелій на внутрішній поверхні трахеї. На великому збільшенні в епітелії виділяється декілька рядів ядер: нижній ряд ядер, прилеглий до базальної мембрани, належить базальним клітинам; ядра, розташовані на більш високому рівні, - це ядра вставних клітин; поверхневий ряд ядер належить війчастим клітинам. Між ними



розташовані келихоподібні екзокриноцити.

Війки

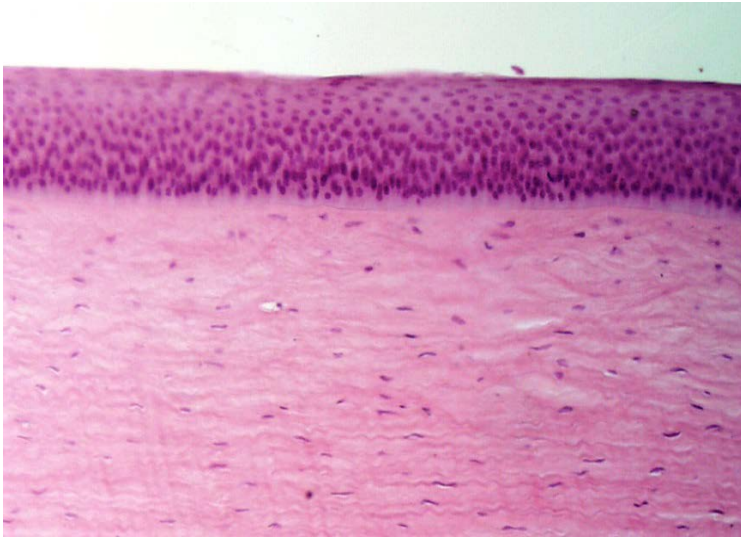
Війчасті клітини

Келихоподібна клітина

Базальний епітеліоцит

Базальна мембрана

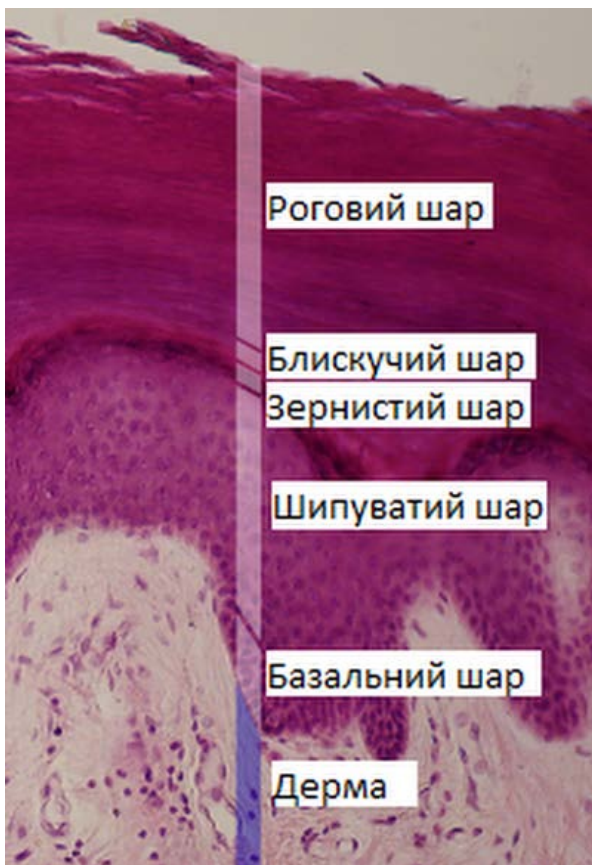
3.4. Багатошаровий плоский незроговілий епітелій. Зріз рогівки ока. Забарвлення Г+Е.



На малому збільшенні знайдіть на зовнішній поверхні рогівки багатошаровий епітелій. На великому збільшенні добре видно базальну мембрану. На ній розташований один шар низьких призматичних клітин- базальний шар. За базальним шаром розташовані декілька шарів клітин неправильної форми з цитоплазматичними виростами – шар шипуватих

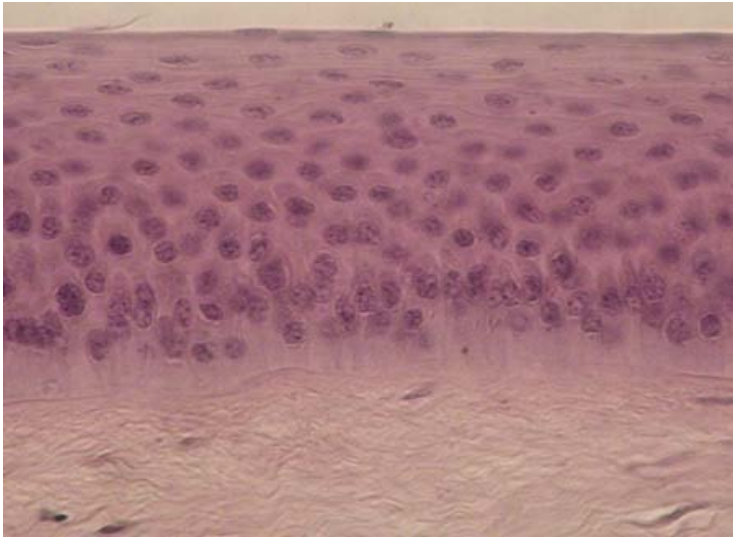
клітин. Зовні розташовані декілька шарів клітин, які утворюють поверхневий шар плоских клітин. Їх ядра сплюснені та лежать паралельно поверхні епітелію. Замалюйте та позначте: базальну мембрану, базальний шар, проміжний шипуватий шар, поверхневий шар плоских клітин.

3.5. Багатошаровий плоский зроговілий епітелій. Зріз шкіри пальця людини. Забарвлення Г+Е.



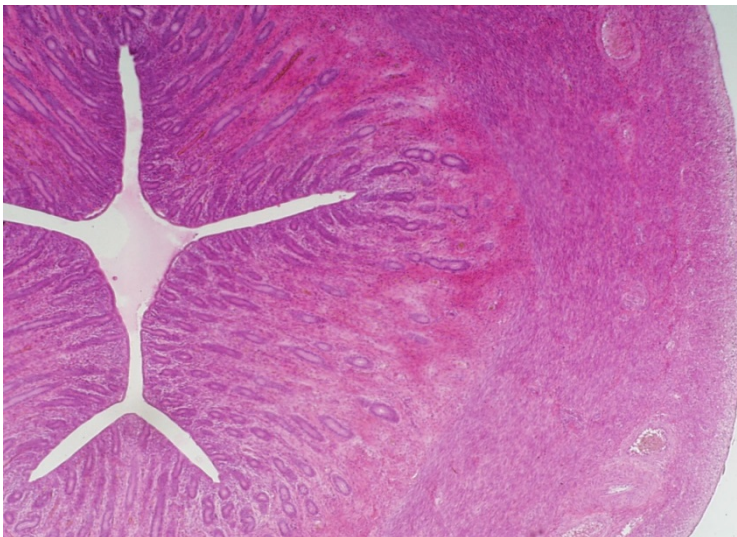
На малому збільшенні знайдіть епідерміс шкіри людини. На великому збільшенні добре видно базальну мембрану. На ній розташований один шар низьких призматичних клітин- базальний шар. За базальним шаром розташовані декілька шарів клітин неправильної форми з цитоплазматичними виростами – шар шипуватих клітин. Наступний шар – зернистий - відрізняється темним забарвленням. Клітини цього шару мають сплюснену форму і містять в цитоплазмі гранули кератогіаліну, забарвленні в темно-фіолетовий колір. Блискучий шар на препараті має рожевий колір та є гомогенним. Зовнішній шар- роговий – представлений відмираючими клітинами- роговими лусками.

3.6. Перехідний епітелій сечового міхура. Забарвлення Г+Е



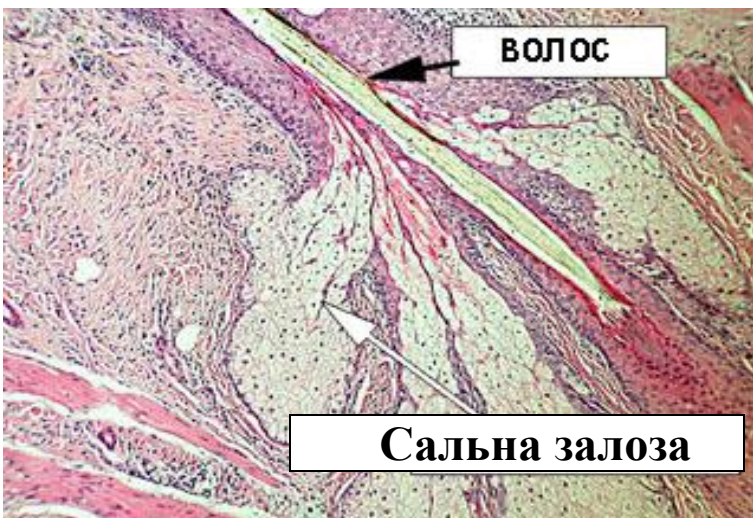
На малому збільшенні на внутрішній поверхні міхура знайти перехідний епітелій. На великому збільшенні видно більш дрібні базальні клітини, частина з них лежить безпосередньо на базальній мембрані та утворює базальний шар, інші відтиснені вище та утворюють проміжний шар. Поверхневий шар складається з великих клітин грушеподібної форми.

3.7. Прості трубчасті залози (зріз стінки матки). Забарвлення Г+Е.

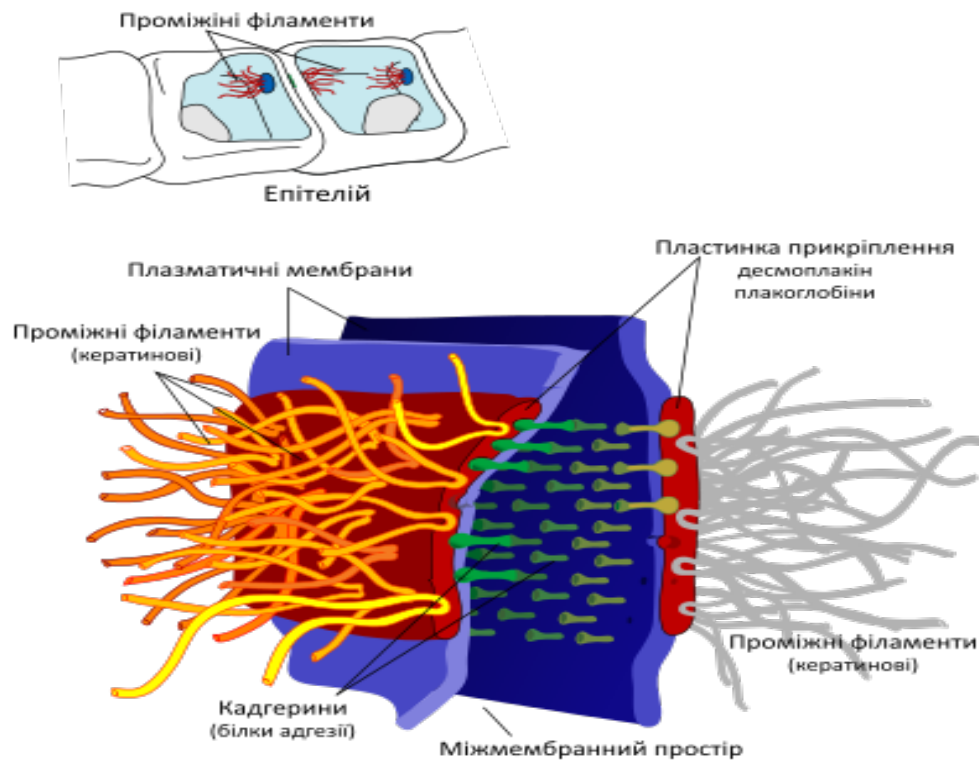


Знайдіть внутрішню оболонку матки (ендометрій), що вистлана простим призматичним епітелієм, занурюючись углиб слизової оболонки, формує трубчасті залози (не плутати з просвітами між складками ендометрія!). На великому збільшенні розгляньте одну із залоз, відзначивши її сліпо замкнутий кінцевий відділ і вивідну протоку.

3.8. Проста розгалуджена альвеолярна залоза. Забарвлення Г+Е.



В області корня волоса знайдіть сальну залозу. Її вивідна протока відкривається у волосяну воронку. Кінцевий відділ розгалуджений, він має вигляд мішечків, які висять на вивідній протоці. В кінцевому відділі знайдіть периферійний шар дрібних базальних клітин. Далі розташовані декілька шарів себоцитів. Ближче до вивідної протоки лежать себоцити, які руйнуються.

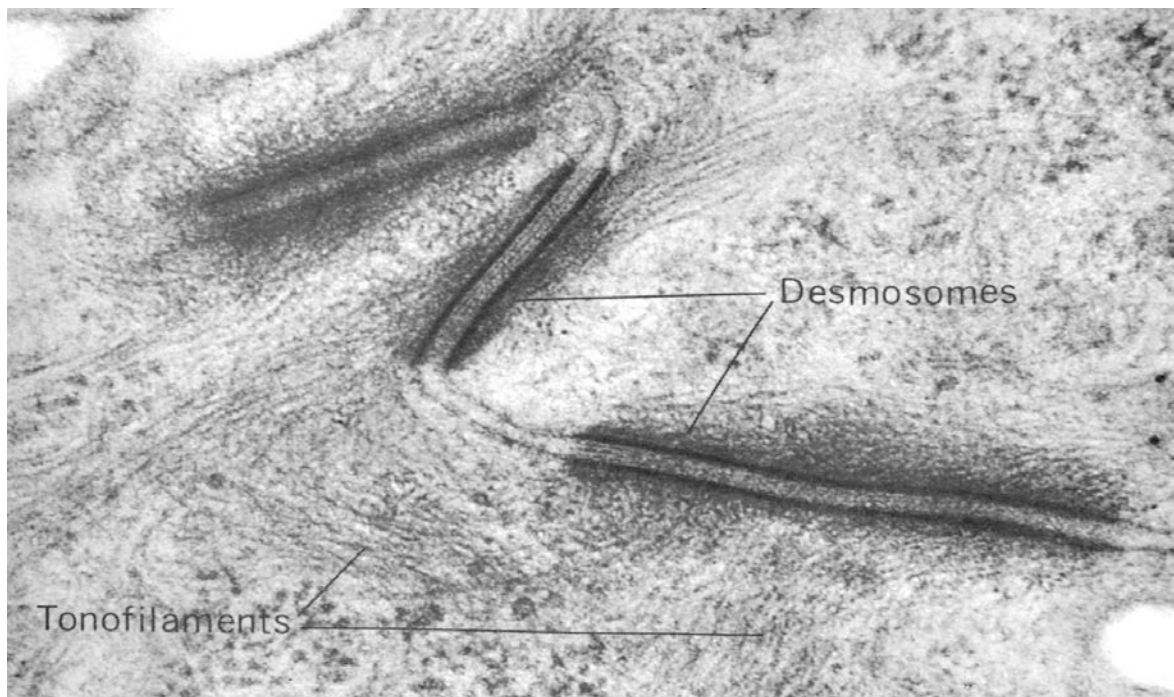


Види контактів між епітеліоцитами

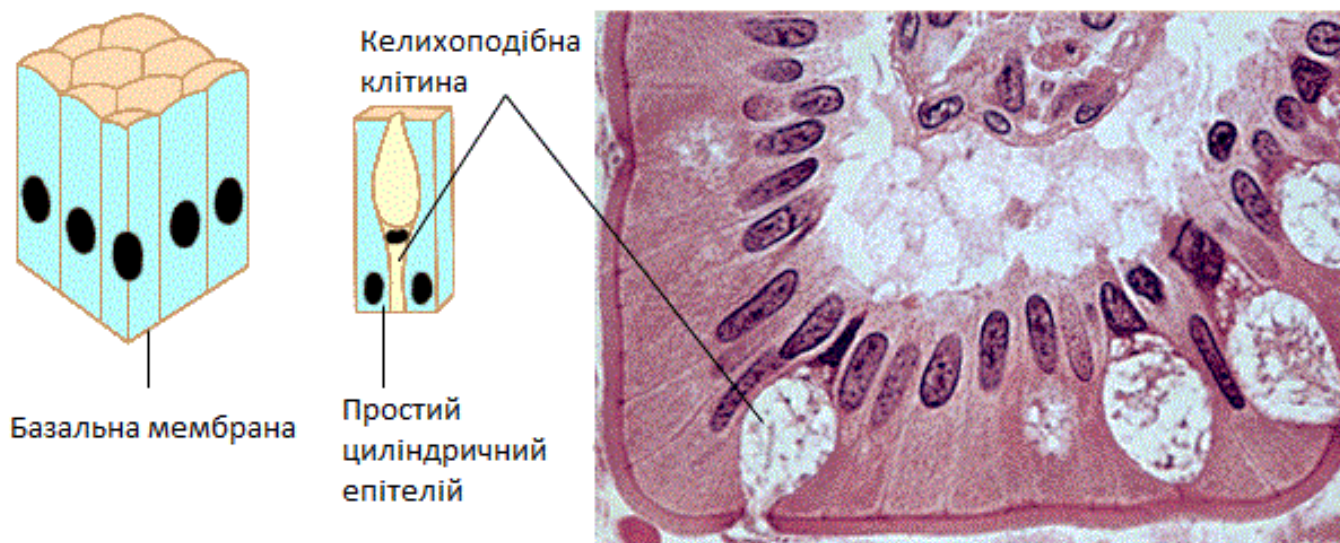
4.САМОСТІЙНА РОБОТА.

1.Замалуйте схеми будови десмосоми, напівдесмосоми і її взаємовідношень з базальною мембраною, відзначивши основні хімічні компоненти даних структур.

2.Складіть схему морфологічної класифікації епітеліїв, привівши відповідні приклади.



3 Одношаровий призматичний епітелій з келихоподібними клітинами (тонкий кишечник). Забарвлення Г+Е.



Демонстраційні препарати.

1. Перехідний епітелій стінки сечового міхура.
2. Псевдобагатошаровий миготливий епітелій трахеї.
3. Білкові і слизові залози в тілі язика.
4. Келихоподібні клітини кишечника. ШИК-реакція+Г.

Електронограми.

4. Електронограма посмугованої облямівки кишкового епітелію.
5. Електронограма епітеліальних війок.
6. Електронограма бічних щільних контактів епітеліальної клітки.

6.РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Шубникова Е. А. Эпителиальные ткани: учебник / Е. А. Шубникова. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 256 с.
2. Хэм А. Гистология : в 5-ти т. Т. 2 : Системы тканей / А. Хэм. – 1983. – С. 5-34.
3. Кузнецов С. Л. Гистология, цитология и эмбриология : учеб. для мед. вузов / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкваров. – М. : МИА, 2007. – 600 с.
4. Жункейра Л. К. Гистология : учеб. пособие : атлас / Л. К. Жункейра, Ж. Карнейро ; пер. с англ. под ред. В. Л. Быкова. - М. : Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 571 с.

5. Пальцев М. А. Межклеточные взаимодействия / М. А. Пальцев, А. А. Иванов. – М. : Медицина, 1995. – 224 с.
6. Быков В. Л. Цитология и общая гистология. Функциональная морфология клеток и тканей человека : учебник для студентов медицинских институтов / В. Л. Быков. – СПб. : СОТИС, 2002. – 520 с.
7. Хэм А. Гистология : в 5-ти т. Т. 1 : Введение. Биология клетки / А. Хэм. – 1983. – С. 61-236.
8. Ченцов Ю. С. Общая цитология (Введение в биологию клетки) : учебник / Ю. С. Ченцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство МГУ, 1995. – 384 с.

ТЕМА 2: ВЛАСНЕ СПОЛУЧНІ ТКАНИНИ.

1. МЕТА ЗАНЯТТЯ І ПЛАН ВИВЧЕННЯ ТЕМИ.

Після самостійного вивчення теми і роботи на практичному занятті студент повинен знати:

1. Загальна характеристика сполучних тканин і їх класифікація.
2. Клітинний склад сполучної тканини, основні її диферони. Волокнисті компоненти сполучної тканини.
3. Морфологічні основи утворення міжклітинної речовини.
4. Гістологічна і функціональна характеристики пухкої сполучної тканини, її будова і значення.
5. Щільна сполучна тканина, її різновиди і будова.
6. Сполучні тканини із спеціальними властивостями.

2. ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ

1. Назвіть джерела розвитку сполучної тканини.
2. Вкажіть складові компоненти пухкої волокнистої сполучної тканини.
3. Вкажіть локалізацію і функції пухкої волокнистої сполучної тканини.
4. Перерахуйте клітинні елементи пухкої волокнистої сполучної тканини.
5. Вкажіть складові частини міжклітинної речовини пухкої волокнистої сполучної тканини
6. Перерахуйте види волокон, що входять до складу міжклітинної речовини пухкої волокнистої сполучної тканини, вкажіть їх морфофункціональні особливості.
7. Вкажіть цитологічні особливості і функції фібробласту та макрофага.
8. Дайте характеристику макрофагальної системи організму.
9. Вкажіть цитологічні особливості і функції тучних клітин (тканинні базофіли, мастоцити).

10. Вкажіть цитологічні особливості адипоцитів.
11. Вкажіть цитологічні особливості пігментоцитів.
12. Вкажіть цитологічні особливості і функції плазмоцитів.
13. Назвіть клітини і вкажіть складові компоненти міжклітинної речовини ретикулярної тканини.
14. Вкажіть основні функції і локалізацію ретикулярної тканини.
15. Охарактеризуйте будову жирової тканини, її різновиди.
16. Охарактеризуйте особливості будови слизової та пігментної тканин.
17. Назвіть різновиди щільних волокнистих сполучних тканин.
18. Вкажіть локалізацію в організмі щільної неоформленої волокнистої сполучної тканини.
19. Вкажіть локалізацію в організмі щільної оформленої волокнистої сполучної тканини.
20. Опишіть будову сухожилків і фіброзних мембран.

Власне сполучні тканини

Загальна характеристика:

- розташовані всередині організму і не межують із зовнішнім і внутрішнім середовищем
- аполярність клітин.
- клітини різноманітні за морфологією, функціями і походженням.
- наявність двох компонентів: клітинних елементів та міжклітинної речовини.
- спільне походження (мезенхіма).
- містять багато кровоносних судин і нервових закінчень.
- висока здатність до регенерації.

Класифікація власне сполучних тканин. Заснована на кількісному співвідношенні структурних і хімічних елементів міжклітинної речовини і їх взаєморозташуванні в тканинах:

А. Волокнисті:

1. Пухка неоформлена волокниста сполучна тканина;
2. Щільна волокниста сполучна тканина:
 - а) оформлена: зв'язки, сухожилки, фіброзні мембрани, апоневрози, капсули органів;
 - б) неоформлена: сітчастий шар дерми, капсули деяких органів.

Б. Сполучні тканини зі спеціальними властивостями:

- а) жирова; б) ретикулярна; в) слизова; г) пігментна.

Пухка неоформлена волокниста сполучна тканина. Знаходиться (поряд з іншими тканинами) в стінках судин і навколо них. Утворює струму багатьох органів і сосочковий шар шкіри. У ній добре розвинена міжклітинна речовина, в якій переважає аморфний компонент. Колагенові і еластичні волокна розташовуються пухко і йдуть в різних напрямках.

Щільна неоформлена волокниста сполучна тканина. Колагенові волокна об'єднані в товсті пучки, щільно прилягають один до одного (що і робить тканину щільною), а пучки волокон орієнтовані в різних напрямках (від чого тканина є неоформленою). Із-за великого вмісту колагенових волокон виражена оксифілія міжклітинної речовини. Утворює глибокий шар шкіри (сітчастий), капсули деяких органів. Волокна розташовані строго контрольованим. напрямком волокон визначається функціональним навантаженням на ту чи іншу освіту.

Щільна волокниста оформлена сполучна тканина. Локалізується в сухожилках, зв'язках, капсулах, фасціях, фіброзних мембранах, апоневрозах. Будова: клітини фіброцити і міжклітинна речовина, яка містить колагенові волокна і аморфну речовину. Волокна мають впорядковане розташування - зібрані в пучки. Аморфна речовина представлена глікозаміногліканами та протеогліканами в невеликій кількості.

Функції власне сполучних тканин:

- Опорно-механічна (волокна).
- Регулювання обміну речовин між кров'ю і тканинами органу (основна речовина)
- Зберігання та запасання енергетичного матеріалу (жирові клітини)
- Захисна функція (плазматичні клітини, нейтрофіли, макрофаги).
- Регенерація після пошкодження органів (фібробласти)

Клітини сполучної тканини

- фібробласти
- макрофаги
- плазмоцити
- мастоцити
- адипоцити (жирові клітини)
- пігментні клітини (меланоцити)
- адвентіціальні клітини, перицити
- ретикулярні клітини
- лейкоцити крові

Диферон клітин фібробластичного ряду:

Стовбурова клітина мезенхімальної природи – напівстовбурова клітина – юний фібробласт – зрілий фібробласт – фіброцит, а також міофібробласт, фіброкласт.

Фібробласти - це рухливі клітини. В їх цитоплазмі, особливо в периферичному шарі (ектоплазмі) розташовуються мікрофіламенти, що містять білки типу актину і міозину. Рух фібробластів стає можливим тільки після їх зв'язування з опорними фібрилярними структурами за допомогою фибронектина - глікопротеїну, синтезованого фібробластами і іншими клітинами, що забезпечує адгезію клітин і неклітинних структур. Під час руху фібробласт ущільнюється, а його поверхня може збільшитися в 10 разів.

Функції фібробластів:

- Утворення основної аморфної речовини і волокон сполучної тканини.
- Формування рубцової тканини при закритті ран, утворення сполучнотканинної капсули навколо стороннього тіла.
- Синтез протеогліканів і глікопротеїнів.
- Регуляція процесів метаболізму і катаболізму міжклітинної речовини сполучної тканини.
- Проліферація і диференціювання Т і В лімфоцитів (синтезують фактор росту клітин).

Фіброцити - дефінітивні (кінцеві) форми розвитку фібробластів. Мають веретеноподібну форму, відростки. Вони містять невелику кількість органел, вакуолей, ліпідів і глікогену. Синтез колагену і інших речовин у фіброцитах різко знижений.

Фіброкласти - клітини з високою фагоцитарною і гідролітичною активністю, беруть участь у «розсмоктуванні» міжклітинної речовини в період інволюції органів (наприклад, в матці після закінчення вагітності). Мають розвинені гранулярну ендоплазматичну сітку, апарат Гольджі, відносно великі, але нечисленні мітохондрії, а також лізосоми з характерними для них гідролітичними ферментами. Виділений ними за межі клітини комплекс ферментів розщеплює цементуючу субстанцію колагенових волокон, після чого відбуваються фагоцитоз і внутрішньоклітинне перетравлювання колагену.

Макрофаги. Зазвичай макрофаги, за винятком деяких їх видів, мають одне ядро. Ядра макрофагів невеликого розміру, округлі, бобовідні або неправильної форми. Містять великі грудочки хроматину. Цитоплазма базофільна, багата на лізосоми, фагосоми (що є їх характерною ознакою) та

піноцитозні пухирці, містить помірну кількість мітохондрій, гранулярної ендоплазматичної сітки, апарату Гольджі, включення глікогену, ліпідів.

На поверхні плазмолеми є рецептори для пухлинних клітин і еритроцитів, Т- і В-лімфоцитів, антигенів, імуноглобулінів, гормонів. Наявність рецепторів до імуноглобулінів обумовлює їх участь в імунних реакціях.

Форми прояву захисної функції макрофагів:

1. поглинання і подальше розщеплення або ізоляція чужорідного матеріалу;
2. знешкодження його при безпосередньому контакті;
3. передача інформації про чужорідний матеріал імунокомпетентним клітинам, здатним його нейтралізувати;
4. надання стимулюючого впливу на інші клітинні популяції імунної системи організму.

Адиipoцити - округлі клітини з вузькою смужкою цитоплазми навколо однієї великої краплі жиру в центрі, органоїдів мало, невелике ядро, сплюснене, розташоване ексцентрично. Функція: накопичують жир про запас (висококалорійний енергетичний матеріал і вода).

Адвентиціальні клітини - малодиференційовані (резервні) клітини пухкої неоформленої волокнистої сполучної тканини, можуть диференціюватися в інші клітини, зокрема у фібробласти. Розташовуються поруч із кровоносними судинами. Мають відростки.

Перицити – розташовані в товщі базальної мембрани капілярів; регулюють їх просвіт і кровопостачання оточуючих тканин.

Меланоцити – клітини з відростками, містять включення пігменту меланіну. Походження: з клітин нервового гребеня. Функція: захист від УФ-випромінювання.

Плазматичні клітини (або плазмоцити). Ці клітини забезпечують вироблення антитіл при появі в організмі антигена. Вони утворюються в лімфоїдних органах з В-лімфоцитів. Розміри плазмоцитів коливаються від 7 до 10 мкм. Форма клітин кругла або овальна. Ядра відносно невеликі, круглої або овальної форми, розташовані ексцентрично. Хроматин у ядрі нагадує "колесо зі спицями". Цитоплазма різко базофільна, містить добре розвинену концентрично розташовану гранулярну ендоплазматичну сітку, в якій синтезуються білки (антитіла). В цитоплазмі зустрічаються тільця Русселя (скупчення синтезованого на рибосомах білка).

Мастоцити (тканинні базофіли) складають 10% від клітин пухкої неоформленої волокнистої сполучної тканини, утворюються в червоному

кістковому мозку і є аналогами базофілів крові. Клітини мають овальне ядро, цитоплазма заповнена базофільними гранулами діаметром від 0,3 до 1 мкм. Гранули містять гістамін, гепарин, серотонін.

Гранули мастоцитів при забарвленні основними барвниками мають властивість **метахромазії** - зміни кольору барвника. З органел добре розвинуті лізосоми з великою кількістю гідролітичних ферментів (протеази, гідролази та інші).

Ефекти речовин:

- 1) гістамін збільшує проникність капілярів, викликає скорочення гладких м'язів бронхів, підвищує чутливість до болю;
- 2) гепарин як антикоагулянт (зв'язує антитромбін III), зменшує проникність міжклітинної речовини пухкої неоформленої волокнистої сполучної тканини.

Дегрануляція - це процес виходу речовин (гістаміну, гепарину) з гранул мастоцитів шляхом екзоцитозу.

Лімфоцити

- Малі- 4,5-10 мкм, середні-7-10 мкм, великі 10-18 мкм. Ядро округлої або бобоподібної форми.
- НК-клітини - в цитоплазмі 20-50 азурофільних гранул д-р 0,5-2мкм. Містять перфорин (забезпечує цитотоксичну активність цих клітин). Виконують функцію кілерів, забезпечуючи протипухлинний імунітет.
- Утворюються в червоному кістковому мозку, а потім частина з них надходить в тимус, де під впливом антигенів і гормону тимозина перетворюються в ефекторні клітини, беруть участь в реакціях імунітету (Т-лімфоцити), а інша частина надходить до органів периферичної лімфоїдної системи (В-лімфоцити), де під впливом антигенів диференціюються в плазматичні клітини, які виробляють антитіла, забезпечуючи гуморальний специфічний набутий імунітет.
- Виділяють 3 типи Т-лімфоцитів: Т-кілери, Т-хелпери, Т-супресори.
- Т-кілери знищують АГ самі, Т-хелпери активують імунну реакцію за клітинним чи гуморальним типом, сприяють трансформації В-лімфоцитів у плазматичні клітини, Т-супресори блокують імунну реакцію.

Ретикулярні клітини схожі на фібробласти: великі, мають численні відростки, в центрі містять ядро округлої форми. Зв'язуються один з одним відростками.

Міжклітинна речовина сполучної тканини. Головними хімічними компонентами міжклітинної речовини сполучної тканини є вода (90%), жири, білково-полісахаридні комплекси –протеоглікани та глікозаміноглікани (гіалуронова кислота, хондроїтінсульфати А, С, В, гепарин і дерматансульфат). Глікозаміноглікани забезпечують транспорт води, солей, амінокислот і ліпідів, особливо в аваскулярних тканинах (хрящі, рогівка ока).

Колагенові волокна утворені з білка колагену. Функція: забезпечення механічної міцності пухкої волокнистої сполучної тканини.

Розрізняють **5 рівнів організації** колагенових волокон:

- 1) поліпептидний ланцюг, що складається з послідовності трьох амінокислот, дві з них - пролін або лізин і гліцин, а третя - будь-яка інша молекула;
- 2) молекула колагену: включає 3 поліпептидні ланцюга;
- 3) мікрофібрили - кілька молекул колагену, зшиті ковалентними зв'язками;
- 4) фібрила - їх утворюють кілька мікрофібрил;
- 5) волокно – складається із пучків фібрил.

Процес утворення колагенових волокон відбувається в два етапи: **внутрішньоклітинний і позаклітинний.** На першому внутрішньоклітинному етапі відбувається утворення поліпептидних ланцюжків і формування з них молекул проколагену, які виділяються шляхом екзоцитозу в міжклітинний простір. Другий - позаклітинний етап фібрилогенеза включає утворення молекул колагену, протофібрил, мікрофібрил і фібрил.

Типи колагену. Молекули колагену складаються з трьох спіральньо скручених поліпептидних α - ланцюгів, в яких переважають амінокислоти гліцин, пролін, лізин, гідрооксіпролін, гідрооксілізин. Комбінації розташування молекул в α -ланцюгах призводять до появи декількох типів колагену:

- I – пухка волокниста сполучна тканина, дентин, шкіра, сухожилля;
- II - хрящ, склоподібне тіло ока;
- III - шкіра, м'язи, кровеносні судини;
- IV - базальні мембрани;
- V - шкіра, кістки, плацента, інтерстиціальні тканини.

Еластичні волокна. Тонкі ($d = 1-3$ мкм), менш міцні ($4-6$ кг/см²), утворені з білка еластину (синтезуються у фібробластах). Не мають посмугованості, часто розгалуджуються. Вибірково добре фарбуються селективним барвником орсеїном. Будова: ззовні є мікрофібрили, що складаються з мікрофібрилярного білка, а всередині - білок еластин (до 90%); еластичні волокна добре розтягуються, після чого набувають первісну форму. **Функція:** надають сполучній тканині еластичність, здатність розтягуватися.

Ретикулярні волокна. Вважаються різновидом колагенових волокон, тобто вони є аналогічними їм за хімічним складом і по ультраструктурі, але на відміну від колагенових волокон мають менший діаметр і, сильно розгалуджуючись, утворюють тривимірну сітку. Містять колаген III типу і підвищену кількість вуглеводів. Складові компоненти синтезуються у фібробластах. Зустрічаються в невеликій кількості навколо кровоносних судин. Добре фарбуються солями срібла, тому мають іншу назву - аргірофільні волокна.

Сполучні тканини зі спеціальними властивостями:

Жирова тканина:

1) Білі адипоцити - округлі клітини з вузькою смужкою цитоплазми навколо однієї великої краплі жиру в центрі. У цитоплазмі органелів мало. Невелике сплюснене ядро розташовується ексцентрично.

Функція: накопичують жир про запас (висококалорійний енергетичний матеріал і вода).

2) Бурі адипоцити - округлі клітини з центральним розташуванням ядра. Жирові включення в цитоплазмі виявляються у вигляді численних дрібних крапель. В цитоплазмі багато мітохондрій з високою активністю, які містять залізо (надає бурий колір) окисного ферменту цитохромоксидази.

Функція: бурі адипоцити не накопичують жир, а навпаки, "спалюють" його в мітохондріях, а тепло, що звільнилося при цьому, витрачається для зігрівання крові в капілярах.

Ретикулярна тканина - складає основу кровотворних органів, в невеликій кількості знаходиться навколо кровоносних судин. Складається з ретикулярних клітин та міжклітинної речовини, яка містить основну речовину та ретикулярні волокна.

Ретикулярні клітини – великих розмірів, з відростками, оксифільною цитоплазмою, з'єднуючись між собою відростками, утворюють тривимірну сітку. Ретикулярні волокна, переплітаючись, також утворюють сітку. Ретикулярні клітини здатні до фагоцитозу, синтезують складові компоненти

ретикулярних волокон. Ретикулярна тканина регенерує за рахунок ділення ретикулярних клітин та синтезу їми міжклітинної речовини.

Функції:

- опорно-механічна (є каркасом для дозріваючих клітин крові);
- трофічна (забезпечують живлення дозріваючих клітин крові);
- фагоцитоз загиблих клітин, чужорідних частиць та антигенів;
- утворюють специфічне мікрооточення, яке визначає напрям диференціювання кровотворних клітин.

Пігментна тканина - скупчення великої кількості меланоцитів. Знаходиться в певних ділянках шкіри (навколо сосків грудних залоз), в сітчатці та радужці ока.

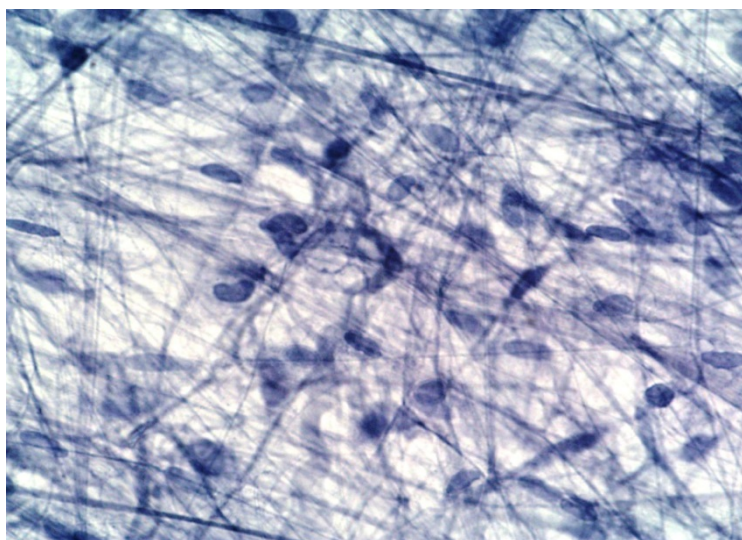
Функція: захист від надлишку світла, ультрафіолетових променів.

Слизова тканина – є тільки в ембріона (під шкірою, в пупочному канатику). В цій тканині мало клітин (мукоцитів), переважає міжклітинна речовина, а в ній - переважає аморфна речовина, багата на гіалуронову кислоту. Така особливість будови обумовлює високий тургор даної тканини.

Функція: механічний захист, перешкоджає пережаттю кровоносних судин пуповини.

ПРАКТИЧНА РОБОТА НА ЗАНЯТТІ

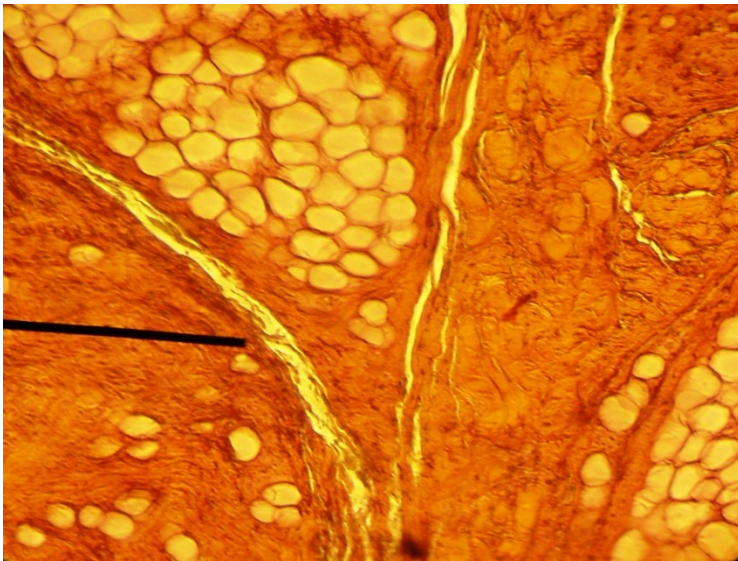
3.1 Пухка волокниста сполучна тканина .Забарвлення залізним гематоксиліном



На малому збільшенні виберіть найбільш прозору ділянку препарату, після чого роздивіться препарат на великому збільшенні. На тлі прозорої аморфної речовини видно клітини та волокна: товсті – колагенові і тонкі, прямі – еластичні. Основні клітини – фібробласти і макрофаги. Фібробласти характеризуються відростчатою формою і світлим овальним ядром. Макрофаги

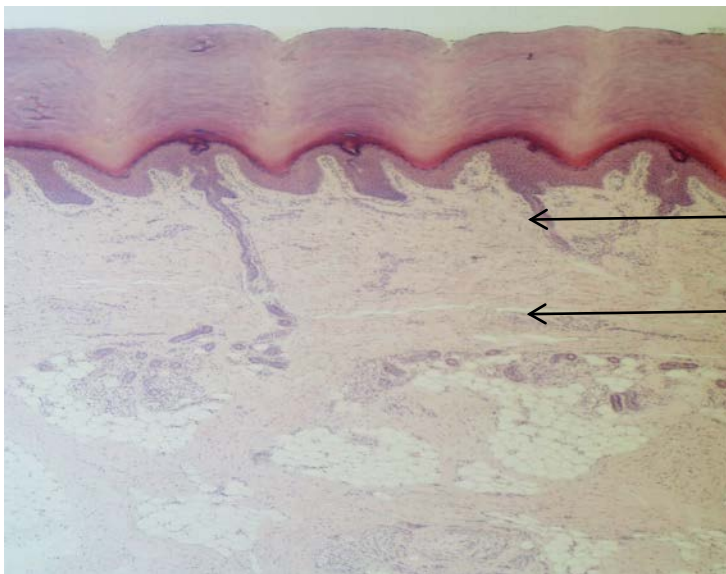
відрізняються від фібробластів більш дрібними і темними ядрами, більш темною вакуолізованою цитоплазмою з неправильним контуром. Тучні клітини розташовуються уздовж дрібних судин, відрізняються великими розмірами, круглою формою і зернистою цитоплазмою.

3.2. Щільна неоформлена волокниста сполучна тканина сітчастого шару дерми. Забарвлення по Ван-Гізону



переважають фібробласти.

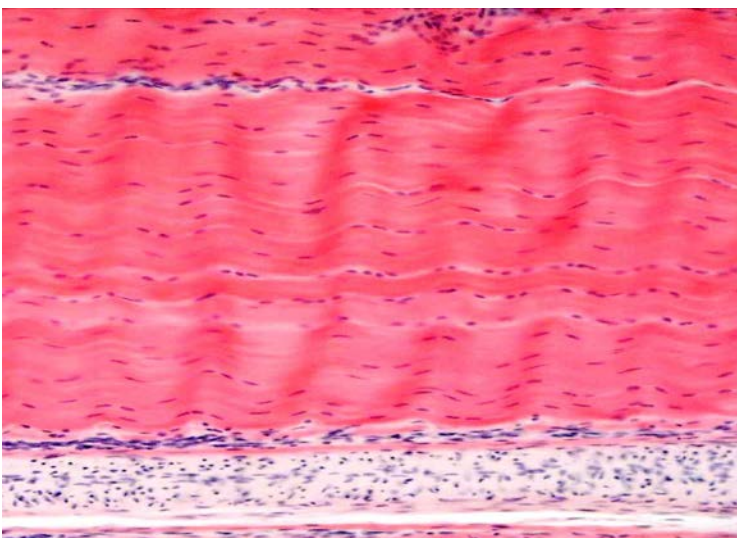
На малому збільшенні знайдіть глибокий шар зі сполучнотканинної основи шкіри (дерми), який відрізняється оксифільним забарвленням і переважанням волокон. Розгляньте ділянку цього шару (сітчастого) на великому збільшенні. Зверніть увагу на товсті пучки колагенових волокон, орієнтованих в різних напрямках, невелику кількість дрібних клітин, серед яких



Сосочковий шар

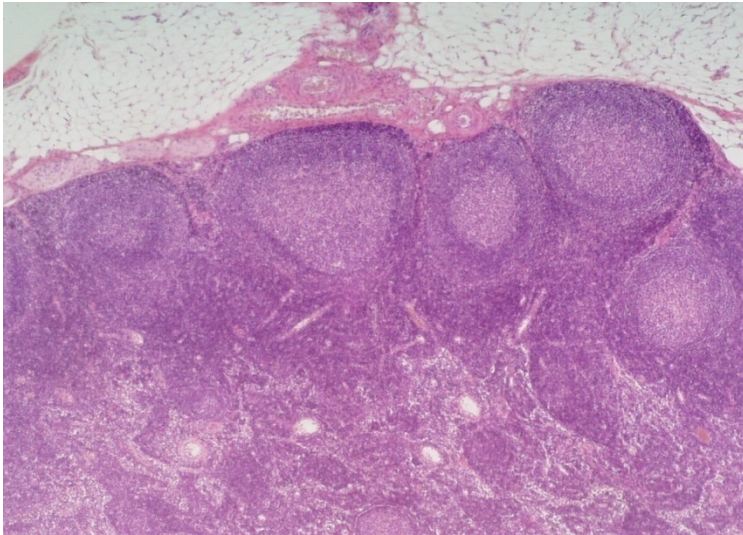
Сітчастий шар

3.3 Щільна оформлена волокниста сполучна тканина. Зріз сухожилля. Забарвлення Г+Е.

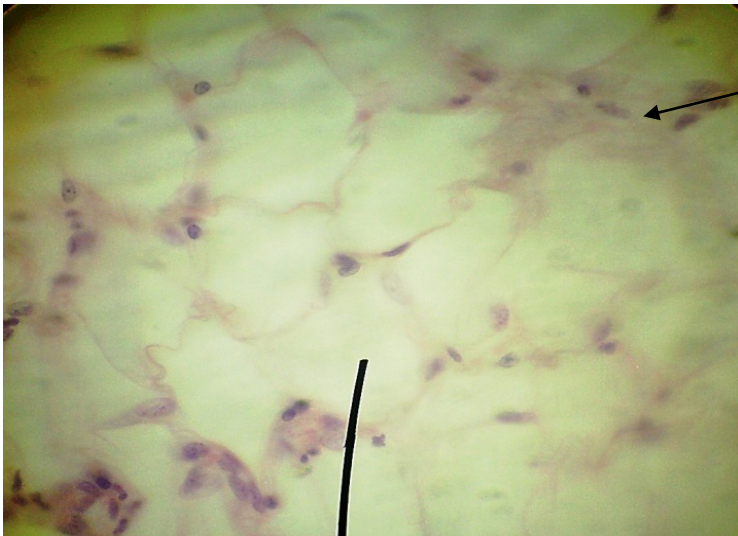


На малому збільшенні зверніть увагу на сухожильні пучки, розділені прошарками пухкої сполучної тканини – ендотенонієм, зовнішню оболонку сухожилля – перитеноній. На великому збільшенні розгляньте колагенові волокна і сухожильні клітини між ними (тендіоцити).

3.4. Ретикулярна тканина. Зріз лімфатичного вузла. Забарвлення Г+Е.

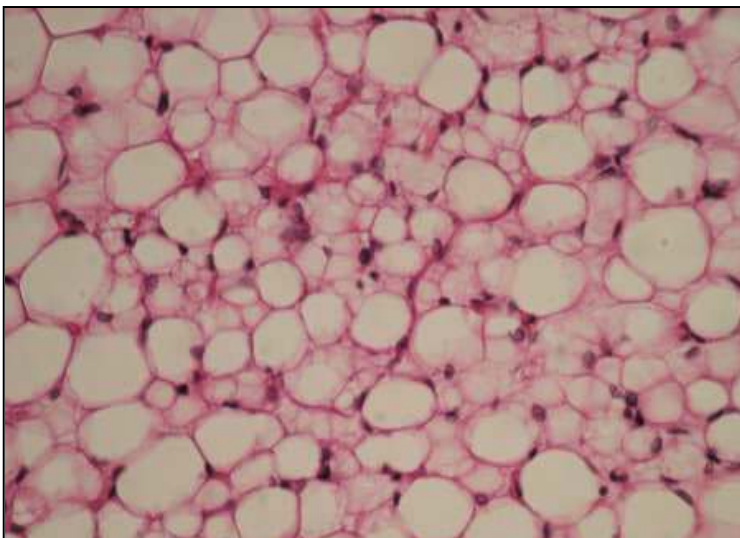


На малому збільшенні зробіть загальний огляд препарату, розгляньте світлі частини в центральній частині вузла - синуси, заповнені ретикулярною тканиною. Знайдіть відростчаті клітини, контактуючі одна з одною на кшталт мережі.



Ретикулярна клітина

3.5. Біла жирова тканина. Забарвлення Г+Е.



На малому збільшенні знайдіть жирову тканину, розташовану в глибоких частинах шкіри. Зверніть увагу на комірчасту будову жирової тканини, що є результатом екстракції жиру з адипоцитів в процесі приготування препарату. На великому збільшенні замалюйте препарат з позначенням ядер адипоцитів, жирової краплі в цитоплазмі.

Жирова тканина – це сполучна тканина зі спеціальними функціями. У людини вона присутня у двох різних формах: біла і бура. Її кількість і розподіл у кожного індивідуальні. Адипоцити можуть утворитися в будь-якій частині тіла. Проте найбільша частина жирових клітин знаходиться в підшкірній клітковині і навколо життєво важливих внутрішніх органів, в середостінні і заочеревинному просторі.

Біла жирова тканина виконує три функції: теплоізоляція, механічний захист і, найголовніше, джерело енергії. Енергетична роль так званої білої жирової тканини полягає в депонування і збереженні жирних кислот, в тому числі і есенціальних, в складі тригліцеридів, які можуть використовуватися як джерело енергії, а також як захисна оболонка внутрішніх органів та ізолятор, що попереджає втрати тепла. Ступінь ізоляції залежить від товщини цього шару.

1. САМОСТІЙНА РОБОТА.

1. Складіть таблицю функціональної характеристики клітин сполучної тканини.

2. Складіть таблицю розподілу різних типів колагену.

3. Самостійно на практичному занятті вивчіть демонстраційні препарати, що ілюструють:

а) Мастоцити. Забарвлення толуїдиновим синім. Зверніть увагу на великі розміри клітини і наявність в ній метакроматичної зернистості.

б) Плазматичні клітини в слизовій оболонці порожнини носа. Забарвлення Г+Е. Зверніть увагу на невеликі розміри клітин, ексцентрично розташоване ядро і периферичну локалізацію глибок хроматину, наявність “світлого дворика” біля ядра і виражену базofilію цитоплазми.

в) Пилові частки в макрофагах лімфатичного вузла. Забарвлення Г+Е. Розгляньте структуру клітин і характер розташування вугільного пігменту в структурах лімфатичного вузла. Раніше препарат використаний для демонстрації чужорідних включень.

г) Бура жирова тканина. Порівняйте з мікропрепаратом білої жирової тканини. Зверніть увагу на кількість, розмір і розподіл жирових вакуолей, локалізацію ядер.

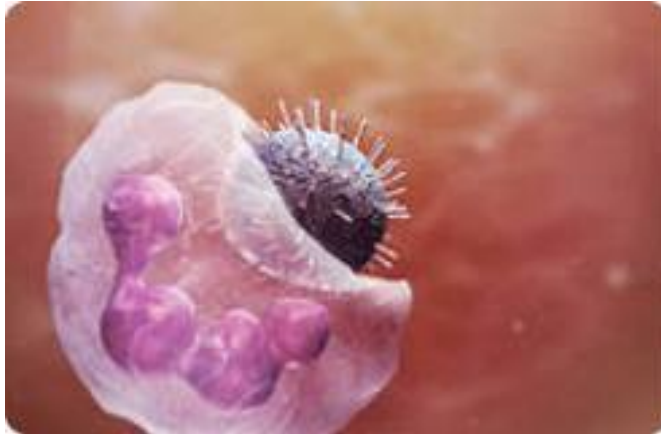
4. Складіть таблицю функціональної характеристики клітин сполучної тканини.

5. Складіть таблицю розподілу різних типів колагену.



Електронограми.

1. Ретикулярна клітина
2. Фібробласт.
3. Макрофаг.
4. Плазмоцит.
5. Колагенове волокно.



*Макрофаг, поїдаючий бактерію.
«Клітина-альтруїст»*

У 1882-1883 рр.. відомий російський зоолог І. І. Мечніков проводив свої дослідження в Італії, на березі Мессинської протоки. Вченого цікавило, чи збереглася у окремих клітин багатоклітинних організмів здатність захоплювати і перетравлювати їжу, як це роблять

одноклітинні, наприклад амеби. Адже, як правило, у багатоклітинних організмів їжа перетравлюється в травному каналі і клітини всмоктують вже готові поживні речовини. Мечніков спостерігав личинок морських зірок. Вони прозорі, і їх вміст добре видно. У цих личинок немає циркулюючої крові, але є блукаючі по всій личинці клітини. Вони захоплювали частинки введеної в личинку червоної фарби – карміну.

Але якщо ці клітини поглинають фарбу, то, може бути, вони захоплюють будь-які сторонні частинки? Дійсно, вставлені в личинку шипи троянди, були виявлені ціми клітинами, пофарбованими карміном.

Клітини були здатні захоплювати і перетравлювати будь-які чужорідні частинки, у тому числі і хвороботворних мікробів. Мечніков назвав блукаючі клітини фагоцитами (від грецьких слів phages - пожирач і kytos – клітина). А сам процес захоплення і перетравлення ними різних частинок - фагоцитозом.

5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Серов В. В. Соединительная ткань (функциональная морфология и общая патология) : монография / В. В.Серов, А. Б. Шехтер. – М. : Медицина, 1981. – 312 с.
2. Хэм А. Гистология : в 5-ти т. Т. 2 : Системы тканей / А. Хэм. – 1983. – С. 35-103.
3. Жункейра Л. К. Гистология : учеб. пособие : атлас / Л. К. Жункейра, Ж. Карнейро ; пер. с англ. под ред. В. Л. Быкова. – М. : Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2009. – 571 с.

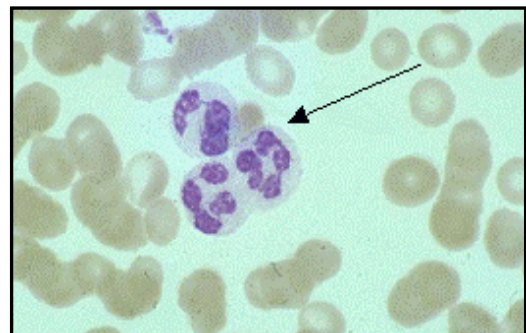
4. Кузнецов С. Л. Гистология, цитология и эмбриология : учеб. для мед. вузов / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров. – М. : МИА, 2007. – 600 с.
5. Быков В. Л. Цитология и общая гистология. Функциональная морфология клеток и тканей человека : учебник для студентов медицинских институтов / В. Л. Быков. – СПб. : СОТИС, 2002. – 520 с.
6. Хэм А. Гистология : в 5-ти т. Т. 1 : Введение. Биология клетки / А. Хэм. – 1983. – С. 61-236.
7. Ченцов Ю. С. Общая цитология (Введение в биологию клетки) : учебник / Ю. С. Ченцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство МГУ, 1995. – 384 с.
8. Гистология : учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Гэотар-Мед, 2002. – 672 с.
9. Кащенко С. А. Гистология, цитология и эмбриология. Ч. I. / С. А. Кащенко, И. В. Бобрышева. – Луганск : Изд-во Ноулидж, 2012. – 224 с.
10. Данилов Р. К. Гистология человека в мультимедиа : учеб. для студентов мед. вузов / Р. К. Данилов, А. А. Клишов Т. Г. Боровая. – СПб. : Элби-СПб, 2003. – 362 с.
11. Гарстукова Л. Г. Наглядная гистология (общая и частная) : учеб. пособие для студентов мед. вузов / Л. Г. Гарстукова, С. Л. Кузнецов, В. Г. Деревянко. – М. : МИА, 2008. – 204 с.
12. Гистология, эмбриология, цитология: учебник / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-медиа, 2012. – 800 с.

ТЕМА 3: КРОВ І ЛІМФА.

1. МЕТА ЗАНЯТТЯ І ПЛАН ВИВЧЕННЯ ТЕМИ.

Після самостійного вивчення теоретичного матеріалу теми і роботи на практичному занятті студент повинен знати:

1. Значення крові і лімфи.
2. Склад крові і лімфи, їх характеристика як тканин.
3. Класифікація формених елементів крові, їх абсолютна і відносна кількість в периферичній крові.
4. Мікроскопічна і субмікроскопічна будова, гістохімічні особливості і функції еритроцитів, різних типів лейкоцитів.
5. Приклади функцій і взаємодії клітин крові між собою та з іншими клітинами сполучної тканини.
6. Вікові особливості складу крові
7. Будова і значення мезенхіми.



2.ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ

1. Назвіть складові частини крові.
2. Охарактеризуйте основні функції крові.
3. Класифікація формених елементів крові. Назвіть клітинні і неклітинні формени елементи.
4. Показники нормальної кількості еритроцитів в периферичній крові у чоловіків і жінок.
5. Назвіть нормальну кількість кров'яних пластинок (тромбоцитів) в периферичній крові.
6. Класифікацію лейкоцитів, її принципи і види лейкоцитів.
7. Опишіть структуру і гістофізіологічні особливості еритроцитів.
8. Назвіть типи еритроцитів за формою і розмірами, охарактеризуйте їх вміст у периферичній крові.
9. Опишіть структурні і функціональні особливості нейтрофілів та еозинофілів.
10. Охарактеризуйте гістохімічні особливості і функціональне значення неспецифічних (азурофільних) і специфічних гранул нейтрофілів та еозинофілів.
11. Назвіть основні речовини (маркери) гранул еозинофілів і їх функціональне значення.
12. Опишіть цитологічні особливості базофілів, лімфоцитів і тромбоцитів.
13. Які типи лімфоцитів виділяють за морфологічними особливостями?
14. Назвіть функціональні (імунологічні) типи лімфоцитів.
15. Назвіть основні маркери (рецептори і диференціовальні антигени) різних типів лімфоцитів.
16. Цитологічна характеристика моноцитів. Їх функція.
17. Назвіть основні компоненти лімфи, її регіонарні особливості і функції.
18. Вкажіть показники гемограми у новонароджених і в різні періоди дитинства.

Період	Лейкограма					
	Еозинофіли	Нейтрофіли		лімфоцити	моноцити	Базофіли
		палочко-ядерні	сегментно-ядерні			
Новонароджений	2,2	9,1	52	31	5,8	0,6
4 тиждні	2,8	4,5	30	56	6,5	0,5
2 роки	2,6	3,0	30	59	5,0	0,5
4 роки	2,8	3,0	39	50	5,0	0,6
6 років	2,7	3,0	48	42	4,7	0,6
10 років	2,4	3,0	51	38	4,3	0,5
Дорослі	0,5-5	1-6	47-72	19-37	3-11	0-1

Система крові включає в себе **кров і органи кровотворення** - червоний кістковий мозок, тимус, селезінку, лімфатичні вузли, лімфоїдну тканину некровотворних органів.

Функції крові:

1. дихальна (транспорт кисню з легенів до всіх органів і вуглекислоти з органів в легені);
 2. трофічна (постачає органам поживні речовини);
 3. захисна (забезпечення гуморального і клітинного імунітету, згортання крові при травмах);
 4. видільна (видалення і транспортування в нирки продуктів обміну речовин);
 5. гомеостатична (підтримання сталості внутрішнього середовища організму, в тому числі імунного гомеостазу).
 6. транспорт гормонів та інших біологічно активних речовин. — Все це визначає найважливішу роль крові в організмі.
- Втрата більше 30% крові призводить до смерті. Аналіз крові в клінічній практиці є одним з основних в постановці діагнозу.

Кров складається з клітин (формених елементів) і міжклітинної речовини (плазми). Плазма (55-60%): вода - 90-93%, органічних речовин 6-9%, неорганічних - 1%; серед них: білки - 60-75 г/л, вуглеводи, ліпіди, електроліти.

Серед формених елементів крові (40-45%) розрізняють:

- білі клітини крові – лейкоцити;
- червоні клітини крові – еритроцити;
- кров'яні пластинки – тромбоцити.

Функції еритроцитів і тромбоцитів реалізуються всередині судин, а функції лейкоцитів здійснюються в основному в тканинах.

Еритроцити

Еритроцити - найчисленніші клітини крові: кількість еритроцитів в периферичній крові знаходиться в межах у чоловіків $3,9-5,5 \times 10^{12}/л$, у жінок - $3,7-4,9 \times 10^{12}/л$. Підвищення показника вище верхньої межі норми називається **еритроцитоз**, зниження нижче нижньої межі норми – **еритропенія (анемія)**. Вміст еритроцитів у новонароджених знаходиться на рівні верхньої межі норми для дорослих (близько $5 \times 10^{12}/л$), в подальшому показник знижується і до 3-6-місячного віку стає нижче нижньої межі норми дорослих - тобто, настає "фізіологічна анемія". В подальшому кількість еритроцитів у дитини поступово і повільно збільшується і досягає показника дорослих к моменту статевого дозрівання.

Форми:

- нормальна форма: двояковогнутий диск - дискоцит (80-90%),
- патологічні форми (пойкілоцити):
 - кулясті - сфероцити ($\approx 1\%$)
 - з плоскими поверхнями – планоцити
 - з випуклими поверхнями - стоматоцити ($\approx 1-3\%$)
 - з численними шипиками на поверхні - ехіноцити ($\approx 6\%$)
 - з невеликою кількістю зубчиків – акантоцити
 - двохямкові, шлемоподібної форми – шизоцити
 - серпоподібної форми – дрепаноцити
 - каплеподібної форми – дакроцити

Збільшення атипових форм еритроцитів більше 10% називається **пойкілоцитозом** і є патологічним ознакою.

Розміри. У здорової людини близько 75% еритроцитів мають діаметр 7-8 мкм (нормоцити), 12,5% - менше 7 мкм (мікроцити) і 12,5% - більше 8 мкм (макроцити). Порушення даного співвідношення по діаметру еритроцитів називається **анізоцитозом (мікроцитозом або макроцитозом)**.

Ретикулоцити - це незрілі еритроцити, що вийшли з червоного кісткового мозку; в цитоплазмі мають залишки органодів, що виявляються при фарбуванні спеціальними барвниками в вигляді зерен і ниток, які обумовлюють сітчастий малюнок. Ретикулоцити протягом 1 доби після виходу з червоного кісткового мозку дозрівають, втрачають залишки органодів і перетворюються в зрілі еритроцити. Кількість ретикулоцитів в нормі 1-5%. Збільшення показника свідчить про посилення еритроцитопоеза.

Еритроцити утворюються в червоному кістковому мозку, функціонують в кровоносних судинах, в середньому живуть близько 120 діб, старіючі і пошкоджені еритроцити руйнуються в селезінці. Залізо гемоглобіну зруйнованих еритроцитів постачається моноцитами в червоний кістковий мозок і повторно використовується в нових еритроцитах.

Будова. Ядро відсутнє. Мембрана має негативний заряд, завдяки наявності сілової кислоти в глікокаліксі, має транспортні білки, легко проникна для аніонів і погано - для катіонів (K^+ , Na^+); мембранних органел немає, з немембранних є тільки мікрофіламенти; цитоплазма в основному заповнена гемоглобіном. **Гемоглобін** - це глікопротеїн, який складається з 4 молекул білка глобіну, кожна з яких пов'язана з 1 молекулою гема; гем є похідним вітаміну B_{12} і містить двовалентне залізо; гемоглобін здатний легко зв'язувати і віддавати кисень, але легко зв'язувати і погано віддавати CO_2 і CO .

Гемоглобін плода називається гемоглобіном F (фетальний), він має більш високу здатність зв'язувати кисень у плода та новонародженого. У новонароджених кількість гемоглобіну та еритроцитів більше, ніж у дорослих. У дорослих гемоглобін називається гемоглобіном А; гемоглобін з приєднаним киснем - оксигемоглобін, гемоглобін без кисню - дезоксигемоглобін, гемоглобін з приєднаним окисом вуглецю (СО) - карбоксигемоглобін, гемоглобін з приєднаним вуглекислим газом (СО₂) - карбгемоглобін, гемоглобін з тривалентним залізом - метгемоглобін.

Функції еритроцитів:

- дихальна - перенесення кисню і вуглекислого газу;
- підтримання буферних властивостей крові (рН);
- еритроцити можуть адсорбувати на своїй поверхні різні речовини (амінокислоти, антигени, антитіла, лікарські речовини, токсини і т.д.) і транспортувати їх.

Тромбоцити

Тромбоцити (кров'яні пластинки) - це дрібні фрагменти мегакаріоцитів (перебувають в червоному кістковому мозку). Діаметр кров'яних пластинок 2-3 мкм. Живуть 9-10 днів, фагоцитуються макрофагами селезінки. У нормі вміст кров'яних пластинок $2-4 \times 10^9$ /л. Зниження показника призводить до гемофілії (кров не згортається), а підвищення - до тромбозів судин.

Функції: участь у згортанні крові та утворенні тромбів. Кров'яні пластинки містять тромбопластичні фактори згортання крові і при порушенні цілісності стінки кровоносних судин забезпечують згортання крові в пошкодженій ділянці і запобігають крововтраті. Тромбоцити здатні прикріплюватися до пошкодженої поверхні судини (адгезія) і склеюватися між собою (агрегація).

Будова. Ядро відсутнє. Містять у цитоплазмі елементи комплексу Гольджі і гладкої ЕПС, мітохондрії, рибосоми, включення глікогену, мікротрубочки, мікрофіламенти, є ферменти гліколізу, а також кілька типів гранул, які знаходяться у центрі, ця ділянка (темна) називається **грануломером**, а по периферії вільна від гранул ділянка (світла) - **гіаломер**. На мембрані містять рецептори для факторів згортання крові. Форми: юні, зрілі, старі, дегенеративні та гігантські.

Лейкоцити

За наявністю або відсутністю специфічних гранул лейкоцити поділяються на 2 групи - **гранулоцити і агранулоцити**.

Гранулоцити мають специфічні гранули. Ядра зрілих і майже зрілих гранулоцитів складаються з декількох часточок: можуть бути двочастковими, трьох- і чотирьохчастковими.

Агранулоцити не мають специфічних гранул. Ядро кругле, овальне або богоподібне.

І гранулоцити, і агранулоцити мають в цитоплазмі неспецифічні гранули, які представляють собою лізосоми, їх склад однаковий у всіх лейкоцитів. До гранулоцитів відносяться: базофіли, еозинофіли і нейтрофіли, до агранулоцитів – лімфоцити і моноцити.

Базофіли

Базофільні гранулоцити - лейкоцити з великими, нерівномірно розташованими по цитоплазмі гранулами, які фарбуються основними барвниками не в колір барвника (метахромазія). Гранули часто видно зверху, на тлі ядра. У гранулах міститься медіатор алергічних реакцій - **гістамін**, а також протизгортальна речовина - **гепарин**. Базофіли утворюються в кістковому мозку. У нормі кількість базофілів в крові становить 0-1%. Вони так само, як і нейтрофіли, знаходяться в крові близько 1-2 діб.

Функції: базофіли беруть участь в алергічних реакціях організму, виділяючи медіатор алергічних реакцій - гістамін (гістамін підвищує проникність стінок кровоносних судин, тим самим полегшує вихід інших лейкоцитів з кровоносних судин в тканини для боротьби з антигенами), антикоагуляційна (гепарин).

Будова: клітини округлої форми, в крові присутні в основному найбільш зрілі форми (сегментоядерні), що мають як правило двочасткове ядро, в їх цитоплазмі виявляються всі види органел. Метахромазія обумовлена наявністю гепарину - кислого глікозаміноглікану. Специфічні гранули базофіла повинні б фарбуватися в темно-синій колір, але фарбуються у фіолетово-пурпурний.

Властивості: вихід з крові в тканини (через 1-2 добу після виходу в кров), міграція в тканинах, здатність вивільняти вміст гранул в навколишній міжклітинний простір (дегрануляція), слабкий фагоцитоз, вивільнення біологічно активних речовин, що не входять до складу гранул, поглинання гістаміну і серотоніну з навколишніх тканин.

Еозинофіли

Еозинофільні гранулоцити - лейкоцити з великими, рівномірно розподіленими по цитоплазмі гранулами, що забарвлюються еозином. У гранулах містяться гідролітичні ферменти і гістаміназа. За структурою ядра

також зустрічаються юні, паличкоядерні і сегментоядерні еозинофіли. Кількість еозинофілів в крові 1-5%.

Функції: участь в алергічних реакціях організму шляхом фагоцитозу пов'язаних антитілами антигенів і руйнування ферментом гістаміназою надлишку гістаміну.

Будова. Клітини округлої форми, в крові присутні в основному найбільш зрілі форми (сегментоядерні), що мають, як правило, двочасткове ядро, в їх цитоплазмі крім всіх основних органел є специфічні та неспецифічні гранули. Серед гранул розрізняють азурофільні (первинні) і еозинофільні (вторинні), що є модифікованими лізосомами.

Властивості: здатні до виходу з крові в тканини і в просвіті внутрішніх органів, міграція в тканинах і на поверхні слизових оболонок внутрішніх органів, здатність вивільняти вміст гранул в навколишній простір (дегрануляція), слабкий фагоцитоз, при якому специфічні гранули можуть зливатися з лізосомами і фагосомами, але цей процес не такий активний як у нейтрофілів, еозинофіли здатні прикріплюватися до паразитів, локально вивільняти вміст гранул і вводити його в цитоплазму паразита.

Нейтрофіли

Нейтрофіли - лейкоцити з дрібними (пилоподібними), рівномірно розподіленими по цитоплазмі гранулами, що сприймають і кислі і основні барвники. Гранули є лізосомами, що містять повний набір протеолітичних ферментів. У здорової людини вміст в крові юних нейтрофілів 0-1%, паличкоядерних - 3-5%, сегментоядерних - 60-65%.

Функція нейтрофілів - захист шляхом фагоцитозу і перетравлення мікроорганізмів, сторонніх часток, продуктів розпаду тканин. Тому нейтрофіли ще називають мікрофагами.

Будова: в нормі в крові людини знаходяться нейтрофіли різного ступеня зрілості: **юні нейтрофіли** (метаміелоцити) - наймолодші, не більше 0,5%, ядро бобоподібної форми, **паличкоядерні нейтрофіли** - більш зрілі, 1-6%, ядро S-зігнуте, **сегментоядерні нейтрофіли** – найбільш зрілі, мають трьох- або чотирьохчасткове ядро.

Нейтрофіли - це клітини круглої форми, в цитоплазмі крім всіх основних органел є специфічні (первинні і вторинні), неспецифічні гранули; всередині специфічних гранул лужна або нейтральна рН, а всередині неспецифічних - кисла; специфічні гранули забарвлюються і кислими, і основними барвниками (кислий барвник - еозин забарвлює в червоний або рожевий колір, основний барвник - азур-2 - в темно-синій або фіолетовий

колір, і тому при фарбуванні азур-2-еозином за Романовським-Гімза специфічні гранули нейтрофіла виглядають буро-фіолетовими).

Властивості: вихід з крові в тканини, міграція в тканинах - спрямована міграція (хемотаксис) в осередки запалення під дією хемотаксических факторів, активація під дією бактерій, інтенсивний фагоцитоз бактерій, клітинних залишків (мікрофагоцитоз), здатність вивільняти вміст своїх гранул в навколишній простір, що призводить до загибелі навколишніх тканин і утворення гною, синтез біологічно-активних речовин при фагоцитозі.

Лімфоцити

Лімфоцити - другі за кількісним вмістом лейкоцити (20-35%). Класифікація лімфоцитів за розмірами (великі, середні, дрібні) застосовується рідко, частіше використовується функціональна класифікація: **Тимусзалежні лімфоцити** (Т-лімфоцити) складають 70-75% всіх лімфоцитів і включають наступні субпопуляції:

- **Т-кілери** - забезпечують клітинний імунітет, тобто знищують мікроорганізми, а також пухлинні клітини. Т-кілери розпізнають і контактують з антигеном за допомогою специфічних рецепторів. Після контакту Т-лімфоцити відходять від чужорідної клітини, але залишають на поверхні цієї клітини невеликий фрагмент своєї цитолемі - на цій ділянці різко підвищується проникність цитолемі чужорідної клітини для іонів натрію і вони починають надходити в клітину, згідно із законом осмосу слід за натрієм в клітину надходить і вода - в результаті чужорідна клітина розбухає і врешті-решт цитолема не витримує і розривається, клітина гине.
- **Т-хелпери** - беруть участь в гуморальному імунітеті: ідентифікують "своє" або "чуже", посилають попередній хімічний сигнал (індуктор імуногенезу) В-лімфоцитам про надходження в організм антигену, "списують" інформацію з надходження антигену і через макрофаги передають її В-лімфоцитам;
- **Т-супресори** - пригнічують надмірну проліферацію В-лімфоцитів при надходженні в організм антигену і тим самим запобігають гіперергічній реакції при імунній відповіді.

2. В-лімфоцити - вперше виявлені в сумці Фабриціуса у птахів (лімфоїдний орган) - звідси назва. Забезпечують разом з Т-хелперами, Т-супресорами і макрофагами гуморальний імунітет - після отримання від Т-хелперів індуктора імуногенезу, а від макрофагів перероблену інформацію про антиген В-лімфоцити починають проліферацію (інтенсивність поділу контролюється Т-супресорами), після чого диференціюються в плазмоцити і

починають виробляти специфічні антитіла (γ -глобуліни) проти антигена. Серед усіх лімфоцитів становлять 20-25%.

Будова. За морфологічними ознаками В- і Т-лімфоцити і їх субпопуляції розрізнити важко (практично неможливо). Всі лімфоцити мають округле, несегментоване ядро; хроматин в ядрі малих лімфоцитів (6-8 мкм) сильно конденсований, в середніх лімфоцитах (9-11 мкм) - помірно конденсований, а у великих лімфоцитів (12 і більше мкм) - слабо конденсований. Цитоплазма у вигляді вузького обідка.

Т- і В-лімфоцити диференціюють найчастіше за допомогою спеціальних імуноморфологічних методів.

Властивості: вихід з крові в тканини, міграція в тканинах - спрямована міграція в вогнище запалення, проліферація і диференціювання під впливом різних стимулів, для Т-кілерів і природних кілерів – цитотоксичність.

Функції:

- В-лімфоцити перетворюються в плазматичні клітини, які виробляють антитіла
- Т-лімфоцити: Т-хелпери - сприяють проліферації і диференціюванню В-лімфоцитів і Т-лімфоцитів (кілерів, супресорів, клітин пам'яті, природних кілерів)
- Т-кілери мають цитотоксичність, тобто вбивають чужорідні і ракові клітини, віруси, найпростіші організми.
- Т-супресори пригнічують проліферацію і диференціювання Т-кілерів, пам'яті, хелперів
- Т- клітини пам'яті зберігають інформацію про потрапляють в організм антигени
- Т-лімфоцити синтезують активні речовини, включаючи інтерферон
- Природні кілери цитотоксичні по відношенню до чужорідних і ракових клітин, вірусів.

Моноцити

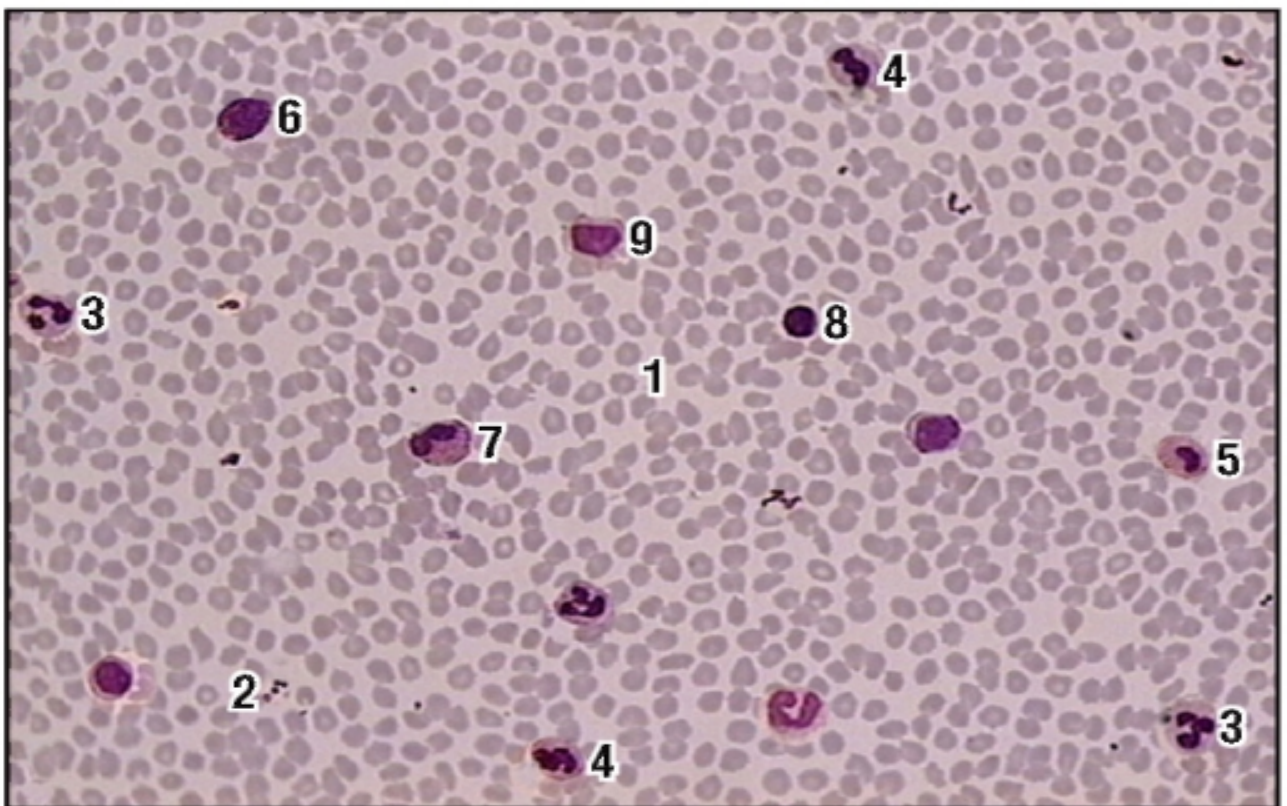
Моноцити - великі лейкоцити, діаметром 12-15 і більше мкм. Ядро несегментовано, бобоподібної або підковоподібної форми з помірно конденсованим хроматином. Цитоплазма попелясто-сірого кольору, може містити поодинокі азурофільні гранули - лізосоми. Під електронним мікроскопом добре виражені лізосоми, багато мітохондрій. Клітка активно пересувається за допомогою псевдоподій. У нормі вміст в крові 6-8%. Час перебування 36-104 години. Моноцити - це незрілі клітини, які виходять з кровоносного русла в тканини, де вони диференціюються в макрофаги.

Функції:

- захисна – здійснюється шляхом фагоцитозу і перетравлення мікроорганізмів, сторонніх часток і продуктів розпаду власних тканин. Моноцити як і всі інші лейкоцити функціонують в тканинах. Виходячи з кровоносних судин в тканині моноцити перетворюються в макрофаги (в організмі налічується до 12 різновидів макрофагів, вони складають макрофагічну систему);
- участь в гуморальному імунитеті - отримують від Т-хелперів інформацію про антиген і після переробки передають її В-лімфоцитам;
- виробляють противірусний білок інтерферон і протимікробний білок лізоцим;
- виробляють КСФ (колонієстимулюючий фактор), який регулює гранулоцитопоез.

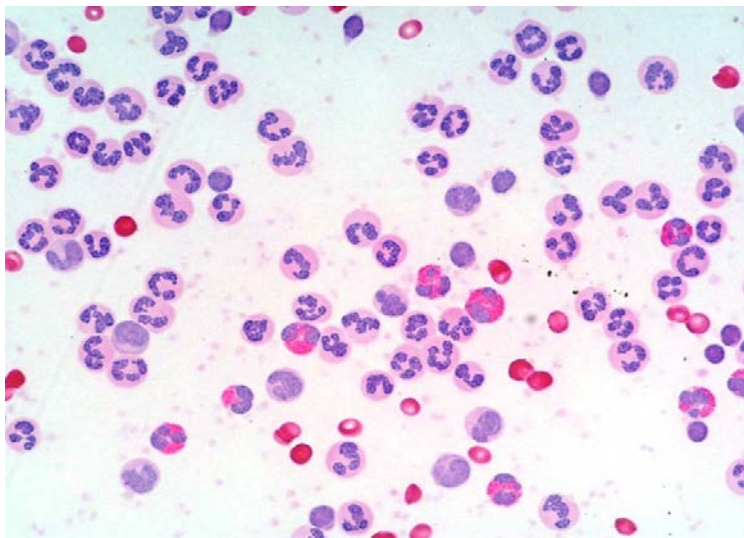
Мазок крові людини. Фарбування: азур II та еозин. Мале збільшення.

1. Еритроцит;
2. Тромбоцит;
3. Сегментоядерний нейтрофільний гранулоцит;
4. Палочкоядерний нейтрофільний гранулоцит;
5. Юний нейтрофільний гранулоцит;
6. Базофільний гранулоцит;
7. Еозинофільний гранулоцит;
8. Лімфоцит;



3. ПРАКТИЧНА РОБОТА НА ЗАНЯТТІ.

3.1. Мазок крові людини. Забарвлення за Романовським-Гімзе.



На малому збільшенні зробіть загальний огляд препарату. Потім на великому збільшенні знайдіть окремі формені елементи крові, звернувши увагу на їх цитологічні особливості. Замалюйте і позначте окремі види формених елементів.

4. САМОСТІЙНА РОБОТА.

1. При підготовці до заняття і для роботи з мазком крові САМОСТІЙНО складіть таблицю цитологічних характеристик формених елементів крові за розміром, структурою і формою ядер, структурою і забарвленням цитоплазми.

2. На практичному занятті на демонстраційному препараті розгляньте структуру різних типів лейкоцитів з використанням імерсійного об'єктиву.

3. Вивчіть електроннограми формених елементів крові.

Демонстраційні препарати.

1. Мазок крові дитини 2 років.

2. Мазок червоного кісткового мозку.

5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кузнецов С. Л. Гистология, цитология и эмбриология : учеб. для мед. вузов / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров. – М. : МИА, 2007. – 600 с.

2. Воспаление : рук-во для врачей / под ред. В. В. Серова, В. С. Паукова. - М. : Медицина, 1995. – С.100-115, 137-163.

3. Исследование системы крови в клинической практике / под ред. Г. И. Козинца, В. А. Макарова. – М. : Триада-Х, 1997. – 480 с.

4. Козинец, Г. И. Атлас клеток крови и костного мозга / Г. И. Козинец ; под ред. Г. И. Козинца. – М. : Триада-Х, 1998. – 160 с.

5. Хэм А. Гистология : в 5-ти т. Т. 2 : Системы тканей / А. Хэм. – 1983. – С. 106-151.

ТЕМА 4: КРОВ І ЛІМФА. КРОВОТВОРЕННЯ.

1.МЕТА ЗАНЯТТЯ І ПЛАН ВИВЧЕННЯ ТЕМИ.

Після самостійного вивчення теоретичного матеріалу і роботи на практичному занятті студент повинен знати:

- 1.Будова і значення мезенхіми.
- 2.Характеристика основних етапів ембріонального кровотворення.
- 3.Відділи кровотворної системи. Лінії гемопоезу.
- 4.Теорії кровотворення, їх суть. Основні положення унітарної теорії кровотворення. Поняття про стовбурову кровотворну клітину і інші класи кровотворних клітин.
- 5.Цитологічна характеристика кровотворних клітин, що морфологічно ідентифікуються. Їх основні структурні зміни під час гемопоезу.
- 6.Механізми регуляції гемопоезу.

2.ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ

- 1.Назвіть види гемопоезу.
- 2.Назвіть основні етапи ембріонального гемопоезу, терміни найбільшої гемо поетичної активності в кожному органі.
- 3.Опишіть особливості мезобластичного періоду кровотворення.
- 4.Де вперше починаються процеси гранулоцитопоезу і лімфоцитопоезу?
- 5.Охарактеризуйте особливості ембріонального кровотворення у печінці та селезінці.
- 6.Охарактеризуйте лімфо-міелоїдний період ембріонального кровотворення.
- 7.Які види гемопоезу включає мієлопоез?
- 8.Опишіть цитофізіологічні особливості стовбурової клітини.
- 9.Охарактеризуйте основні класи кровотворних клітин: стовбурові, комітовані, клітини-попередниці, кінцеві.
- 10.Дайте характеристику колонієутворюючих одиниць гемопоезу.
- 11.Назвіть морфологічно розпізнавані типи кровотворних клітин.
- 12.Опишіть основні цитологічні зміни під час еритропоезу.
- 13.Опишіть цитофізіологічні особливості різних типів бластних клітин.
- 14.Охарактеризуйте особливості поділу стовбурових, комітованих клітин і бластів.
- 15.Охарактеризуйте зміни кровотворних клітин під час гранулоцитопоезу.
- 16.Назвіть стадії моноцитопоезу і дайте цитологічну характеристику різних типів клітин.
- 17.Опишіть цитологічні зміни під час мегакаріоцитопоезу (тромбоцитопоезу).

18. У яких клітинах гранулоцитарного ряду вперше з'являється специфічна зернистість?

19. Перерахуйте клітини лімфоцитарного ряду, дайте їх цитологічну характеристику.

20. У які клітини диференціюються моноцити периферичної крові?

21. Назвіть основні механізми і чинники регуляції гемопоезу.

22. Охарактеризуйте поняття мієлограми, лімфаденограми, спленоцитограми.

Гемопоез

Гемоцитопоез – процес утворення формених елементів крові.

Розрізняють **ембріональний** (утворення крові як тканини) та **постембріональний** (процес фізіологічної регенерації крові) гемоцитопоез.

Ембріональний гемоцитопоез

У розвитку крові як тканини в ембріональний період можна виділити 3 основних етапи, які послідовно змінюють один одного:

- 1) мезобластичний** - починається розвиток клітин крові у позазародкових органах - мезенхімі стінки жовточного мішка, хоріона і алантоїса (з 3-го по 9-й тиждень розвитку зародка людини) і з'являється перша генерація стовбурових клітин крові (СКК);
- 2) печінковий** - починається в печінці з 5-6-го тижня розвитку плоду, коли печінка стає основним органом гемопоезу, в ній утворюється друга генерація СКК. Кровотворення в печінці досягає максимуму через 5 міс і завершується перед народженням. СКК печінки заселяють тимус (починаючи з 7-8-го тижня, в тимусі розвиваються Т-лімфоцити), селезінку (гемопоез починається з 12-го тижня) і лімфатичні вузли (гемопоез відзначається з 10-го тижня);
- 3) мозковий (кістковомозковий)** - поява третьої генерації СКК в кістковому мозку, де гемопоез починається з 10-го тижня і поступово наростає до народження, а після народження кістковий мозок стає центральним органом гемопоезу.

Постембріональний гемоцитопоез

Усі формені елементи крові походять зі **стовбурової кровотворної клітини (СКК)**, яка є поліпотентною і відноситься до самопідтримуючої популяції клітин. Знаходяться в червоному кістковому мозку.

Властивості СКК:

1. діляться протягом всього життя організму
2. диференціюються під впливом гемопоетичних факторів
3. можуть перетворюватися в будь-який клас клітин крові
4. мігрують з червоного кісткового мозку в кров і в інші органи
5. морфологічно не ідентифікуються

Із кожної СКК утворюються **напівстовбурові клітини-попередники** мієлопоезу і лімфопоезу (мієлоїдна чи лімфоїдна мультипотентні клітини), які мають частково обмежені властивості і дають початок вже не всім видам формених елементів крові. З клітини-попередниці мієлопоезу утворюються еритроцити, тромбоцити, гранулоцити та моноцити, а з клітини-попередниці лімфопоезу – лімфоцити.

В процесі подальшої диференціації з напівстовбурових клітин виникають **уніпотентні клітини-попередники** (III клас диференціації), які можуть розвиватися в напрямку тільки одного гістогенетичного ряду.

Наступною стадією є утворення клітин-попередників, які морфологічно розрізняються в мазках червоного кісткового мозку (бласти) і складають IV клас диференціації.

V клас диференціації – клітини, що дозрівають. Вони в процесі певних морфологічних змін перетворюються в зрілі формені елементи крові.

Гістогенетичні ряди: еритропоез, гранулоцитопоез, тромбоцитопоез, моноцитопоез, лімфопоез.

Еритропоез

СКК → мультипотентна клітина-попередник мієлопоезу → уніпотентна клітина-попередник еритропоезу → проеритробласт → базофільні еритробласти → поліхроматофільні еритробласти → оксифільні еритробласти → ретикулоцит → еритроцит

У процесі розвитку еритроцитів від проеритробласта до зрілої клітини відбуваються наступні морфологічні зміни:

1. зменшення розмірів клітини;
2. базофілія цитоплазми (обумовлена наявністю РНК у рибосомах) змінюється на поліхроматофілію, а згодом на оксифілію внаслідок збільшення вмісту синтезованого білка гемоглобіна та зменшення кількості РНК;
3. зникнення всіх органел;
4. ядро ущільнюється, виштовхується з клітини.

Гранулоцитопоез

СКК → мультипотентна клітина-попередник мієлопоезу → уніпотентна клітина-попередник гранулоцитів → мієлобласт → промієлоцит → мієлоцит → метамієлоцит (паличкоядерний нейтрофіл, базофіл, еозинофіл) → сегментоядерний гранулоцит.

Морфологічні зміни:

1. клітини зменшуються в розмірах;
2. зменшується базофілія цитоплазми;
3. ядерно-цитоплазматичне відношення зменшується (зростає об'єм цитоплазми);
4. ядро ущільнюється та змінює форму;
5. накопичується специфічна зернистість.

Тромбоцитопоез

СКК → мультипотентна клітина-попередник мієлопоезу → уніпотентна клітина-попередник тромбоцитів → мегакаріобласт → промегакаріоцит → мегакаріоцит → тромбоцит (утворюється шляхом відщеплення частини цитоплазми від мегакаріоцита).

Моноцитопоез

СКК → мультипотентна клітина-попередник мієлопоезу → уніпотентна клітина-попередник моноцитів → моноцитобласт → промоноцит → моноцит

Морфологічні зміни: збільшується об'єм цитоплазми, зменшується її базофілія, ядро набуває бобоподібної форми.

Лімфоцитопоез

СКК → мультипотентна клітина-попередник лімфоцитопоезу → уніпотентні клітини-попередниці Т-лімфоцитів та В-лімфоцитів → Т-лімфобласти та В-лімфобласти.

Т-лімфобласти мігрують в тимус, де під впливом мікрооточення та гормону лімфопоетину перетворюються в Т-лімфоцити.

В-лімфобласти залишаються в червоному кістковому мозку і перетворюються на В-лімфоцити.

Особливістю лімфоцитопоезу є можливість лімфоцитів диференціюватися у бластні форми. Із стимульованих антигеном Т-лімфоцитів через Т-лімфобласти утворюються Т-кіллери, Т-хелпери, Т-супресори та Т-клітини пам'яті. Стимульовані В-лімфоцити через Т-лімфобласти перетворюються у плазмоцити. Така форма диференціації називається антигензалежною.

3. ПРАКТИЧНА РОБОТА НА ЗАНЯТТІ.

3.1. Мазок крові людини. Забарвлення за Романовським-Гімзе.

Використовуючи препарат, з яким Ви працювали на попередньому занятті, необхідно зробити підрахунок відносної (у %) кількості лейкоцитів різного типу - лейкоцитарної формули. Використовуючи морфологічні критерії, наявні в таблиці попереднього заняття, зробіть підрахунок, дотримуючись наступних правил.

Переміщаючи мазок по зигзагоподібній лінії і роблячи інтервал між лініями перегляду в 1-2 поля зору, зробіть ідентифікацію і реєстрацію знайдених лейкоцитів в сітці, розділеній на 100 квадратів. Кожен квадрат сітки відповідає 1 лейкоциту. Таким чином, після повного заповнення сітки Ви зможете легко визначити % вміст різних типів лейкоцитів.

Для реєстрації використовуйте наступні традиційні буквені позначення: С- сегментоядерний нейтрофіл, П- паличкоядерний нейтрофіл, Е- еозинофіл, Б- базофіл, Л- лімфоцит, М- моноцит. Нормальні показники і отриманий результат внесіть до таблиці лейкоцитарної формули, яка відповідає формі бланка загального клінічного аналізу крові.

На практичному занятті вивчіть демонстраційні препарати кровотворних клітин, порівнюючи їх з ілюстраціями.

Вивчіть електронограми гемопоетичних клітин.

ГЕМОГРАМА

Гематокрит	45:55
Кількість еритроцитів в чоловіків	$3,9-5,5 \times 10^{12} / 1 \text{ л}$
Кількість еритроцитів в жінок	$3,7-4,9 \times 10^{12} / 1 \text{ л}$
Кількість ретикулоцитів	2-10 на 1 000 еритроцитів
Кількість лейкоцитів	$4-9 \times 10^9 / 1 \text{ л}$
Кількість тромбоцитів	$180-320 \times 10^9 / 1 \text{ л}$
Швидкість осідання еритроцитів	6-12 мм/год
Гемоглобін в чоловіків	130-160 гр / 1 л
Гемоглобін в жінок	120-140 гр / 1 л

5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Исследование системы крови в клинической практике / под ред. Г. И. Козинца, В. А. Макарова. – М. : Триада-Х, 1997. – 480 с.

2. Жункейра Л. К. Гистология : учеб. пособие : атлас / Л. К. Жункейра, Ж. Карнейро ; пер. с англ. под ред. В. Л. Быкова. – М. : Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2009. – 571 с.
3. Заварзин А. А. Сравнительная гистология : учебник / под ред. О. Г. Строевой – СПб. : Изд-во СПб. ун-та, 2000. – 520 с.
4. Пальцев М. А. Межклеточные взаимодействия / М. А. Пальцев, А. А. Иванов. – М. : Медицина, 1995. – 224 с.
5. Быков В. Л. Цитология и общая гистология. Функциональная морфология клеток и тканей человека : учебник для студентов медицинских институтов / В. Л. Быков. – СПб. : СОТИС, 2002. – 520 с.
6. Ченцов Ю. С. Общая цитология (Введение в биологию клетки) : учебник / Ю. С. Ченцов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство МГУ, 1995. - 384 с.
7. Гистология : учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Гэотар-Мед, 2002. – 672 с.
8. Кащенко С. А. Гистология, цитология и эмбриология. Ч. I. / С. А. Кащенко, И. В. Бобрышева. – Луганск : Изд-во Ноулидж, 2012. – 224 с.
9. Данилов Р. К. Гистология человека в мультимедиа : учеб. для студентов мед. вузов / Р. К. Данилов, А. А. Клишов Т. Г. Боровая. – СПб. : Элби-СПб, 2003. – 362 с.
10. Гарстукова Л. Г. Наглядная гистология (общая и частная) : учеб. пособие для студентов мед. вузов / Л. Г. Гарстукова, С. Л. Кузнецов, В. Г. Деревянко. – М. : МИА, 2008. – 204 с.
11. Гистология, эмбриология, цитология: учебник / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-медиа, 2012. – 800 с.
12. Гістологія з основами гістологічної техніки : навч. посібник / за ред. В. П. Пішака. - К. : Кондор, 2008. - 400 с.

ТЕМА 5: СКЕЛЕТНІ СПОЛУЧНІ ТКАНИНИ: ХРЯЦЦОВА І КІСТКОВА ТКАНИНИ. РОЗВИТОК КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ.

1.МЕТА ЗАНЯТТЯ І ПЛАН ВИВЧЕННЯ ТЕМИ.

Після самостійного вивчення теоретичного матеріалу і роботи на практичному занятті студент повинен знати:

- 1.Етапи розвитку хрящової тканини.
- 2.Види хрящової і кісткової тканин і їх локалізація в організмі.
- 3.Будова клітинних елементів і міжклітинної речовини хрящової і кісткової тканин.
- 4.Будова кістки як органу.
- 5.Особливості трофіки і іннервації хрящової і кісткової тканин.

6. Способи розвитку кісткової тканини в ембріогенезі.
7. Етапи і механізми прямого остеогенезу.
8. Етапи і механізми розвитку непрямого остеогенезу.
9. Джерела росту трубчастих кісток в довжину і ширину.
10. Процес перебудови і регенерації кісткової тканини.

2. ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ

1. Назвіть види хрящової тканини.
2. Назвіть складові компоненти хрящової тканини.
3. Назвіть шари охрястя, їх тканинний склад і функції охрястя.
4. Назвіть структурні компоненти міжклітинної речовини хрящової тканини.
5. Назвіть хімічний склад основної речовини хрящової тканини.
6. Особливості будови хондроцитів різних типів.
7. Вкажіть локалізацію різних видів хрящів в організмі.
8. Охарактеризуйте особливості міжклітинної речовини різних видів хрящів.
9. Назвіть етапи розвитку хрящової тканини.
10. Особливості будови суглобового хряща.
11. Назвіть види кісткової тканини.
12. Які види клітин входять до складу кісткової тканини?
13. Які функції виконує кісткова тканина?
14. Назвіть морфологічні особливості остеоцита, остеобласта, остеокласта.
15. Назвіть компоненти міжклітинної речовини кісткової тканини.
16. Назвіть локалізацію грубоволокнистої (ретiculoфіброзної) кісткової тканини в організмі.
17. Як побудована пластинка пластинчастої кістки?
18. Які види пластинок входять до складу пластинчастої кістки?
19. Назвіть структурні компоненти остеону.
20. Вкажіть особливості будови компактної і губчастої речовин трубчастої кістки.
21. Вкажіть структурні компоненти окістя і ендосту.
22. Назвіть морфологічні особливості будови остеобласта.
23. Яку функцію виконують остеоцити, остеобласти і остеокласти?
24. Назвіть джерела розвитку кісткової тканини.
25. Назвіть способи розвитку кісткової тканини.
26. Вкажіть стадії розвитку кісткової тканини з мезенхіми та на місці хряща в області діяфізу трубчастих кісток.
27. Вкажіть стадії утворення перихондральної кісткової тканини.
28. Назвіть стадії енхондрального утворення кісткової тканини.

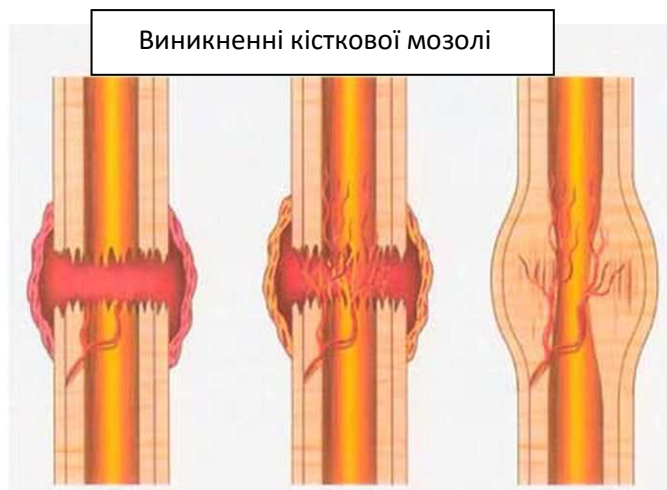
29. За рахунок яких структур здійснюється ріст кісток в довжину і ширину?

30. Охарактеризуйте гістохімічні зміни в кістковій тканині, що розвивається; процес перебудови кісткової тканини.

31. Вкажіть етапи регенерації кісткової тканини після пошкодження.

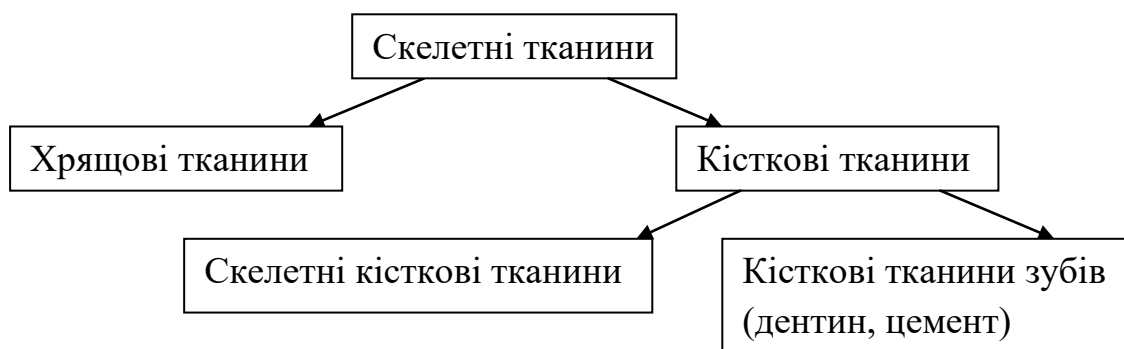
32. Вкажіть стадії окостеніння епіфізу трубчастої кістки.

33. Вкажіть відмінності перихондральної і енхондральної кісток.



Скелетні тканини – це різновид сполучних тканин, які складаються з клітин та твердої міжклітинної речовини та виконують опорно-механічну, захисну функції, беруть участь у водно-електролітному обміні в організмі.

Класифікація скелетних тканин



Порівняльна характеристика хрящової та кісткової тканини

	Хрящові тканини	Скелетні кісткові тканини
Джерело розвитку	мезенхіма	мезенхіма
Тканина оточення	Охрястя (перихондрій)	Окістя (періост ззовні, в трубчастих кістках – ендост зсередини)
Клітини	1. Хондробласти – клітини, які утворюють хрящову тканину	1. Остеобласти – клітини, які утворюють кісткову тканину
	2. Хондроцити – розташовані в хрящових заглибинах поодиночці чи групами (ізогенна група), не мають відростків	2. Остеоцити – клітини з відростками, розташовані в кісткових заглибинах поодиночці
	3. Хондрокласти – клітини, які руйнують хрящову	3. Остекласти – великі багатоядерні клітини

	тканину, з'являються тільки при її дегенеративних змінах в процесі остеогістогенезу	моноцитарного походження, які руйнують кісткову тканину
Міжклітинна речовина	Колагенових волокон менше	Колагенових волокон більше
	Наявні еластичні волокна (в еластичному хрящі)	Еластичні волокна відсутні
	Основна речовина (хрящовий матрикс) не звапнована, гідратована, щільна, відсутні каналі	Основна речовина (кістковий матрикс) звапнована, тверда, є каналі з відростками остеоцитів
Кровоносні судини	Відсутні	Є
Живлення	Дифузне за рахунок охрястя	Забезпечується через кісткові каналі, які з'єднуються з каналами, де проходять кровоносні капіляри
Ріст	1. Апозиційний 2. Інтерстиціальний	Тільки апозиційний (так як кістковий матрикс звапнований)

Локалізація різних видів хрящової тканини в організмі

Гіаліновий хрящ	Еластичний хрящ	Волокнистий хрящ
Скелет ембріону Епіфізарний хрящ Суглобовий хрящ рухомих суглобів Хрящі ребер Мечоподібний відросток груднини Хрящі носа Хрящі трахеї та головних бронхів Хрящові пластинки великих та середніх бронхів	Хрящ вушної раковини Хрящ зовнішнього слухового ходу Хрящ слухової (євстахієвої) труби Хрящ надгортанника Голосові відростки черпакуватих хрящів Ріжкуваті хрящі Клиноподібні хрящі Хрящові пластинки дрібних бронхів	Міжхребцеві диски Меніск колінного суглобу Лонний симфіз Суглобові диски скронево-нижньощелепного та груднинно-ключичного суглобів В місцях прикріплення сухожилка до кістки

Хондрогістогенез

Хрящова тканина розвивається із мезенхіми. На 5 – 6 тижні ембріонального розвитку в мезенхімі з'являються **хондрогенні островці**, яким властиві:

- щільне розташування мезенхімних клітин
- їх інтенсивна мітотична активність
- відсутність кровоносних судин (при наявності кровоносних судин в цих ділянках розвивається кісткова тканина).

Етапи диференціювання клітин та утворення хрящового матриксу:

1. Мезенхімні клітини диференціюються в **стовбурові (хондрогенні) клітини** – мають високе ядерно-цитоплазматичне відношення, органи розвинуті слабо.

2. Стівбурові клітини диференціюються в **напівстовбурові клітини (прехондробласти)**. Ці клітини втрачають відростки, збільшуються в розмірах і розташовуються щільніше одна до одної.

3. Напівстовбурові клітини диференціюються в **хондробласти**. В їх цитоплазмі накопичується глікоген, розвивається грЕПС, комплекс Гольджі, збільшується кількість мітохондрій та вільних рибосом, елементи цитоскелету, цитоплазматичні везикули та жирові включення.

4. Хондробласти синтезують **хрящовий матрикс**. У хрящі, який розвивається, клітини спочатку кількісно переважають над міжклітинною речовиною, забарвленою **оксифільно**, але в подальшому маса хрящового матриксу значно збільшується і він забарвлюється **базофільно**.

5. Хондробласти диференціюються в **хондроцити**, розташовані в заглибинах (лакунах), оточені хрящовим матриксом.

Диферон клітин хрящової тканини

Мезенхімні клітини – стовбурові (хондрогенні) клітини – напівстовбурові клітини (прехондробласти) – хондробласти - хондроцити

Охрястя (перихондрій)

Товщина приблизно 300 мкм. Має 2 шара:

1. Зовнішній, **волокнистий шар** (пухка неоформлена сполучна тканина з кровоносними судинами)

2. Внутрішній, **хондрогенний шар**, складається з хондробластів та їх попередників, колагенових волокон, які проникають в хрящовий матрикс і міцно з'єднують охрястя з хрящем.

3.

Охрястя відсутнє:

1. В ділянках, де хрящі безпосередньо зв'язані з кістками;
2. В місці переходу сухожилка в хрящ;
3. На поверхні суглобового хряща.
- 4.

Функції охрястя: трофічна, розвиток, **апозиційний ріст** та регенерація хряща.

Зони хрящової тканини

1. Зона молодого хряща – вузька зона, розташована під охрястям, з поодинокими сплющеними молодими хондроцитами та гомогенним оксифільним матриксом.

2. Зона зрілого хряща – зона з ізогенними групами хондроцитів та базифільним матриксом.

Клітини хрящової тканини

1. Хондробласти

Будова: сплющена форма, овальне ядро, базифільна цитоплазма. В цитоплазмі добре розвинуті гранулярна та агранулярна ЕПС, комплекс Гольджі, багато мітохондрій, вільних рибосом, є мікротрубочки, центріолі, включення глікогену, жиру.

Функції: синтез біополімерів хрящового матриксу, ріст хряща у товщину шляхом накладення – апозиційний ріст, регенерація хряща при його пошкодженні.

2. Хондроцити

- 10% від загальної маси хряща, розташовані в хрящових заглибинах (лакунах) поодинокі або групами.

- Групи клітин, які знаходяться в одній заглибині та утворюються в результаті поділу однієї клітини називаються **ізогенними (хондрон)**

- Розрізняють 3 типи хондроцитів (знаходяться на різних стадіях морфо-функціонального диференціювання):

1. Хондроцити I типу – молоді хрящові клітини: мають високе ядерно-цитоплазматичне відношення, велике сферичної форми ядро з одним чи двома ядерцями, розташоване в центрі клітини, добре розвинуті гранулярна ЕПС, комплекс Гольджі, багато мітохондрій, вільних рибосом, включень глікогену, жиру, високий рівень синтезу ДНК, РНК.

2. Хондроцити II типу – клітини, що розвиваються, мають нижче ядерно-цитоплазматичне відношення, на поверхні з'являються короткі мікроворсинки, добре розвинуті гранулярна ЕПС, комплекс Гольджі,

уповільнення синтезу ДНК, високий рівень синтезу РНК, синтез глікозаміногліканів та протеогліканів.

3. Хондроцити III типу – зрілі хрящові клітини, мають низьке ядерно-цитоплазматичне відношення, розвинуту гранулярну ЕПС, зменшення синтезу глікозаміногліканів, високий рівень синтезу білка та протеогліканів.

Функції: синтез біополімерів хрящового матрикса – тропоколагена, протеогліканів, глікозаміногліканів (хондроїтинсульфата, кератансульфата); забезпечують **інтерстиціальний ріст** хряща шляхом поділу молодих хондроцитів і збільшення маси синтезованого їми хрящового матриксу.

Хрящовий матрикс

Хрящовий матрикс складається з волокон (колагенових та еластичних) та основної речовини. **Волокна:**

1. Колагенові (II, IX, X, XI типи колагену). Складаються з фібрилярного білка **колагена**. Колагенові волокна ($d = 1-5$ мкм, довжина = 10-100 мкм) складаються з **колагенових волоконць (фібрил)** ($d = 30-60$ нм). Кожне колагенове волоконце складається з 5-6 **протофібрил**, які представляють собою агреговані у довжину та зв'язані поперечно водневими зв'язками молекули **тропоколагену**. Молекула тропоколагену ($d = 1,4$ нм) складається з 3-х поліпептидних ланцюгів **проколагена** довжиною 280 нм, закручених у вигляді потрійної спіралі.

2. Еластичні.

$D = 0,2-2$ мкм. Під оптичним мікроскопом вони гомогенні, не мають подвійного світлозаломлення, забарвлюються орсеїном, резорцин-фуксином. Під електронним мікроскопом еластичні волокна складаються з **аморфної частини** (білок еластин) та **мікрофібрилярної частини** (глікопротеїни – **фібрилінові волоконця** $d = 10$ нм). **Фібрилінові волоконця** розташовані навколо аморфної частини, складаються із структурних глікопротеїнів.

Основна речовина хрящової тканини. Склад:

1. Речовини, які потрапляють до хрящового матриксу з кровоносних судин охрястя: вода, солі, амінокислоти, вуглеводи, ліпіди.

2. Речовини, синтезовані хондроцитами: тропоколаген, еластин, глікозаміноглікани, протеоглікани.

3. Продукти метаболізму хондроцитів: сечовина, сечова кислота.

Структура молекули протеоглікана.

Стрижнем макромолекули протеоглікана є довга нитка **гіалуронової кислоти** (полісахарид), з якою рівномірно з інтервалом в 30 – 50 нм з'єднані приблизно 100 одиниць білково-вуглеводних комплексів у вигляді «йоржа для миття склянок». **Білковою фракцією** (8%) є молекула **зв'язуючого білка** і прикріплена до неї молекула **центрального білка**. З молекулою центрального білка зв'язані послідовно **кератансульфат**,

хондроїтинсульфат – глікозаміноглікани, які разом з гіалуроновою кислотою складають **полісахаридну фракцію** (92%) протеоглікана (рис.1).

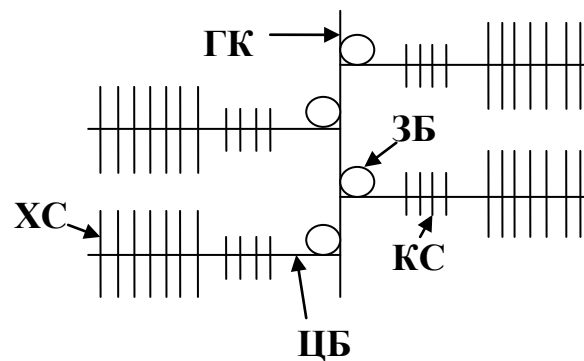


Рис. 1. Схема агрегації протеогліканів хряща. Гіалуронова кислота є основною (ГК). ЗБ - зв'язуючий білок, ЦБ – центральний білок, КС – кератансульфат, ХС – хондроїтинсульфат.

Біологічна роль протеогліканів:

- взаємодіють з молекулами тропоколагена і регулюють товщину колагенових фібрил
- зв'язують велику кількість води, що забезпечує пружність хрящової тканини, дифузію поживних речовин із капілярів охрястя до хондроцитів і зворотню дифузію продуктів метаболізму хондроцитів.

Тінкторіальні властивості основної речовини

При забарвленні гістологічних зрізів толуїдиновим синім основна речовина забарвлюється **метахроматично** у фіолетовий колір, а при забарвленні PAS-реакцією полісахариди забарвлюються в малиновий колір.

При забарвленні гематоксилін-еозином основна речовина навколо ізогенних груп клітин і поодинокі хондроцити забарвлюються інтенсивно **базофільно (територіальний матрикс)**, що пояснюється наявністю в ній сульфатованих глікозаміногліканів – хондроїтинсульфата, зв'язаного з білками.

Основна речовина, розташована навколо територіального матрикса, забарвлюється **оксифільно (міжтериторіальний матрикс)**, що пояснюється невеликим вмістом сульфатованих глікозаміногліканів.

Регуляція оновлення хрящового матриксу

Оновлення компонентів основної речовини хрящового матриксу залежить від механічних та гуморальних факторів:

- зменшення товщини суглобового хряща при **тривалому здавленні**
- **статеві гормони та соматотропний гормон** стимулюють білковий синтез в хрящовій тканині
- **глюкокортикостероїди** послаблюють синтез ГАГ, в той же час перешкоджають їх розпаду за рахунок стабілізації мембрани лізосом.

- Вітамін А в великих дозах пошкоджує мембрану лізосом, сприяє вивільненню ферментів і гідролізу компонентів хрящового матриксу.

Порівняльна характеристика різних видів хрящової тканини

Структурні компоненти	Гіаліновий хрящ	Еластичний хрящ	Волокнистий хрящ
Охрястя	+	+	-
Хондроцити			
-кількість клітин	++	+++	+
-форма клітин	овальна	овальна	сплющена
-ізогенні групи	у вигляді «вінчика»	у вигляді «стовпчиків», орієнтованих перпендикулярно охрястю	у вигляді «ланцюжків», орієнтованих паралельно пучкам колагенових волокон
-ядро	овальне або округле	овальне або округле	овальне
-цитоплазма	++	+	++
1. базофілія	++	+	+
2. глікоген	+	-	-
3. ліпіди			
Хрящовий матрикс:			
-волокна	++ (видно при поляризаційній мікроскопії)	+	+++ (видно при забарвленні Г. Е.)
1. колагенові	-	++ (видно при забарвленні осеїном)	-
2. еластичні			
-Основна речовина	+++	++	++
вода	++	+	
хондроїтинсул	+	+	+
Б-фати	+	-	-
протеоглікани			
зв'язування			

Суглобовий хрящ

Покриває суглобові поверхні кісток, утворений **гіаліновим хрящем**.
Особливості

- суглобовий хрящ міцно з'єднаний з кісткою колагеновими волокнами
- поверхня суглобового хряща не вкрита охрястям (можливий тільки інтерстиціальний ріст).

Будова. В суглобовому хрящі розрізняють 4 шари:

- **поверхневий (10%)** – найменший, має невеликі, сплюснені, витягнуті паралельно суглобовій поверхні хондроцити та тонкі колагенові волокна, мало ГАГ
- **середній (50%)** – хондроцити великих розмірів, округлі, розташовані в ізогенних групах по 2 – 3 клітини. Більше колагенових волокон, містить багато води, протеогліканів.
- **глибокий (20%)** – містить найбільшу кількість колонок хондроцитів та колагенових волокон, розташованих радіально (перпендикулярно) до суглобової поверхні.
- **шар звапнованого хряща** – зона переходу хряща в кісткову тканину.

Трофіка суглобового хряща.

Суглобовий хрящ не має кровоносних судин, отримує поживні речовини за рахунок дифузії з синовіальної рідини. Дифузія полегшується при збільшенні навантаження на суглоб. При навантаженні вода переходить із хряща в синовіальний простір. У стані спокою гідрофільні властивості протеогліканів хряща сприяють зворотній дифузії води разом з поживними речовинами до хрящової тканини.

Вікові зміни хрящової тканини

- з віком знижується мітотична активність хондроцитів (стає більше хондроцитів III типу)
- зменшується кількість хондроцитів, процеси атрофії та смерті клітин відбуваються в глибокому шарі хряща, де хондроцити знаходяться в найгірших умовах живлення
- відбувається збільшення кількості та товщини колагенових волокон
- зменшується вміст протеогліканів, концентрація в них хондроїтинсульфата та збільшується концентрація кератансульфата
- підвищується вміст білків, здатних до фіксації солей кальція, відбувається звапнення хряща
- зменшується ступінь гідратації основної речовини хрящового матрикса, погіршується процес дифузії речовин в ній, зменшується пружність хрящової тканини.

Трансплантація хрящової тканини. При трансплантації хряща відсутня реакція реципієнта на чужорідний хрящ донора. Щільний хрящовий матрикс, оточуючий хондроцити з усіх сторін, перешкоджає дифузії речовин з високою молекулярною масою (антигенів хондроцитів донора до імунологічно реактивних клітин реципієнта).

Скелетна кісткова тканина

Класифікація

- **грубоволокниста (первинна)** кісткова тканина – колагенові волокна розташовані у вигляді пучків, орієнтованих хаотично **в різних напрямках**

- **пластинчаста (вторинна)** кісткова тканина – колагенові волокна розташовані впорядковано, паралельно один одному, утворюють **кісткові пластинки**

Локалізація різних видів скелетної кісткової тканини в організмі

Грубоволокниста	Пластинчаста
<p>Кістки скелету зародка</p> <p>У дорослих:</p> <ol style="list-style-type: none"> в області швів кісток черепа в місцях прикріплення сухожилка до кістки в області регенерації кістки при переломах кістковий лабіринт внутрішнього вуха <p>При різних патологічних станах:</p> <ol style="list-style-type: none"> при ектопічному утворенні кісткової тканини хвороба Педжета (захворювання, при якому в результаті підвищеної активності остеокластів спостерігаються переломи і деформації кісток, при цьому підвищується активність остеобластів і відбувається надмірне утворення кісткової тканини) 	<p>Кістки скелету дорослих:</p> <ol style="list-style-type: none"> губчаста кісткова тканина компактна кісткова тканина

Структурні особливості кісток скелету.

В різних кістках скелету компактна (близько 80% маси скелету) і губчаста (близько 20% маси скелету) речовина представлені неоднаково. В **довгих кістках** розрізняють середню циліндричну частину – **діафіз** і два кінця – **епіфізи**, а між діалізом та епіфізом – **метафізи**.

Діафіз складається з компактної кісткової тканини з **остеонами та вставковими пластинками** між ними, обмежених ззовні тонким шаром пластинчастої кісткової тканини без остеонів – **зовнішніми обвідними пластинками**, зсередини - тонким шаром пластинчастої кісткової тканини без остеонів – **внутрішніми обвідними пластинками**.

Епіфіз складається з губчастої кісткової тканини, вкритої ззовні шаром компактної кісткової тканини без остеонів. Губчаста кісткова тканина утворена аностомозуючими між собою кістковими перекладками, між якими знаходиться кістковий мозок, де відбувається кровотворення.

Метафіз – зона переходу компактної кісткової тканини діяфіза в губчасту кісткову тканину епіфіза.

Остеон

Остеон – структурно-функціональна одиниця пластинчастої компактної кісткової тканини діяфіза трубчастих кісток, складається з концентрично розташованих **кісткових пластинок** навколо **центрального (гаверсова) каналу** з кровоносними судинами, пухкою сполучною тканиною, нервовими волокнами та остеогенними клітинами.

Колагенові волокна в кісткових пластинках розташовані паралельно один одному. Напрямок розташування колагенових волокон змінюється від однієї пластинки до іншої, що збільшує механічну міцність остеонів.

Кісткові лакуни з тілами остеоцитів розташовані між кістковими пластинками. **Кісткові каналці (Фолькмана)** з відростками остеоцитів відходять від кісткових лакун радіально в сусідні пластинки, сполучаючи між собою сусідні кісткові лакуни та центральний канал.

Остеони обмежені один від одного, а також від вставкових пластинок, **цементною лінією**, утвореною основною речовиною, товщиною 1 – 2 мкм.

Вставкові пластинки є залишками зруйнованих остеонів в процесі перебудови, реорганізації кісткової тканини.

Під час розвитку кісткової тканини спочатку відбувається синтез органічного компонента основної речовини (колагенових волокон та аморфної речовини) – утворення **остеоїда**, потім його **зв'язування** – відкладення солей неорганічних речовин (кальція, фосфора, магнія, фтора) – **мінералізація** остеоїда та перетворення його в кісткову тканину.

В процесі гістогенезу беруть участь два види клітин, **остеобласти та остеокласти**.

Диферони клітин скелетної кісткової тканини

1.

Стовбурова остеогенна мезенхімна клітина – стромальна клітина (преостеобласт) – остеобласт - остеоцит
--

2. **Стовбурова клітина гематопоезу – клітина–попередниця мієлопоезу – уніпотентна колонієформна моноцитарна клітина – монобласт – промоноцит – моноцит - **остеокласт****

Характеристика клітин скелетної кісткової тканини

Остеобласти

Будова. Остеобласти (функціонально активні) мають овальну чи призматичну форму, багато відростків, розміри 15 – 30 мкм. Ядро сферичної форми з великим ядерцем. Високе ядерно-цитоплазматичне відношення. В базofilній цитоплазмі: добре розвинуті грЕПС, комплекс Гольджі, велика кількість мітохондрій, лізосом, дрібні гранули, які містять глікозаміноглікани, матриксні пухирці з ліпідами та Ca^{2+} . Гістохімічно в цитоплазмі остеобластів виявляють глікоген, жирові включення, лужну фосфатазу.

Локалізація. На поверхні кісткової тканини, що розвивається, в остеогенному шарі окістя, в місцях регенерації кісткової тканини.

Функції.

1. Синтез та секреція органічних речовин кісткової тканини та утворення остеїда (колаген, неколагенові білки: остеонектин, остеокальцин, вібронектин; протеоглікани, глікозаміноглікани: хондроїтинсульфат, кератансульфат; глікопротеїни – сіалопротеїн).

2. Участь у звапнуванні міжклітинної речовини та перетворення остеїда у первинну кісткову тканину (в мітохондріях остеобластів утворюється фосфорнокислий кальцій $Ca_3(PO_4)_2$, який потім потрапляє в цитоплазму; остеобласти виділяють у міжклітинну речовину матриксні пухирці; остеїд мінералізується з утворенням кристалів гідроксиапатита і перетворюється на грубоволокнисту кісткову тканину.

Остеоцити.

Будова. Тіло овальної форми, розміри 15 – 30 мкм довжиною, 10 – 15 мкм шириною, мають багаточисленні розгалужені відростки. Тіла остеоцитів розташовані в **кісткових лакунах**, а їх відростки – в **кісткових каналцях**, які сполучаються між собою та з навколосудинним простором. Ядро овальної форми розташоване в центрі клітини. Цитоплазма слабобазофільна, має комплекс Гольджі, мітохондрії з іонами Ca, грЕПС і вільні рибосоми, лізосоми, кислу фосфатазу.

Сукупність кісткових лакун і анастомозуючих між собою кісткових каналців має назву **лакунарно-каналцева система**. В цій системі циркулює рідина, яка омиває поверхню остеоцитів і їх відростків, забезпечуючи дифузію метаболітів та обмін речовин в остеоцитах, обмін між кров'ю і лакунарно-каналцевою системою. Ця рідина, на відміну від плазми крові та інтерстиціальної рідини інших тканин, характеризується високим вмістом Ca^{2+} і PO_4 .

Функції.

1. Участь у підтриманні структури кісткової тканини (синтез і оновлення органічних компонентів міжклітинної речовини – білків, ГАГ).

2. Участь у резорбції та новоутворенні кісткової тканини (резорбція кісткової тканини без **остеоклазії** – без участі **остеокластів** – **периosteocитарний остеоліз**, новоутворення кісткової тканини та її відкладення по краям кісткової лакуни).

3. Участь у підтриманні мінерального гомеостазу в організмі.

Остеокласти

Будова. Овальна форма, великі розміри ($d = 100$ мкм). Багатоядерні (10 – 30 ядер). Розташовані на поверхні кісткової тканини, яка підлягає резорбції, тому остеокластам властива в будові функціональна полярність (4 зони):

- на поверхні, прилеглої до кісткової тканини, мають **гофровану облямівку**, утворену багаточисленними складками і виростами цитоплазми неправильної форми та мікрворсинками

- на периферії по периметру мають **зону герметизації** – місце щільного прилягання клітини до поверхні кістки, ізолює область контакту від оточуючої тканини

- **везикулярна зона** – зона між гофрованою облямівкою і ядрами, містить мікрорезікули, вакуолі та лізосоми

- **базальна зона** – містить ядра, багаточисельні мітохондрії, грЕПС, комплекс Гольджі.

На плазмолемі остеокластів розташовані специфічні рецептори до гормону **кальцитоніна** і білка кісткового матриксу **вібронектину**.

Функції.

1. руйнування та резорбція мінералізованого хряща в процесі розвитку кістки на місці хряща (в процесі **ендохондрального остеогенезу**)

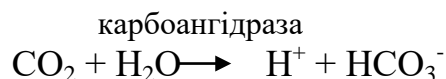
2. руйнування та резорбція кісткової тканини в процесі її перебудови під час розвитку та регенерації кістки (**остеоклазія**).

У функціональному циклі остеокласта розрізняють 2 фази:

1. Фаза синтеза (синтез лізосомальних ферментів і колагенази, лимонної та вугільної кислот, що забезпечують кисле середовище для активації протеолітичних ферментів).

2. Фаза руйнування та резорбції (вивільнення ферментів, лимонної та вугільної кислот; руйнування колагенових волокон та інших органічних компонентів міжклітинної речовини; вивільнення кристалів гідроксиапатита та інших неорганічних компонентів міжклітинної речовини; резорбція речовин, утворених в результаті руйнування органічних та неорганічних компонентів з наступним їх виведенням з клітини шляхом екзоцитоза).

В мітохондріях утворюється вуглекислий газ, який в гіялоплазмі під дією фермента карбоангідрази перетворюється у вугільну кислоту з вивільненням іонів водня, необхідного для створення кислого середовища і розчинення солей кальцію.

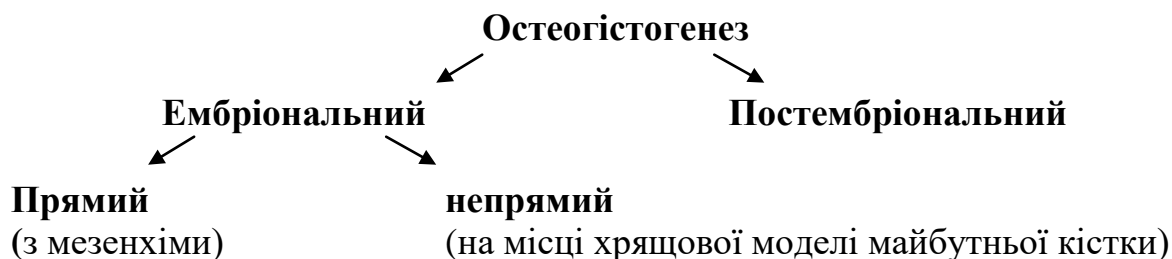


Кістковий матрикс

Складається з **колагенових волокон** та **основної речовини**. За хімічним складом в кістковому матриксі виділяють дві фракції:

1. Органічна (30%) – колагенові білки, які утворюють колаген I типу; органічні компоненти основної речовини: неколагенові білки (остеокальцін, вібронектин, морфогенетичні білки), глікозаміноглікани (хондроїтинсульфат, кератансульфат, гіалууронова кислота), глікопротеїни (остеонектин, сіалопротейн), протеоглікани (білки, з'єднані з глікозаміногліканами), ліпіди (тригліцериди, холестерол).

2. Неорганічна (70%) – солі кальцію (фосфат кальцію, бікарбонат кальцію, фтористий кальцій, лимоннокислий кальцій), солі магнію та стронцію, вода, структурована протеогліканами; а також цинк, залізо, марганець, мідь, берилій, алюміній – всього до 30 мікроелементів.



Етапи прямого остеогістогенеза

I – утворення **остеогенного зачатка** на місці майбутньої кістки – розмноження мезенхімних клітин та проростання в це місце гемокапілярів.

II – утворення **остеоїда**:

- диференціювання мезенхімних клітин в **остеобласти**
- синтез остеобластами компонентів **кісткового матриксу** – **колагена і неколагенових білків**, та виділення їх в міжклітинний простір.

III – **звাপнування (мініралізація) остеоїда і утворення грубоволокнистої кісткової тканини**:

- відкладення **кристалів гідроксиапатиту кальція** в кістковому матриксі
- диференціювання остеобластів в **остеоцити**, тіла яких «замуровуються» в **кісткових лакунах**, а їх відростки – в **кісткових канальцях**.

IV – перебудова грубоволокнистої кісткової тканини в **пластинчасту кісткову тканину**:

- руйнування, резорбція грубоволокнистої кісткової тканини остеокластами. Спочатку відбувається демінералізація ділянки кістки, потім – резорбція органічних речовин остеоїда
- новоутворення вторинної пластинчастої кісткової тканини остеобластами.

Етапи непрямого остеогістогенеза

Відбувається під час розвитку довгих та коротких трубчастих кісток, кісток основи черепа, хребців та кісток таза.

I – формування **перетинчастої основи**

II – формування **хрящової моделі** майбутньої кістки з гіалінового хряща.

III – **навколохрящове скостеніння** в області діяфіза з утворенням **навколохрящового кісткового кільця**

- посилення васкуляризації охрястя в області діяфіза
- диференціювання клітин хондрогенного шара охрястя в остеобласти
- синтез остеобластами компонентів хрящового матрикса
- диференціювання остеобластів в остеоцити
- формування кісткових перекладок, що складаються з грубоволокнистої кісткової тканини.

IV – Внутрішньохрящове скостеніння

- внаслідок порушення трофіки хрящової тканини після утворення навкологхрящового кісткового кільця відбувається альтерація, дистрофія і деструкція хондроцитів
- звапнування хряща в області діафіза
- проникнення до хрящової моделі кровоносних судин та остеогенних клітин, диференціювання їх в остеобласти
- вихід із кровоносних судин моноцитів та диференціювання їх в остеокласти
- руйнування та резорбція їми хрящової тканини
- формування остеобlastами **грубоволокнистої кісткової тканини в товщі хрящової моделі – первинного центра скостеніння (діафізарний центр скостеніння)**
- руйнування остеокlastами внутрішньохрящової кісткової тканини з утворенням **первинної кістковомозкової порожнини**
- формування остеобlastами концентричних кісткових пластинок навколо кровоносних судин, орієнтованих у повздовжньому напрямку щодо кістки – остеонів, а також зовнішніх та внутрішніх обвідних пластинок. Таким чином формується **компактна кісткова тканина діафіза**

V – Виникнення вторинного центра скостеніння (епіфізарного)

- в епіфізах після народження відбуваються ті ж самі процеси, що і при внутрішньохрящовому скостенінні в діалізі

VI – Формування епіфізарного хряща

Між епіфізом і діафізом формується хрящова пластинка, за рахунок якої відбувається ріст кістки в довжину. В епіфізарному хрящі розрізняють **5 зон:**

- 1. Зона спокою** (незміненого хряща)
- 2. Зона проліферації** – хондроцити у вигляді колонок, активно діляться і синтезують міжклітинну речовину, забезпечують ріст хрящової моделі кістки у довжину
- 3. Зона гіпертрофії** – хондроцити збільшуються в розмірах, стають круглими (**гіпертрофовані хондроцити**)
- 4. Зона звапнування** – набухання, пікноз (ущільнення) ядер, вакуолізація цитоплазми, розширення цистерн грЕПС хондроцитів (пузирчасті хондроцити). Хондроцити продукують протеоглікани, які здатні до зв'язування кальція та відкладення кристалів гідроксиапатита, а також **пухирці матриксу**, які сприяють мінералізації міжклітинної речовини.
- 5. Зона епіфізарного скостеніння**

Вікові зміни кісткової тканини

1. Період формування кісткової тканини і моделювання кісток скелету – зміни, які відбуваються в процесі остеогенеза і розвитку кісток до зникнення епіфізарного хряща і припинення росту та формування трубчастих кісток (до 25 років)

2. Період ремоделювання кісток скелета – зміни, які відбуваються в сформованій кістковій тканині скелета (після 25 років):

- загибель остеоцитів в результаті порушення їх трофіки, внаслідок чого збільшується кількість порожніх кісткових лакун (від 1% у новонароджених до 40% у 70-річному віці);

- дезорганізація міжклітинної речовини: збільшення товщини пучків колагенових волокон, поступове зменшення вмісту неорганічного компоненту (у чоловіків щорічно на 0,4% від загальної маси, у жінок після менопаузи в результаті дефіцита естрогенів щорічно на 1 – 1,5%);

- в результаті периостеоцитарного остеолізу відбувається дезорганізація міжклітинної речовини навколо кісткових лакун з їх розширенням та деформацією;

- в ендості старіючої кістки зменшується популяція остеобластів, при цьому збільшується активність остеокластів, що веде до стоншення компактної речовини і перебудови губчастої речовини кістки.

Регенерація кісткової тканини

Фізіологічна регенерація

В кістковій тканині протягом всього життя людини відбуваються взаємопротилежні та взаємопов'язані процеси руйнування старих кісткових пластинок остеонів і трабекул та заміщення їх новоутвореними з формуванням нових остеонів і трабекул.

Фізіологічна регенерація направлена на забезпечення:

- стабільності структури і нормального функціонування кісткової тканини

- стабільності хімічного складу та співвідношення Ca/P

- депонування Ca та інших мінеральних речовин

- мінерального обміну в організмі

У дорослих постійно відбувається **перебудова (ремоделювання)** кісток, швидкість відновлення кісткової тканини складає в середньому 2-5% щорічно (в дитячому віці – 30-100% у рік).

Перебудова кістки після 25 років характеризується переважанням процесів резорбції кісткової тканини над її утворенням, особливо в похилому віці. Шляхом перебудови кісткової тканини забезпечується фізіологічна регенерація кістки, оновлення її структури, а також фосфорно-кальцієвий обмін в організмі.

В перебудові кістки розрізняють 4 фази:

1. фаза активації остеобластів в області перебудови. Виділення їми ферментів, руйнуючих ендостальну мембрану на поверхні кістки, міграція остеокластів до цієї ділянки;

2. фаза резорбції кісткової тканини – активація остеокластів та руйнування їми кісткової тканини з утворенням **резорбційних заглибин (лакуни Хаушипа)**, спочатку відбувається демінералізація міжклітинної речовини, а потім – ферментативне розщеплення органічного компонента кісткової тканини;

3. фаза реверсії – фаза підготовки резорбційної заглибини до подальшого утворення остеобластами кісткової тканини, при цьому остеокласти згладжують нерівності резорбційних порожнин і виділяють цементну речовину, яка утворює **цементну лінію**, яка обмежує новоутворену кісткову тканину від сусідньої, утвореної раніше;

4. фаза формування (остеогістогенеза) характеризується активацією остеобластів, синтезуючих органічний компонент міжклітинної речовини, утворенням остеоїда і подальшою мінералізацією кісткового матрикса.

Репаративна регенерація

- новоутворення кісткової тканини в області перелома кістки.

Основні фактори, які впливають на хід репаративної регенерації та зростання кісткових відламків:

1. репозиція (зіставлення) відламків кістки.

2. забезпечення нерухомості (іммобілізація) зіставлених кісткових відламків.

3. збереження окістя – джерела кровопостачання кістки та остеобластів.

При репозиції відламків шляхом остеосинтеза та іммобілізації, а також в умовах задовільного кровопостачання зрощення перелома кістки відбувається без утворення **кісткової мозолі**.

При відсутності оптимального зіставлення відламків, іммобілізації та в умовах недостатнього кровопостачання області перелома зрощення кістки відбувається з формуванням кісткової мозолі.

Фактори, які впливають на ріст і структуру кістки

1. Гуморальні фактори

- **Соматотропний гормон (СТГ, гормон росту)** гіпофіза – анаболічний гормон, стимулюючий ріст всіх тканин, здійснює стимулюючий вплив на остеобласти, ендохондральний остеогістогенез за допомогою **соматомеднів – інсуліноподібних факторів роста (IGF-I, IGF-II)**, які синтезує печінка.

Недостатність або відсутність СТГ призводить до гіпофізарного нанізму, внаслідок зупинки проліферації клітин епіфізарного хряща.

Посилення функції гіпофіза і збільшення синтеза СТГ у дітей призводить до гігантизму, а у дорослих – до акромегалії.

- **Адренкортикотропний гормон (АКТГ)** гіпофіза впливає протилежним чином

- **Тиреоїдні гормони (Т₃, Т₄)** – йодовмісні гормони щитоподібної залози, посилюють обмінні процеси в клітинах, синтез білків та споживання кисня, стимулюють проліферацію хондроцитів епіфізарного хряща, остеогістогенез, заплунування та васкуляризацію кісткової тканини.

Гіпертиреоз посилює резорбцію кісткової тканини, що призводить до гіперкальціємії (збільшення рівня кальція в крові) та остеопорозу (розрідження, зменшення маси кісткової тканини). При гіпотиреозі спостерігається пригнічення проліферації хондроцитів епіфізарного хряща.

- **Кальцитонін** стимулює проліферацію остеобластів, їх функціональну активність, стимулює остеогенез і мінералізацію кісткової тканини, призводить до зменшення кількості остеокластів, зниження їх активності, резорбції кістки. Крім того, кальцитонін зменшує реабсорбцію кальція, фосфатів та натрія в каналцях нирки, вміст кальція в крові.

- **Паратгормон** – інгібітор дії остеобластів (знижує синтез РНК, колагена, ГАГ), інгібує утворення кісткової тканини. Посилює остеоцитарний остеоліз. Призводить до збільшення кількості остеокластів, посилення синтезу та секреції протеолітичних ферментів остеокластами, резорбції їми кісткового матриксу та демінералізації, що в цілому сприяє підвищенню концентрації кальція в крові.

При гіперпаратиреозі посилюється резорбція кістки остеокластами, порушується метаболізм кісток, рентгенологічно виявляється генералізований остеопороз, а в крові – гіперкальціємія.

- **Кальцитріол** – утворюється в нирках з вітаміна D, який потрапляє в організм з харчовими продуктами, всмоктується в кишківнику, а також синтезується в шкірі під впливом ультрафіолетових променів. Синтез кальцитріола в нирках стимулюється дією паратгормона. Кальцитріол стимулює всмоктування кальція та фосфата в кишківнику, синтез остеобластами остеокальцина, викликає збільшення кількості та активності остеокластів.

*При недостатності вітаміна D спостерігається **остеоцитарний остеоліз**, пригнічення мінералізації, розм'якшення та деформація кісток – **остеомаляція при рахіті**.*

- **Трансформуючий фактор росту β (ТФР β)** – білок, синтезований остеобластами, сприяє диференціюванню остеогенних клітин в остеобласти та активує діяльність останніх.

- **Кісткові морфогенетичні білки (КМБ)** – стимулюють синтез та секрецію остеобластами макромолекул кісткового матрикса, зокрема **остеогенін**, є індуктором остеогенеза.

- **Лімфотоксин** – виробляється зміненими плазматичними (мієломними) клітинами кісткового мозку, здійснює стимулюючий вплив на остеокласти, в результаті чого спостерігається **вогнищева резорбція** (рентгенологічно вогнищевий остеопороз) кісткової тканини (**мієломна хвороба**).

2. **Вітамін С** впливає на метаболічну активність остеобластів (зокрема на гідроксильовання проліна). При дефіциті вітаміна С формуються слабо гідроксильовані про- α -ланцюги, нездатні утворювати потрібні спіралі і колагенові фібрили, в результаті даного дефекта синтеза колагенових волокон виникають дефекти кісток, зубів, порушення регенерації при пошкодженні і переломах кісток.

3. Фізичні фактори

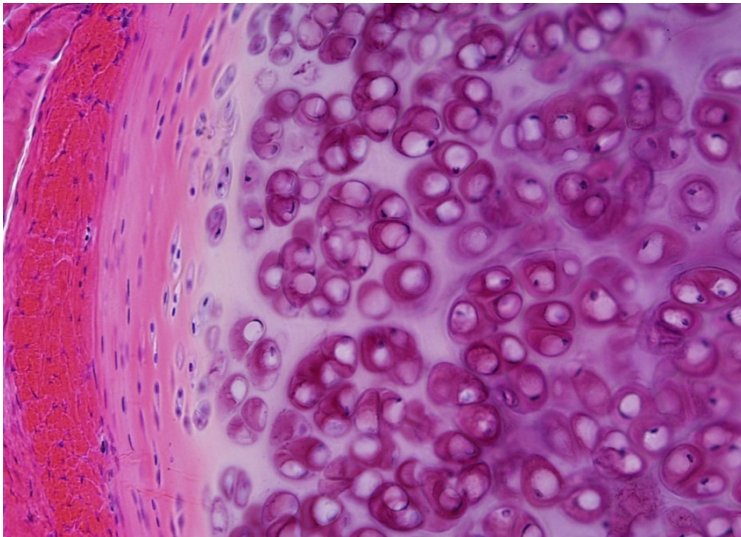
- **Імобілізація.** При тривалій імобілізації відбувається активація остеобластів та резорбція кісткової тканини.

- **П'єзоелектричний ефект** – електричний потенціал, виникаючий в кісткових пластинках при дії на кістку деформуючих сил, впливає на функціональну активність остеобластів та остеокластів.

На кістковій пластинці при згинах виникає різниця потенціалів між випуклою (заряджається позитивно) та вогнутою (заряджається негативно) сторонами. В позитивно зарядженій стороні активуються остеокласти, а на негативно зарядженій – остеобласти.

3. ПРАКТИЧНА РОБОТА НА ЗАНЯТТІ.

3.1. Гіаліновий хрящ. Зріз ребра. Забарвлення Г+Е.



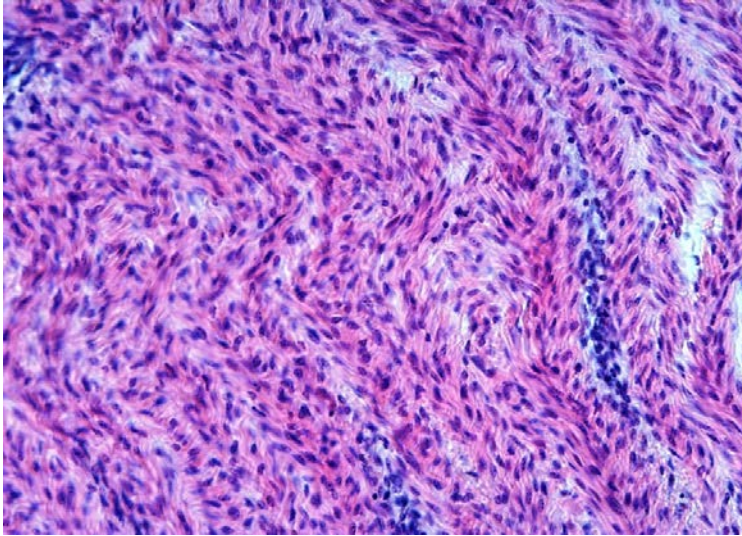
На малому збільшенні розгляньте препарат, знайдіть охрястя, поверхневу, проміжну і глибоку зони хряща. На великому збільшенні розгляньте будову хрящових клітин в різних зонах, ізогенні групи, міжклітинну речовину, замалюйте та позначте названі структури.

3.2. Еластичний хрящ вушної раковини. Забарвлення орсеїном.



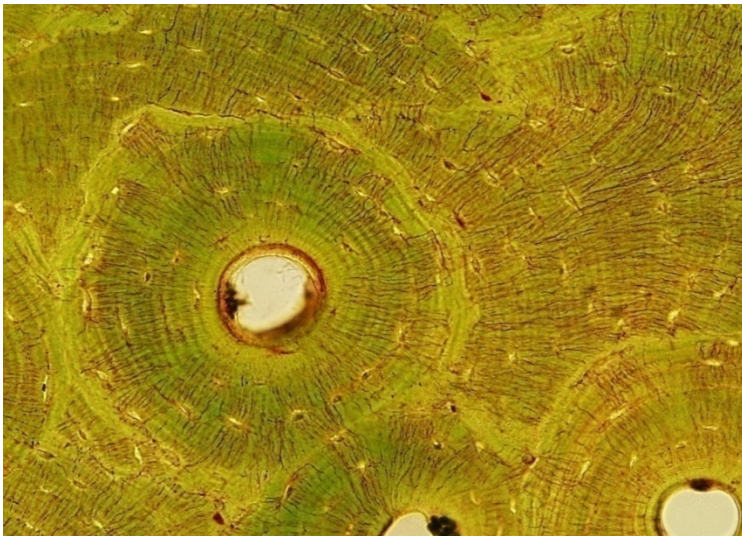
На малому збільшенні розгляньте загальну структуру хряща, звернувши увагу на забарвлення препарату, на елективне виявлення еластичних волокон в міжклітинній речовині хряща. На великому збільшенні вивчіть особливості зон еластичного хряща, його ізогенні групи, еластичні волокна.

3.3 Волокнистий хрящ міжхребцевого диска. Забарвлення Г+Е.



У волокнистому хрящі видно пучки колагенових волокон і ланцюжки хондроцитів між ними.

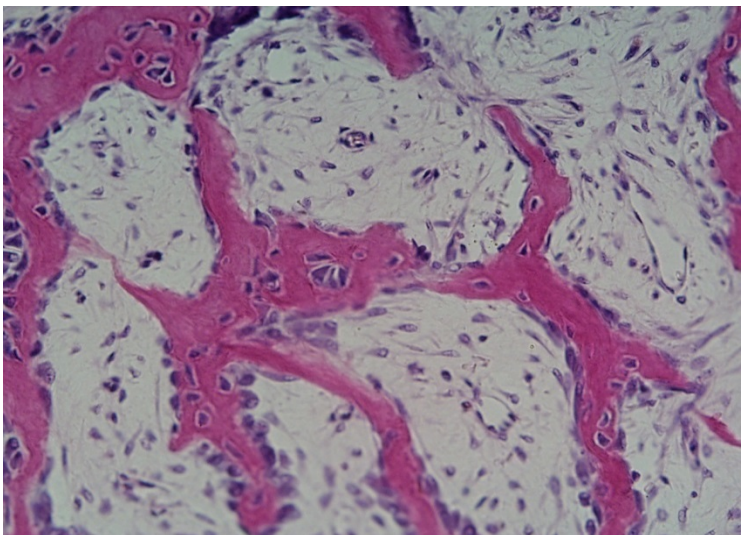
3.4. Пластинчаста кісткова тканина. Зріз декальцинованої кістки. Забарвлення тионіном і пікриновою кислотою за Шморлем.



На малому збільшенні знайдіть окістя, що має коричневий колір, зріз кістки зеленого кольору; правильно зорієнтуйте препарат так, щоб окістя було у верхній частині поля зору. На великому збільшенні вивчіть будову різних пластинок кістки: генеральних, остеона, вставних, будову і розташування остеоцитів, топографію і будову гаверсових і фолькманових

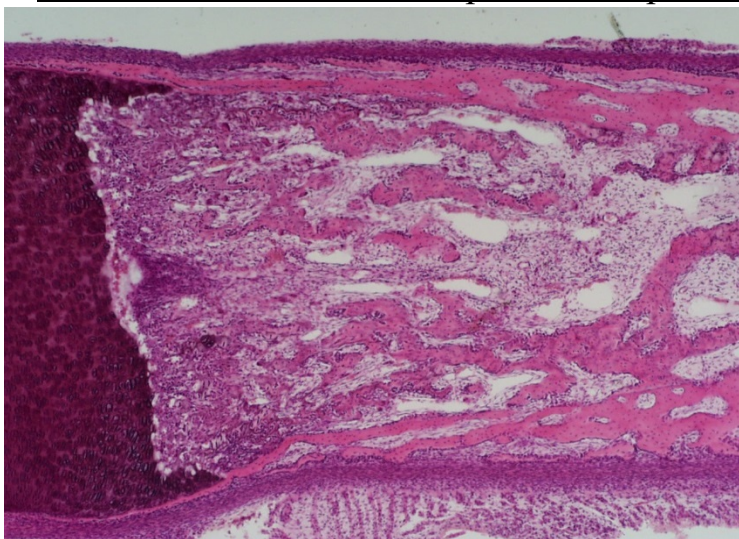
(пронизуючих) каналів.

3.5. Розвиток кісткової тканини з мезенхіми (прямий остеогенез). Зріз щелепи зародка. Забарвлення Г+Е.



На малому збільшенні знайдіть на препараті мезенхіму, що складається з дрібних, зірчастих, безладно розташованих клітин і кісткові балки, забарвлені еозином в рожевий колір. На великому збільшенні знайдіть кісткову балку, вивчіть клітини кісткової тканини, що утворюються, мезенхіму і розташовані в останній кровоносні судини.

3.6.Розвиток кісткової тканини на місці хряща (непрямий остеогенез).Зріз великогомілкової кістки зародка. Забарвлення Г+Е.



На препараті знайдіть зону діяфіза хрящової закладки трубчатої кістки . В цій зоні під охрястям видно перихондральне кісткове кільце. Міжклітинна речовина в ній гомогенно забарвлена у рожевий колір, а остеобласти і ядра остеоцитів- базофільні . На межі з епіфізом є зона резорбції хряща. Зневапнений хрящ руйнується і заміщується кістковою тканиною. Далі слідує зона

гіпертрофії в якій хондроцити мають вигляд прозорих пухирців. За ній слідує зона проліферації, в якій хондроцити розташовуються один за одним у вигляді монетних стовпчиків .Більша частина епіфізу зайнята зоною незміненого (резервного) гіалінового хряща.

4.САМОСТІЙНА РОБОТА.

1.Вивчіть електронограми остеобласта і остеоцита, відзначте ультрамікроскопічні особливості будови цих клітин, співставте їх функції.

Демонстраційні препарати.

- 1.Волокнистий хрящ міжхребцевого диска.
2. Поздовжній зріз пластинчастої кістки.

5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Некачалов В. В. Патология костей и суставов : руководство / В. В. Некачалов. - С.Пб. : СОТИС, 2000. - С. 36-79.
2. Хрящ : монография / В. Н. Павлова [и др.]. - М. : Медицина, 1988. - 210 с.
3. Хэм А. Гистология : в 5-ти т. Т. 3 : Системы тканей : продолжение / А. Хэм. – 1983. –С. 9-18.
4. Кузнецов С. Л. Гистология, цитология и эмбриология : учеб. для мед. вузов / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров. – М. : МИА, 2007. – 600 с.
5. Гистология : учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Чельшева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Гэотар-Мед, 2002. – 672 с.
6. Кащенко С. А. Гистология, цитология и эмбриология. Ч. I. / С. А. Кащенко, И. В. Бобрышева. – Луганск : Изд-во Ноулидж, 2012. – 224 с.

7. Данилов Р. К. Гистология человека в мультимедиа : учеб. для студентов мед. вузов / Р. К. Данилов, А. А. Клишов Т. Г. Боровая. – СПб. : Элби-СПб, 2003. – 362 с.

8. Гарстукова Л. Г. Наглядная гистология (общая и частная) : учеб. пособие для студентов мед. вузов / Л. Г. Гарстукова, С. Л. Кузнецов, В. Г. Деревянко. – М. : МИА, 2008. – 204 с.

9. Гистология, эмбриология, цитология: учебник / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-медиа, 2012. – 800 с.

10. Гістологія з основами гістологічної техніки : навч. посібник / за ред. В. П. Пішака. – К. : Кондор, 2008. – 400 с.

11. Ковешников В. Г. Скелетные ткани: хрящевая ткань, костная ткань / В. Г. Ковешников, М. Х. Абакаров, В. И. Лузин. – Луганск : Изд-во Луганского госмедуниверситета, 2000. – 154 с.

ТЕМА 6: М'ЯЗОВА ТКАНИНА.

1.МЕТА ЗАНЯТТЯ І ПЛАН ВИВЧЕННЯ ТЕМИ.

Після самостійного вивчення теоретичного матеріалу і роботи на практичному занятті студент повинен знати:

1. Класифікація і загальна характеристика м'язових тканин.
2. Джерела розвитку і гістогенез м'язових тканин.
3. Особливості будови і скоротливої функції гладкого міоциту.
4. Особливості будови поперечно-посмугованого скелетного м'язового волокна.
5. Будова скелетного м'яза як органу.
6. Будова і фізіологічні особливості серцевої м'язової тканини.
7. Механізми скорочення поперечно-посмугованої м'язової тканини.
8. Регенераційні властивості м'язових тканин.

2.ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ

1. Перерахуйте джерела розвитку м'язових тканин.
2. Класифікація м'язових тканин.
3. Назвіть структурні одиниці кожного виду м'язової тканини.
4. Назвіть структури, що відносяться до опорного, трофічного, скоротливого апаратів скелетного м'язового волокна.
5. Перерахуйте електронікроскопічні структури міофібрили.
6. Які ділянки міофібрили зумовлюють її поперечну посмугованість?
7. Опишіть структуру саркомеру.
8. Дайте ультрамікроскопічну характеристику А- та І-дискам.
9. Назвіть гістофізіологічні типи скелетних м'язових волокон і охарактеризуйте їх особливості.
10. Назвіть структури гладкого міоциту.

11. Назвіть способи міжклітинних контактів в гладкому м'язі.
12. Охарактеризуйте механізм скорочення скелетного м'язового волокна.
13. Охарактеризуйте механізм скорочення гладкого міоциту.
14. Опишіть структуру скоротливих кардіоміоцитів.
15. Які структурно-функціональні особливості мають провідні (атипові) кардіоміоцити?
16. Назвіть основні етапи гістогенезу скелетної м'язової тканини.
17. Опишіть гістогенез серцевої м'язової тканини.
18. Охарактеризуйте зв'язок м'язів зі сухожилком.
19. Опишіть будову скелетного м'яза як органу.
20. Охарактеризуйте регенераторні властивості різних типів м'язової тканини.

М'язові тканини

М'язові тканини – група тканин різного походження і будови, об'єднаних спільною ознакою – здатністю до скорочення.

Класифікація

- **Морфофункціональна:**

1. **Посмугована м'язова тканина** – утворена структурними елементами (клітинами, волокнами), які мають поперечну посмугованість внаслідок особливого упорядкованого взаєморозташування актинових і міозинових міофіламентів. Два типи: **посмугована скелетна м'язова тканина** (соматична), **посмугована серцева м'язова тканина** (целомічна).

2. **гладка м'язова тканина** – складається з клітин, які не мають поперечної посмугованості. Входять до складу різних внутрішніх органів (бронхи, шлунок, тонка і товста кишка, матка, маточні труби, сечівник, сечовий міхур, судини).

- **Гістогенетична**

1. **Соматичний** тип – розвивається з міотомів сомітів, утворює скелетну мускулатуру, є посмугованою.

2. **Целомічний** тип – з міоепікардіальної пластинки вісцерального листка спланхнотомы, утворює серцевий м'яз (міокард), є посмугованою.

3. **Мезенхімальний** тип – розвивається із мезенхіми, утворює мускулатуру внутрішніх органів та судин (гладка м'язова тканина).

4. **Міоепітеліальні клітини** – видозмінені епітеліоцити деяких залоз (слинні, молочні), розвиваються з ектодерми та прехордальної пластинки.

5. **Міонейральні клітини** – мають нейральне походження, утворюють м'язи райдужки. Останні два типи відносять до гладкої м'язової тканини.

Посмугована скелетна м'язова тканина

Окрім м'язів, забезпечуючих переміщення тіла і його частин у просторі (локомоторний апарат), утворює м'язи, рухаючі око, м'язи стінки ротової порожнини, язика, глотки, гортані, верхньої третини стравоходу.

Міогістогенез

- **Утворення міосимпласту.** Міогенні клітини (**клітини-попередниці міоцитогенезу**) мігрують в область розташування майбутніх м'язів (**пром'ябласти**) та активно діляться (**міобласти**). Коли ділення закінчується, міобласти розташовуються у вигляді ланцюжка, зливаються один з одним в області кінців і утворюють симпластичну структуру - **м'язову трубочку (міотубула)**.

- **Диференціювання м'язових трубочок в м'язові волокна.** Збільшується кількість міофібрил, які поступово займають центральну частину симпласта, витісняючи ядра на периферію, збільшується кількість мітохондрій, формуються елементи саркоплазматичної сітки, редукуються центріолі. Міосимпласти починають взаємодіяти з аксонами мотонейронів, що сприяє їх подальшому росту та розвитку.

Посмуговане скелетне м'язове волокно – структурно-функціональна одиниця скелетної м'язової тканини.

- **циліндрична структура** діаметром 10 – 100 мкм, довжиною до 10 – 30 см. Складається з **міосимпласту** та **міосателітоцитів**. Ззовні сарколема вкрита товстою базальною мембраною.

- **посмугованість** зумовлена чергуванням темних **А-дисків** (анізотропні, мають подвійне світлозаломлення у поляризованому світлі) та світлих **І-дисків** (ізотропні). Кожний диск І ділиться навпіл тонкою **Z-лінією (телофрагма)** (з німецької – Zwischenscheibe – проміжний диск). В середині А-диска помітна світла зона – **смужка Н** (з німецької мови – helle – світлий), через центр якої проходить **М-лінія – мезофрагма**.

- **міосимпласт** має **ядра** (від декількох сотен до декількох тисяч), розташованих по периферії під сарколемою, та **саркоплазму**. Ядра світлі, мають 1-2 ядерця, овальні, сплюснені, довжиною 10 – 20 мкм. Саркоплазма містить всі органи загалом (крім центріолей) та спеціального призначення, а також включення.

- **скоротливий апарат міосимпласту.** Складається з **міофібрил**, які розташовані уздовж саркоплазми та розділені рядом мітохондрій та аЕПС.

Структурно-функціональною одиницею міофібрили є саркомер (міомер) – ділянка міофібрили між двома Z-лініями. Саркомер складається з товстих (в А-диску) та тонких (в І-диску) м'язових ниток (міофіламентів).

Товсті міофіламенти утворені молекулами фібрилярного білка **міозина**. Молекула міозина має дві фракції – 1) **легкий мероміозин** (основа молекули) та 2) **важкий мероміозин** – ділянка з головками, зв'язаних з основою. В місці їх сполучення та в місці прикріплення головок молекула може згинатися, як на шарнірах. Молекули міозину зібрані в пучки, основи яких з'єднані дзеркально в області М-лінії, утворюючи гладку центральну частину.

Тонкі міофіламенти утворені молекулами глобулярного білка **актина** (20%), та двох регуляторних білків **тропоніна (глобулярний)** та **тропоміозина (фібрилярний)**. Активні центри глобулярного білка актина у спокої закриті молекулами білків тропоніна і тропоміозина. У спокої (при низькій концентрації іонів Ca^{2+}) у розслабленій міофібрилі головки міозина не можуть взаємодіяти з активними центрами актину, так як вони прикриті тропонін-тропоміозиновим комплексом.

Механізм м'язового скорочення.

М'язове скорочення ініціюється різким зростанням концентрації іонів Ca^{2+} . Ca^{2+} з'єднується з тропоніном, при цьому молекула тропоміозину зміщується і голівки міозину з'єднуються з активними центрами актину. Під впливом актиноміозинового комплексу АТФ гідролізується до АДФ та неорганічного фосфату, це викликає зміщення кута нахилу голівки міозину до 40° та зміщення тонких філаментів до центра саркомера. При зв'язуванні голівки міозину з новою молекулою АТФ міозин від'єднується від актину, голівка міозину повертається у висхідне положення та може приєднатися до наступного активного центра актина.

Розслаблення викликається зниженням концентрації Ca^{2+} поблизу саркомера. Ca^{2+} від'єднується від тропоніну, тропоміозин закриває активні центри актину.

У м'язах трупа АТФ відсутня, тому міозинові містки не можуть від'єднатися від актину, виникає «трупне залякання».

• **Апарат передачі збудження (саркотубулярна система).** Складається з **саркоплазматичної сітки** та **Т-трубочок**. Т-трубочки - вп'ячування плазмолем, відходять перпендикулярно від неї. Саркоплазматична сітка у вигляді трубочок супроводжує кожний саркомер міофібрили, формує **кінцеві цистерни**, між якими розташована одна Т-трубочка – **тріаду**. Саркоплазматична сітка депонує та виділяє іони Са. Хвиля деполяризації розповсюджується з плазмолем по Т-трубочкам на мембрану саркоплазматичної сітки, що викликає збільшення її проникливості та

виділення з термінальних цистерн Ca. Секвестрація іонів Ca (зворотній активний захват) відбувається за участю Ca-насосів (Ca-залежна АТФ-аза).

- **Опорний апарат.** **Телофрагма** – область прикріплення тонких міофіламентів сусідніх саркомерів, **мезофрагма** - область прикріплення товстих міофіламентів сусідніх саркомерів. **Проміжні десмінові філаменти** зв'язують один з одним телофрагми та мезофрагми сусідніх міофібрил, а також прикріплюють телофрагми до плазмолем та до саркотубулярної системи, таким чином забезпечують впорядковане взаємне розташування саркомерів сусідніх міофібрил.

- **Енергетичний апарат.** Мітохондрії, їх кількість та розміри збільшуються при тренуванні м'язів, їх більше в червоних волокнах, менше – в білих. Енергія запасується у вигляді АТФ та фосфокреатину, джерелом енергії є включення глікогена та ліпідів. **Міоглобін** – залізовмісний зв'язуючий кисень білок, подібний до гемоглобіну еритроцитів, є типовим включенням м'язових волокон, його більше в червоних волокнах, підвищує активність процесів окисного фосфорилування.

Регенерація скелетної м'язової тканини. Здійснюється на ультраструктурному рівні – самооновлення органел. У відповідь на посилене навантаження розвивається **гіпертрофія** і **гіперплазія** – відповідно збільшення діаметру та кількості міофібрил. **Гіпотрофія** та **атрофія** – у випадку бездіяльності м'яза (денервація, гіпокінезія), голодуванні, різноманітних захворюваннях. **Міосателітоцити** – дрібні сплюснені клітини, розташовані в неглибоких вп'ячуваннях плазмолем. Ядро – велике, багате на гетерохроматин, органел мало. Є камбіальними елементами скелетної м'язової тканини. Їх кількість збільшується при пошкодженні м'язового волокна, забезпечують репаративну регенерацію. При посиленому навантаженні зливаються з симпластом, беруть участь у розвитку гіпертрофії.

М'яз як орган.

Складається з пучків м'язових волокон, зв'язаних системою сполучнотканинних елементів (епімізій, перимізій, ендомізій). **Епімізій** – щільна волокниста сполучна тканина, оточує весь м'яз. **Перимізій** – тонкі сполучнотканинні перегородки, відходять від епімізії, розділяють окремі пучки м'язових волокон. **Ендомізій** – найтонкіші прошарки пухкої сполучної тканини, оточують кожне м'язове волокно, містять судини та нерви.

Посмугована серцева м'язова тканина

Здатність кардіоміоцитів людини до мітотичного поділу втрачається після народження. За допомогою **вставних дисків** та **анастомозів** кардіоміоцити

об'єднані в функціональні волокна. Для них характерна поліплоїдія. Ядра світлі, еухроматичні, в кількості 1 – 2 розташовуються в центрі клітин.

- **Скоротливий апарат** має таку ж будову, як і в скелетній м'язовій тканині. **Відмінності:** міофібрили частково зливаються між собою, їх білки відрізняються своєю біохімічною структурою, розташовуються по периферії, під сарколемою.

- **Саркотубулярна система.** Відмінності: менш розвинута, накопичує менше Ca^{2+} , не утворює термінальних цистерн, що призводить до повільного виділення в саркоплазму іонів Ca і забезпечує цим автоматизм серцевого м'язу. Має широкі Т-трубочки, разом з якими саркотубулярна сітка утворює **діади**. Іони Ca потрапляють до саркоплазми не тільки з саркоплазматичної сітки, а й через Т-трубочки та сарколему з міжклітинної речовини.

- **Опорний апарат.** Особливість – наявність **вставних дисків**, забезпечують зв'язок між сусідніми кардіоміоцитами. Утворені двома плазматичними мембранами сусідніх кардіоміоцитів: **десмосоми, нексуси** - щільні сполучення (іонний зв'язок, передача імпульсів), **смужки злипання** - зони з'єднання міофібрил сусідніх кардіоміоцитів.

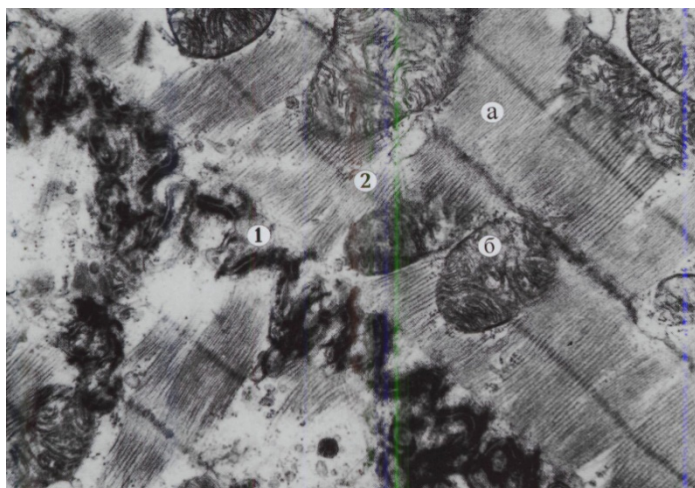


Рис. А. Електронна мікрофотографія. З'єднання кардіоміоцитів. 1 – вставний диск (система демосом і нексусів); 2 – саркоплазма: а) міофібрила, б – мітохондрія. $\times 35000$.

- **Енергетичний апарат.** Багаточисленніші та крупніші мітохондрії, займають до 40% об'єму саркоплазми, що набагато більше, ніж в скелетній м'язовій тканині, що відображає високу активність окислювально-відновних процесів.

- **Лізосомальний апарат.** Добре розвинутий, що відображає високу швидкість оновлення внутрішньоклітинних структур.

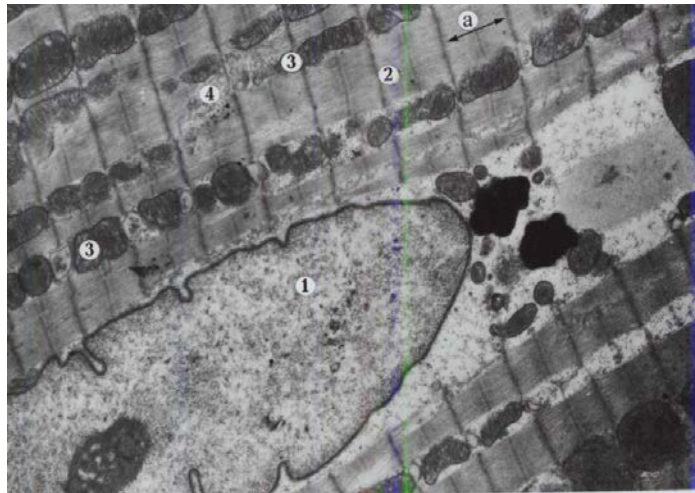


Рис. Б. Електронна мікрофотографія. Фрагмент кардіоміоцита. 1 – ядро; 2 – міофібрила, а – саркомер; 3 – мітохондрія; 4 – каналні саркоплазматичного ретикулума. $\times 2100$

Гладка м'язова тканина.

- **Вісцеральна** (входить до складу стінки внутрішніх органів);
- **Васкулярна** (входить до складу стінки судин);
- Також зустрічається у шкірі (м'яз, який піднімає волос);
- в капсулі та трабекулах деяких органів (селезінка, яечко).

Скорочення гладких міоцитів повільні та тривалі, завдяки їх скоротливій активності забезпечується перистальтика органів шлунково-кишкового тракту, регуляція дихання, кровотоку, лімфоток, виділення сечі, рух статевих клітин.

Структурно-функціональна одиниця – гладкий міоцит.

Має веретеноподібну форму, одноядерний, ядро витягнуте, в центрі, переважає еухроматин, є 1 – 2 ядерця. Не мають посмугованості.

- **Скоротливий апарат** представлений актиновими та міозиновими міофіламенатами, але вони не формують міофібрил. Іони Ca впливають не на актинові філаменти, а на міозинові. Ca зв'язується з кальмодуліном, під впливом цього комплексу активується особливий фермент – кіназа легкої фракції міозину, кіназа фосфорилує міозин, і він після цього здатен взаємодіяти з актином. Актинові філаменти не мають тропоніну та тропоміозину.

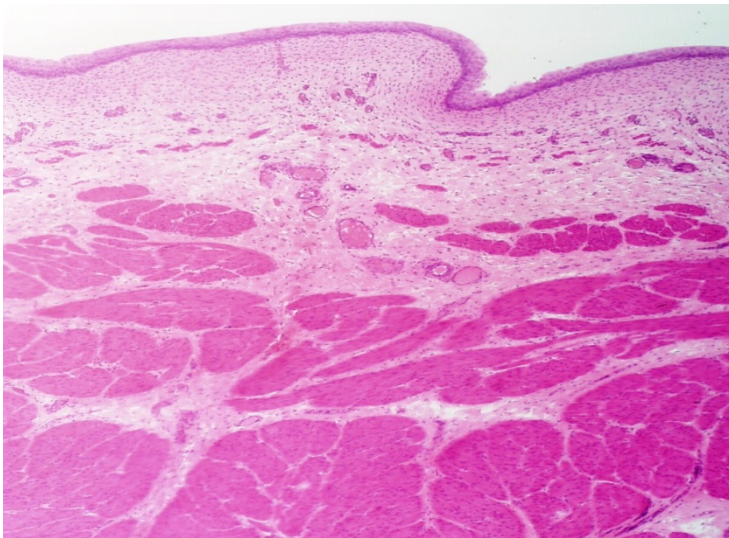
- **Опорний апарат:** сарколема, базальна мембрана, проміжні філаменти – десмін (переважає у вісцеральних гладких міоцитах), віментин (переважає у васкулярних). Плотні тільця (периферичні, центральні), складаються з α -актиніна, до них прикріплюються актинові та десмінові філаменти.

Саркоплазматичний ретикулум (редукований) та кавеоли: депонують іони Са.

Гладкі міоцити формують **міоцитарний комплекс** (10 – 12 міоцитів). Нервові закінчення підходять тільки до однієї клітини в комплексі. У складі комплексу клітини тісно взаємодіють між собою за допомогою демосом і нексусів. Склад: 1) **скоротливі** 2) **секреторні** – синтезують та секретують міжклітинну речовину 3) **пейсмейкери** – генерують потенціал дії та передають його на інші клітини 4) **камбіальні**.

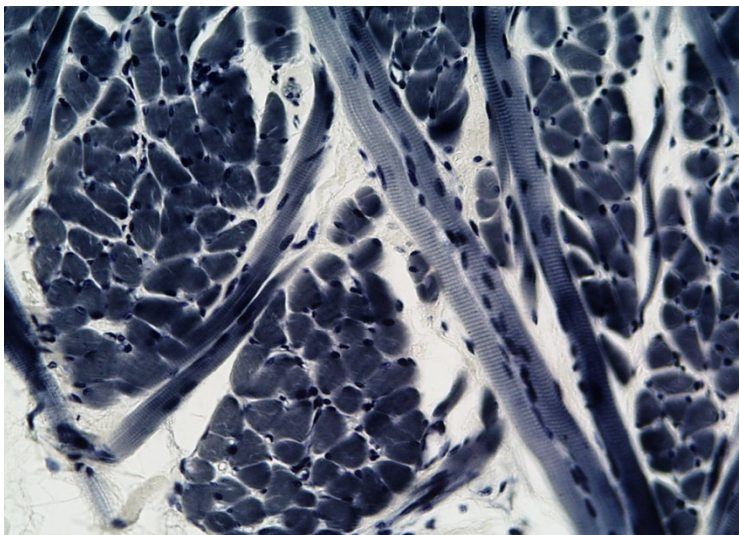
Регенерація за рахунок камбіальних малодиференційованих клітин, адвентиціальних клітин. **Репаративна регенерація** – за рахунок міофібробластів.

3. ПРАКТИЧНА РОБОТА НА ЗАНЯТТІ.



структуру поздовжньо і поперечно зрізаних міоцитів, замалюйте кожен з них, позначивши ядро, цитоплазму.

3.2. Поперечно-посмугована скелетна м'язова тканина. Зріз язика.



3.1. Гладка м'язова тканина.

Зріз сечового міхура.

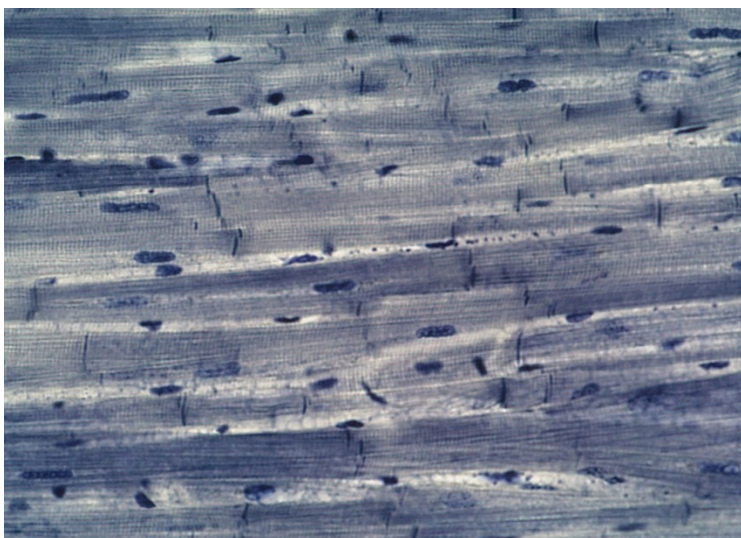
Забарвлення Г+Е.

На малому збільшенні зробіть огляд препарату, розгляньте поздовжньо і поперечно зрізані пучки гладкої м'язової тканини, топографію клітин, їх форму, розміри, розташування і форму ядер, забарвлення цитоплазми, прошарування сполучної тканини. На великому збільшенні детальніше вивчіть

Забарвлення залізним гематоксилином.

На малому збільшенні розгляньте загальний план будови препарату, звернувши увагу на пучки поздовжньо (стрічкоподібні) і поперечно (округлі) зрізаних скелетних м'язових волокон, прошарки сполучної тканини між ними.

3.3. Поперечно-посмугована серцева м'язова тканина. Зріз стінки серця . Забарвлення залізним гематоксиліном.



Серцевий м'яз складається з клітин – кардіоміоцитів, в центрі яких розташовується ядро. Вставний диск на світлооптичному рівні має вигляд тонкої лінії, яка йде поперек волокна. З'єднуються серцеві м'язові волокна за допомогою анастомозів.

На практичному занятті САМОСТІЙНО вивчіть наступні електронограми:

1. Саркомер
2. Міофібрила скелетного м'яза.
3. Вставні диски в міокарді шлуночків і передсердь.

5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Хэм А. Гистология : в 5-ти т. Т. 1 : Введение. Биология клетки / А. Хэм. – 1983. – С. 241-289.
2. Кузнецов С. Л. Гистология, цитология и эмбриология : учеб. для мед. вузов / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкхамбаров. – М. : МИА, 2007. – 600 с.
3. Жункейра Л. К. Гистология : учеб. пособие : атлас / Л. К. Жункейра, Ж. Карнейро ; пер. с англ. под ред. В. Л. Быкова. – М. : Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2009. – 571 с.
4. Мяделец О. Д. Основы цитологии, эмбриологии и общей гистологии : учебное пособие / О. Д. Мяделец. – М. : Мед. книга, 2002. – 367 с.
5. Заварзин А. А. Сравнительная гистология : учебник / под ред. О. Г. Строевой – СПб. : Изд-во СПб. ун-та, 2000. – 520 с.
6. Пальцев М. А. Межклеточные взаимодействия / М. А. Пальцев, А. А. Иванов. – М. : Медицина, 1995. – 224 с.
7. Быков В. Л. Цитология и общая гистология. Функциональная морфология клеток и тканей человека : учебник для студентов медицинских институтов / В. Л. Быков. – СПб. : СОТИС, 2002. – 520 с.
8. Гистология : учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Гэотар-Мед, 2002. – 672 с.

9. Кащенко С. А. Гистология, цитология и эмбриология. Ч. I. / С. А. Кащенко, И. В. Бобрышева. – Луганск : Изд-во Ноулидж, 2012. – 224 с.

10. Данилов Р. К. Гистология человека в мультимедиа : учеб. для студентов мед. вузов / Р. К. Данилов, А. А. Клишов Т. Г. Боровая. – СПб. : Элби-СПб, 2003. – 362 с.

11. Гарстукова Л. Г. Наглядная гистология (общая и частная) : учеб. пособие для студентов мед. вузов / Л. Г. Гарстукова, С. Л. Кузнецов, В. Г. Деревянко. – М. : МИА, 2008. – 204 с.

12. Гистология, эмбриология, цитология: учебник / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-медиа, 2012. – 800 с.

13. Гістологія з основами гістологічної техніки : навч. посібник / за ред. В. П. Пішака. - К. : Кондор, 2008. - 400 с.

ТЕМА 7: НЕРВОВА ТКАНИНА.

1.МЕТА ЗАНЯТТЯ І ПЛАН ВИВЧЕННЯ ТЕМИ.

Після самостійного вивчення теоретичного матеріалу і роботи на практичному занятті студент повинен знати:

1. Значення нервової тканини.
2. Складові елементи нервової тканини.
3. Гістогенез нервової тканини.
4. Морфологічна і функціональна класифікація нейронів.
5. Будова нейроцитів.
6. Класифікація нервових волокон.
7. Будова і функції безмієлінових і мієлінових нервових волокон.
8. Регенерація нейронів і нервових волокон.
9. Класифікація нервових закінчень.
10. Будова і функції різних видів нервових закінчень.
11. Поняття про рефлекторну дугу.
12. Будова і функції, класифікація нейроглії.

2. ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ

1. Назвіть ембріональні джерела розвитку нервової тканини.
2. Назвіть нейроцити за морфологічною класифікацією.
3. Функціональна класифікація нейроцитів.
4. Назвіть особливості будови ядра, загальних і спеціальних органел нейрона, особливості будови відростків.
5. Назвіть типи нервових волокон.
6. Перерахуйте складові частини мієлінового нервового волокна.
7. Перерахуйте складові частини безмієлінового нервового волокна.
8. Які стадії розвитку проходить мієлінове нервове волокно?
9. Назвіть типи нервових закінчень.

10. Морфологічна і функціональна класифікації рецепторів.
11. Вкажіть функцію рецепторів.
12. Назвіть типи міжнейронних синапсів.
13. Перерахуйте структурні компоненти синапсів.
14. Вкажіть функції синапсів і механізм передачі нервового імпульсу.
15. Назвіть структурні компоненти моторної бляшки.
16. Яку функцію виконують ефекторні нервові закінчення?
17. Перерахуйте нейронний склад рефлекторної дуги.
18. Дайте класифікацію нейроглії та перерахуйте її функції.
19. Назвіть різновиди астроцитів, їх будову і функції.
20. Вкажіть будову і функції олігодендроцитів.
21. Вкажіть будову і функції епендимоцитів.
22. Охарактеризуйте будову і функції мікрогліоцитів.

Нервова тканина

Нервова тканина - це функціонально провідна тканина нервової системи. Основними гістологічними елементами нервової тканини є клітини: нейрони і нейроглія, які мають загальне ембріональне джерело - нейроектодерму.

В процесі нейроонтогенеза реалізується ряд морфогенетичних процесів (таких як спрямований ріст аксонів, дендритів, апоптоз нейронів), в результаті яких формується величезна кількість синаптичних контактів, що визначають формування і нормальне функціонування нервової системи. У зв'язку з цим, в структурно-функціональному аспекті поняття нервова тканина і нервова система єдині.

Нервова тканина відноситься до стабільних тканин, основним механізмом регенерації яких є внутрішньоклітинний.

Нейрон

Нейрон - це клітина, що має тіло (перікаріон) і відростки двох типів: дендрити і аксони. По дендритам нервовий імпульс підходить до тіла нейрона. Аксони, навпаки, проводять нервовий імпульс від перікаріона. У нейрона не може бути більше одного аксона.

Морфологічні особливості нейрона тісно пов'язані з особливостями його функцій. Основними функціональними завданнями нейрона є:

- Забезпечення генерації, проведення, синтезу та аналізу, ефекторних впливів нервового імпульсу;

- Забезпечення вищої нервової діяльності (пам'ять, увага, аналіз, емоції), в основі якої лежать вищезазначені процеси;

- Інтегративно-регуляторні процеси;

- Нейросекреторна активність - це синтез нейромедіаторів (забезпечують механізми синаптичної передачі), нейромодуляторів (сприяють взаємодії нейромедіатора з рецепторами), нейротрофічних факторів (аутокринний і паракринний вплив на пластичні процеси в нейронах і іннервованих їми соматичних клітинах), а також синтез біологічно активних речовин, що виділяються в кровоток і здійснюють гормональну регуляцію.

Плазмолемма (нейролемма) має багатий рецепторний апарат, оскільки бере активну участь у формуванні синаптичних контактів і їх нормальному функціонуванні.

Важливим завданням нейролеми є генерація, проведення та передача нервового імпульсу, що реалізується за рахунок активного мембранного транспорту.

Механізм генерації і проведення нервового імпульсу

Викликається зміною потенціалу спокою нейролеми на потенціал дії. Різниця потенціалів нейролеми формується за рахунок різних концентрацій катіонів Na^+ і K^+ в цитоплазмі нейрона і поза клітиною. Різниця концентрацій іонів натрію і калію, що формує потенціал спокою, наступна: Na^+ в 10-15 разів більше поза клітиною, а K^+ в 50-70 разів більше всередині клітини.

Під дією медіатора, або іншого агента, що порушує відповідні мембранні рецептори, відбувається активація Na/K каналів, при цьому натрій входить в клітку, а калій виходить із клітини. Це призводить до виникнення наростаючої різниці потенціалів, яка в кінцевому підсумку досягає значення потенціалу дії. Цей процес називають **деполяризацією мембрани** (і це логічно, оскільки, спочатку, згадувалося, що мембрана має якусь полярність в зв'язку з існуванням спочатку різниці концентрацій катіонів натрію і калію всередині і поза клітиною, яка зумовлює наявність потенціалу спокою).

Надалі, по досягненню потенціала дії в даній ділянці генерації нервового імпульсу, відбувається поширення його по мембрані нейрона (деполяризаційна хвиля збудження), в напрямку наступного синаптичного контакту (або ефекторних клітин), по досягненню якого відбувається виділення медіатора і повторення процесу генерації і розповсюдження хвилі збудження.

Примітно, що в нормі поширення збудження однонаправлене, що пов'язано з явищем рефрактерності мембран, тобто тимчасової несприйнятливості до збудження тих ділянок, де пройшла деполяризаційна хвиля. Збуджуючі потенціали нейролеми, підсумовуючись, більшою мірою

активують Na/K-канали в найбільш збудливій ділянці плазмолемі нейрона - початковому сегменті аксона (аксональний горбик), де первинно виникає потенціал дії, що поширюється далі по аксону.

Реполаризація – процес, зворотній деполяризації, і не менш важливий, забезпечується активним транспортом іонів натрію і калію проти градієнта концентрації за допомогою Na/K-насоса під впливом енергії АТФ. Роль такого насоса виконує фермент Na/K-АТФаза, вбудований в нейролему.

Ядро нейрона велике, кругле, з переважанням еухроматину, зазвичай з одним, іноді з 2-3 ядерцями.

Цитоплазма нейрона багата на органели, що забезпечують біосинтетичні процеси. Це в першу чергу гРЕПС, структури якої при фарбуванні аніліновими барвниками в світловому мікроскопі мають вигляд хроматофільних грудочок (субстанція Нісля, тигроїд, **хроматофільна субстанція**). Поширення тигроїда в цитоплазмі нейрона нерівномірне, грудочки відсутні в цитоплазмі аксона і ділянці цитоплазми перікаріона, прилеглому до аксону. Остання ділянка називається аксонний горбик.

Ще однією унікальною особливістю морфології нейрона є добре розвинуті структури **цитоскелету**. Вони включають як мікротрубочки (нейротрубочки), так і проміжні філаменти (нейрофіламенти) і актинові мікрофіламенти. Численні нейрофіламенти зв'язуються один з одним і з нейротрубочками за допомогою поперечних зв'язків, при фіксації формують пучки, забарвлюються солями срібла (**нейрофібрили**). Елементи цитоскелету формують в перікаріоні тривимірну мережу, в відростках розташовуються впорядковано і орієнтовані уздовж довжини відростка, забезпечують опорно-скоротливу і транспортну функції.

Аксональний транспорт виділяють як особливий тип транспорту, який має антероградний і ретроградний напрям. Оскільки в деяких нейронах перікаріон і терміналі аксона розташовуються на великій відстані, від ефективності аксонального транспорту залежить багато.

Антероградний ток - це надходження медіаторних пухирців, мітохондрій, цистерн аЕПС з вмістом від перікаріона до дистальних ділянок аксона до пресинаптичної мембрани. Транспорт здійснюється за рахунок взаємодії скоротливих білків мікротрубочок - кінезину і динеїну і є Са-залежним.

Ретроградний транспорт забезпечує повернення від області терміналі відпрацьованих структур, продуктів зворотнього захоплення медіатора. Вважається, що таким «маршрутом» відбувається поширення деяких збудників нейроінфекцій (вірус герпесу, сказу, поліомієліту).

Існує три підходи до класифікації нейронів.

1. Морфологічна класифікація:

- уніполярні нейрони (у людини відсутні);
- біполярні. Мають 2 відростка - дендрит і аксон і характерну витягнуту веретеноподібну форму перікаріона;
- псевдоуніполярні. Мають один відросток, з якого виходить і дендрит і аксон, розділяючись на деякій відстані від тіла нейрона. Форма перікаріона кругла;
- мультиполярні. Мають багато відростків і зірчасту форму перікаріона (більшість нейронів у людини).

2. Функціональна класифікація, згідно з якою нейрони діляться на:

- чутливі;
- рухові;
- асоціативні нейрони.

3. Біохімічна класифікація нейронів (згідно типам нейромедіаторів, синтезованих в них):

- адренергічні;
- холінергічні;
- дофамінергічні;
- серотонінергічні.

Глія

Функції глії:

- опорно-трофічна;
- бар'єрна - участь у формуванні гемато-лікворного і гематоенцефалічного бар'єра;
- участь в транспорті ліквору;
- електроізоляційна.
- захисна (мікроглія)

Виділяють макроглію та мікроглію.

Мікроглія - це макрофаги нервової тканини (гліальні макрофаги), дрібні клітини, що мають моноцитарне походження. Розташовуються переважно вздовж капілярів центральної нервової системи.

Макроглія підрозділяється на астроглію, олігодендроглію і епендімоглію.

Астроцити мають зірчасту форму перікаріона і забезпечують безпосередній контакт нейрона і капіляра, утворюючи розширення в області

терміналі своїх відростків, прилеглих безпосередньо до судини або нейрона і один до одного, утворюючи периваскулярні мембрани - основу гематоенцефалічного бар'єру. Астроцити утворюють щілинні контакти (нексуси) між собою, а також з іншими гліальними клітинами. Бувають **волокнистими** (переважають в білій речовині головного та спинного мозку) та **протоплазматичними** (в сірій речовині головного та спинного мозку).

Епендімоцити. Це гліальні клітини, вистеляють порожнини шлуночків мозку, спинномозкового каналу. Анатомічно перебуваючи на кордоні структур, деякими авторами відносяться до епітелію епендімогліального типу. Епендімоцити мають кубічну або призматичну форму, розташовуються одним шаром і лежать на базальній мембрані. На апікальній поверхні є рухливі війки, які сприяють транспорту спинномозкової рідини. На базальній поверхні мають вирости, які беруть участь у формуванні опорних гліальних мембран. Виділяють окремі типи епендімоцитів: хороїдні епендімоцити і таніцити.

Хороїдні епендімоцити покривають судинні сплетіння шлуночків мозку, беруть участь у формуванні **гематолікворного бар'єру**, який представлений:

- фенестрованим ендотелієм капілярів судинних сплетінь,
- їх базальною мембраною,
- рухкою волокнистою сполучною тканиною,
- базальною мембраною епендімоцитів,
- епендімоцитами.

Таніцити - клітини в структурі окремих ділянок епендими III шлуночка, що мають відросток на базальній поверхні. Утворюють пластинчасте розширення на стінці капілярів і забезпечують часткову реабсорбцію спинномозкової рідини в кров.

Олігодендроцити - безпосередньо супроводжують нейрони. Серед них виділяють клітини-сателіти або **мантійні гліоцити** - оточують тіла нейронів. Вони виконують бар'єрну функцію і беруть участь у метаболізмі нейронів. Олігодендроцити і **нейролемоцити** (шванівські клітини) оточують відростки нейронів у центральній і периферичній нервовій системі відповідно, беручи участь у формуванні мієлінових і безмієлінових нервових волокон.

Нервові волокна

Нервові волокна утворені відростками нервових клітин (осьовий циліндр), гліальними оболонками (з олігодендроцитів і нейролемоцитів). Головною функцією нервових волокон є проведення нервових імпульсів. При цьому відростки нервових клітин (осьові циліндри) проводять нервові імпульси, а гліальні клітини сприяють цьому проведенню.

За особливостями будови і функції нервові волокна поділяються на два різновиди:

- 1) безмієлінові;
- 2) мієлінові.

Безмієлінове нервове волокно являє собою тяжі олігодендроцитів, в оболонку яких занурений осьовий циліндр. Кожний осьовий циліндр прогинає цитолему олігодендроцитів і як би занурюється в його цитоплазму. При цьому осьовий циліндр оточений цитолемою гліоцитів, а її сусідні ділянки утворюють глибоку подвійну складку - мезаксон. Мезаксон в безмієлінових нервових волокнах не грає істотної функціональної ролі, але є важливим структурним і функціональним утворенням в мієліновому нервовому волокні. Ззовні безмієлінове нервове волокно вкрите базальною мембраною. За своєю будовою безмієлінові нервові волокна відносяться до волокон кабельного типу. Вони тонкі (5 - 7 мкм) і проводять нервові імпульси дуже повільно (1 - 2 м/с).

Мієлінове нервове волокно має ті ж структурні компоненти. Структурно-функціональні особливості мієлінового волокна нерозривно пов'язані з процесом його формування. При формуванні мієлінового волокна відбуваються такі процеси:

- Осьовий циліндр занурюється в цитоплазму гліоцитів;
- Формується мезаксон, який багаторазово закручується навколо осьового циліндра;
- Результат вищеописаного процесу є утворення мієлінового шару, який представляє собою мезаксон, багаторазово закручений навколо осьового циліндра.

Оскільки основу будь-якої цитолемі становить біліпідний шар, то мієлінову оболонку мієлінового нервового волокна (закручений мезаксон) утворюють нашарування біліпідних шарів. Тому мієлінова оболонка інтенсивно забарвлюється в чорний колір осмієвою кислотою і володіє електроізолюючими властивостями.

На межі сусідніх нейролемоцитів утворюються **вузлові перетяжки (перехвати Ранв'є)**. Ділянка волокна між двома сусідніми вузловими перетяжками називається **міжвузловим сегментом**, кожен з яких відповідає протяжності одного нейролемоцита. У кожному міжвузловому сегменті чітко простежуються насічки мієліну - прозорі ділянки, в яких міститься цитоплазма нейролемоцитів між завитками мезаксона. В області вузлової перетяжки осьовий циліндр не покритий мієліновою оболонкою і відповідно її електроізолюючі властивості на цю область не поширюються. В результаті

цього, передача нервового імпульсу по мієлінових нервових волокнах здійснюється **сальтаторним** способом: стрибками від однієї вузлової перетяжки до іншої.

Формування мієлінових оболонок в центральній і периферичній нервовій системі дещо різниться. Так, якщо на периферії в формуванні мієлінової оболонки одного нервового закінчення бере участь велика кількість нейролемоцитів, то в центральній нервовій системі це твердження також справедливо, але з одним зауваженням: олігодендроцити, що формують мієлінову оболонку в даному нервовому волокні, можуть брати участь у формуванні мієлінових оболонок сусідніх волокон. Це принципово для розуміння патогенетичних процесів, що відбуваються при розвитку демієлінізуючих захворювань (інфекційного, аутоімунного, спадкового генезу), а також можливих механізмів регенерації.

Регенерація нервових волокон

Послідовність процесів, що відбуваються при розриві нервових волокон така: на зміну процесам дегенерації приходять процеси регенерації.

Важливими чинниками, що впливають на інтенсивність і якість відновлення нервового волокна, є:

- відстань від пошкодженої ділянки до нервового закінчення;
- наявність перешкод на шляху регенерації;
- вплив нейротрофічних факторів, синтезованих нейронами.

Після пошкодження нервового волокна відзначається реакція як в нейронах, так і в гліальних клітинах. У дистальному відділі нервового волокна відзначається розпад осьового циліндра. Нейролемоцити, що оточують цю ділянку осьового циліндра, не гинуть, а округлюються, проліферують і утворюють тяж гліальних клітин по ходу дефекта нервового волокна. При цьому гліальні клітини фагоцитують фрагменти зруйнованого осьового циліндра і його мієлінову оболонку. У перікаріоні нервової клітини з відсіченим відростком виявляються набухання ядра і переміщення його на периферію клітини. В проксимальному відділі нервового волокна на кінці осьового циліндра утворюється розширення - колба зростання, яка поступово вростає в тяж гліальних клітин на місці загиблого дистальної ділянки цього ж волокна. Гліальні клітини оточують відростаючий осьовий циліндр і поступово трансформуються в нейролемоцити. В результаті цих процесів відбувається регенерація нервового волокна зі швидкістю 1 - 4 мм на добу. Осьовий циліндр, підростаючи до кінцевих гліоцитів загиблого нервового закінчення, розгалужується і формує за допомогою гліальних клітин кінцевий апарат (рухове або чутливе закінчення). В результаті регенерації нервового волокна і нервового закінчення відновлюється іннервація порушеного ділянки (реіннервація).

Нервові закінчення.

Являють собою закінчення нервових волокон. Нервові закінчення підрозділяються на три основні групи:

- 1) ефекторні (рухові або секреторні);
- 2) рецепторні (чутливі);
- 3) синаптичні.

Рухове нервові закінчення - кінцевий апарат аксона на посмугованому м'язовому волокні або на гладкому міоциті, який бере участь у формуванні нейро-м'язового синапсу.

Рецепторні закінчення (або рецептори) - спеціалізовані кінцеві апарати дендритів чутливих нейронів. Рецепторні нервові закінчення класифікуються за кількома ознаками:

- за локалізацією: а) інтероцептори (рецептори внутрішніх органів); б) екстероцептори (сприймають зовнішні подразники: рецептори шкіри, органів чуття); в) пропріорецептори (локалізуються в апараті руху);
- за специфічністю сприйняття (по модальності): а) хеморецептори; б) механорецептори; в) барорецептори; г) терморецептори (теплові, холодіві);
- за будовою: а) вільні (зазвичай це пропріорецептори); б) невольні (інкапсульовані, неінкапсульовані).

Синаптичні нервові закінчення.

Синапси - це основний тип міжклітинних контактів в нервовій тканині, що здійснює передачу нервового імпульсу між нейронами за допомогою хімічних сполук - медіаторів. Залежно від того яка частина нейрона бере участь у формуванні контакту, синапси розділяють на аксо-дендритні, аксо-соматичні, аксо-аксональні.

У структурі синапсу присутні пресинаптична мембрана, яка представлена, як правило, нейролемою терміналі аксона одного нейрона і постсинаптична мембрана, яка є ділянкою нейролеми дендрита (перікаріона, аксона) іншого нейрона, синаптична щілина - простір між пре- і постсинаптичною мембранами.

Механізм передачі нервового імпульсу через синапс.

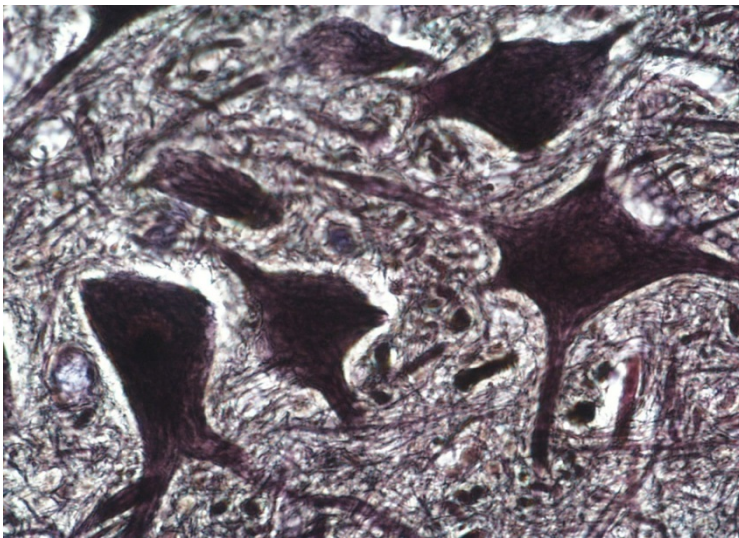
В результаті впливу нервового імпульсу в присутності катіонів Ca^{2+} відбувається вивільнення вмісту синаптичних пухирців (що містять медіатор) в синаптичну щілину шляхом екзоцитозу. Медіатор взаємодіє з рецепторами

постсинаптичної мембрани, в результаті чого відбувається її деполяризація і генерується нервовий імпульс.

При відсутності вплива медіатора процес відповідно блокується. Медіатор повертається в пресинаптичний відділ шляхом зворотнього захоплення (ендоцитозу). В деяких випадках можливе ферментативне його розщеплення (ацетилхолінестеразою - фермент розщеплює медіатор ацетилхолін), а також залишкове засвоєння його оточуючими гліоцитами. В результаті такого механізму функціонування синапсу досягається односпрямованість передачі нервового імпульсу. Однак, вищеописані процеси призводять до неминучого виникнення тимчасової синаптичної затримки передачі нервового імпульсу.

3. ПРАКТИЧНА РОБОТА НА ЗАНЯТТІ.

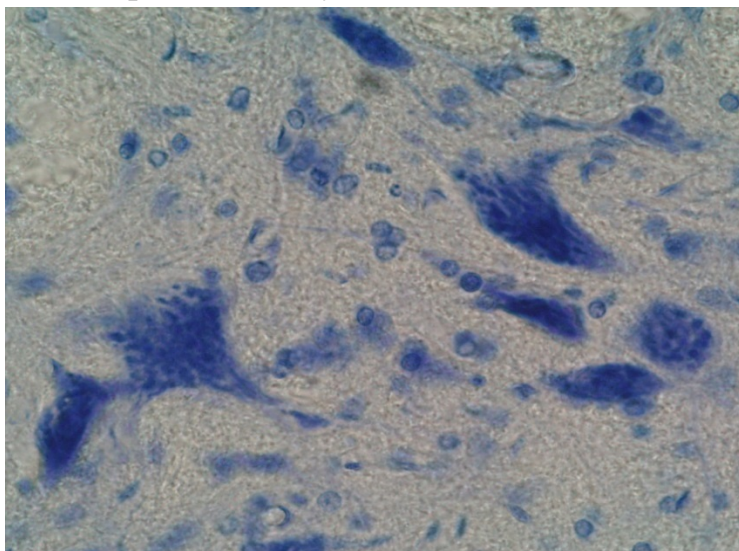
3.1. Нервофібрили в нейронах передніх рогів спинного мозку. Забарвлення імпрегнація сріблом.



Солі срібла забарвлюють ядрце і нервофібрили в коричневий чи чорний колір. Ядро прозоре, пухирцеподібне. При малому збільшенні мікроскопа знайдіть великий нейрон в передній рогах спинного мозку. При великому збільшенні вивчіть світле ядро з добре помітним ядрцем і нервофібрили в цитоплазмі. Зверніть увагу на те, що нервофібрили в тілі нейрона

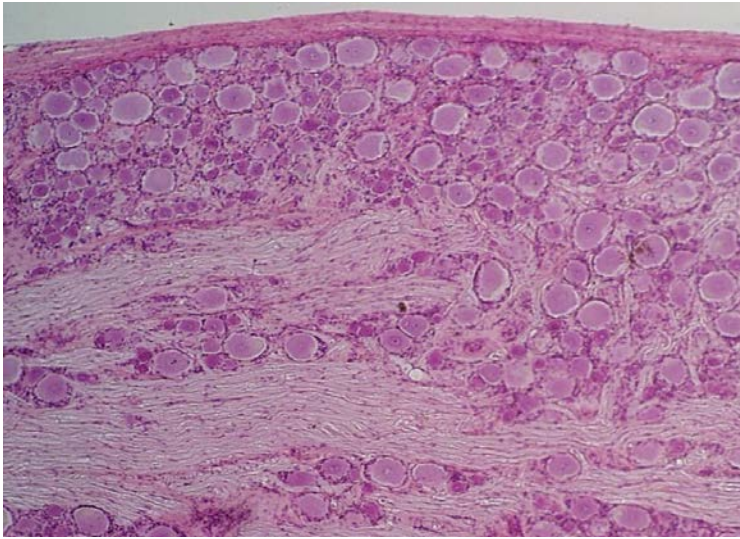
утворюють сітку, а у відростках йдуть паралельно один одному.

3.2. Хроматофільна речовина Нісля в нейронах спинного мозку. Забарвлення толуїдиновим синім по Ніслю.



На малому збільшенні розгляньте загальну структуру поперечного зрізу спинного мозку, знайдіть сіру речовину, що складається з мультиполярних нейроцитів і елементів нейроглії. Виберіть для вивчення найбільший нейрон, в якому добре видно ядро, ядрце і базofilні глибоки хроматофільної речовини Нісля.

3.3. Мантийні гліоцити спинно-мозкового вузла. Забарвлення Г+Е.



На малому збільшенні знайдіть великі круглі клітини зі світлим ядром, розташовані групами на периферії органа. Це псевдоуніполярні нейрони. Їх відростки не виявляються, так як не використаний метод посріблення. При великому збільшенні помітно, що нейрони оточені оболонкою з мілких мантийних гліоцитів.

3.4. Ізольовані мієлінові нервові волокна. Забарвлення тетраоксидом осмію.



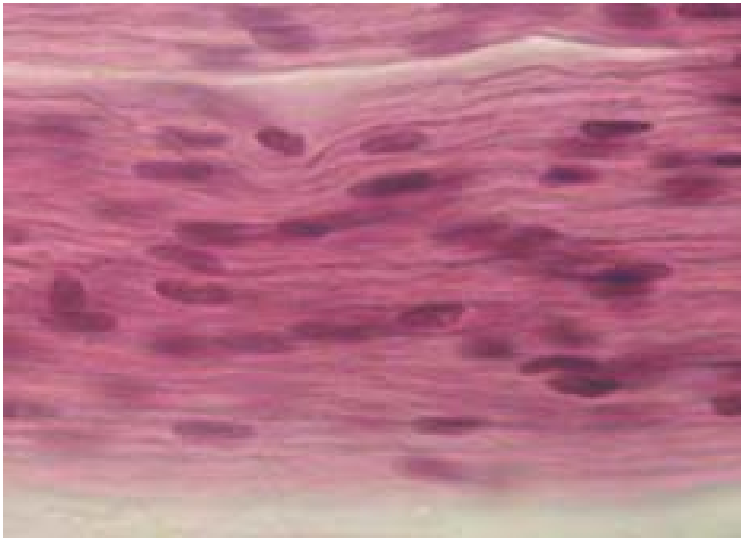
На малому збільшенні знайдіть окремо розташовані нервові волокна, що мають коричневе забарвлення. На великому збільшенні вивчіть будову мієлінового нервового волокна, знайшовши осьовий циліндр, мієлінову оболонку, перехвати Ранв'є (вузли нервового волокна).

3.5. Поперечний зріз м'якушевого нерва. Забарвлення тетраоксидом осмію.



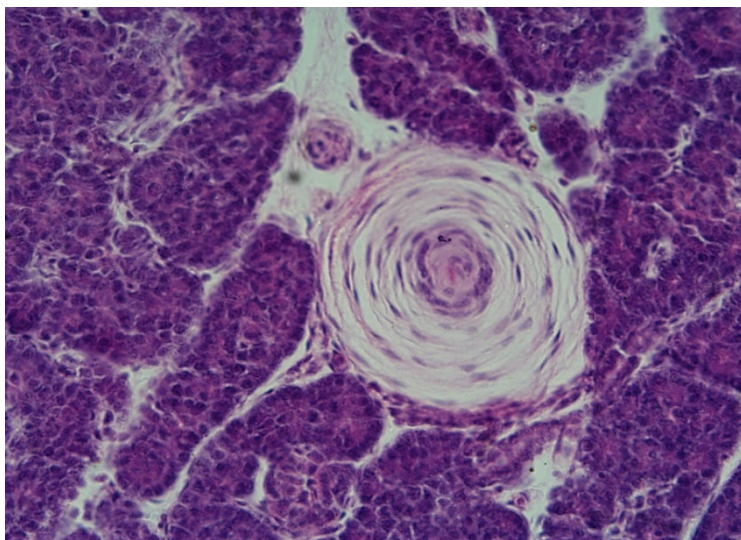
На малому збільшенні розгляньте загальну структуру препарату, що складається з пучка мієлінових нервових волокон. На поперечному зрізі волокна мають вигляд темних кілець, світла серцевина яких є осьовим циліндром, а темна периферія – мієліновою оболонкою.

3.6. Безмієлінові нервові волокна. Поздовжній зріз вегетативного нерва.
Забарвлення Г+Е.



На малому збільшенні розглянете загальну структуру препарату, що складається з оксифільних ниткоподібних структур, – осевих циліндрів, і розташованих уздовж них витягнутих ядер нейролемоцитів (Шванівських клітин). На великому збільшенні замалюйте ділянку нерва, позначте його структури.

3.7. Інкапсульоване нервові закінчення (тільця Фатер-Пачіні).
Забарвлення. Г+Е.



На малому збільшенні знайдіть великі, округлої або овальної форми тільця Фатер-Пачіні. На великому збільшенні замалюйте тільця Фатер-Пачіні і позначте його внутрішню гліальну колбу, сполучнотканинну капсулу.

Нервові закінчення представляють собою кінцеві розгалуження нервових волокон, за допомогою яких нейрон сприймає подразнення, чи навпаки, передає імпульс іннервованій тканині для відповіді на подразнення. У функціональному відношенні нервові закінчення поділяються на дві групи — рецептори, чи чутливі закінчення, і ефектори, чи рухові закінчення.

Рецептори дуже різноманітні, вони розділяються на вільні і невольні. З вільних найбільш поширені рецептори у вигляді кушчиків, арборизацій, гудзичків. Невольні рецептори — більш спеціалізовані і зв'язані з особливими клітинами. За своєю будовою вони розділяються на неінкапсульовані і інкапсульовані. Також є терморецептори, фоторецептори, механорецептори, ноціорецептори, барорецептори.

Найбільш розповсюджені в організмі з інкапсульованих рецепторів — це тільця Фатер-Пачіні. Вони складаються із системи пластинок,

нашарованих одна на одну, що утворюють зовнішню капсулу, а в осі тільки лежить внутрішня колба, пластинки якої є пластинчастими відростками лемоцитів. У цитоплазму колби вступає м'якотне нерве волокно, що формує потовщення на зразок гудзикоподібних вільних закінчень.

4.САМОСТІЙНА РОБОТА.

1. При підготовці до заняття складіть таблицю з перерахуванням морфологічних типів нейронів, їх функціональних характеристик і основними прикладами локалізації.

Демонстраційні препарати.

1. Аксосоматичні синапси на нейронах спинного мозку.
2. Моторні бляшки.
3. Фіблярні астроцити в білій речовині головного мозку.
4. Фагоцитуючі гліоцити (тучні астроцити Нісля) у вогнищі пошкодження тканини головного мозку.
5. Епендимне вистилання шлуночків мозку.
6. Судинні сплетення головного мозку.

Електронограми.

1. Мієлінове нерве волокно.
2. Безмієлінове нерве волокно кабельного типу.
3. Нервова клітина (ділянка ядра і цитоплазми).
4. Синаптичні контакти аксосоматичного і аксодендричного типів.
5. Моторная бляшка.
6. Волокнисті астроцити.
7. Олідогодендрогліоцити.

5.РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Жункейра Л. К. Гистология : учеб. пособие : атлас / Л. К. Жункейра, Ж. Карнейро ; пер. с англ. под ред. В. Л. Быкова. - М. : Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 571 с.
2. Кузнецов С. Л. Гистология, цитология и эмбриология : учеб. для мед. вузов / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров. – М. : МИА, 2007. – 600 с.
3. Мяделец О. Д. Основы цитологии, эмбриологии и общей гистологии : учебное пособие / О. Д. Мяделец. – М. : Мед. книга, 2002. – 367 с.
4. Заварзин А. А. Сравнительная гистология : учебник / под ред. О. Г. Строевой – СПб. : Изд-во СПб. ун-та, 2000. – 520 с.
5. Пальцев М. А. Межклеточные взаимодействия / М. А. Пальцев, А. А. Иванов. – М. : Медицина, 1995. – 224 с.
6. Быков В. Л. Цитология и общая гистология. Функциональная морфология клеток и тканей человека : учебник для студентов медицинских институтов / В. Л. Быков. – СПб. : СОТИС, 2002. – 520 с.

7. Гистология : учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Гэотар-Мед, 2002. – 672 с.
8. Кащенко С. А. Гистология, цитология и эмбриология. Ч. I. / С. А. Кащенко, И. В. Бобрышева. – Луганск : Изд-во Ноулидж, 2012. – 224 с.
9. Данилов Р. К. Гистология человека в мультимедиа : учеб. для студентов мед. вузов / Р. К. Данилов, А. А. Клишов Т. Г. Боровая. – СПб. : Элби-СПб, 2003. – 362 с.
10. Гарстукова Л. Г. Наглядная гистология (общая и частная) : учеб. пособие для студентов мед. вузов / Л. Г. Гарстукова, С. Л. Кузнецов, В. Г. Деревянко. – М. : МИА, 2008. – 204 с.
11. Гистология, эмбриология, цитология: учебник / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-медиа, 2012. – 800 с.
12. Гістологія з основами гістологічної техніки : навч. посібник / за ред. В. П. Пішака. - К. : Кондор, 2008. - 400 с.