

## Конспект лекцій навчальної дисципліни

### Лекція 1

#### Тема: Клітина як елементарна структурно-функціональна одиниця живого

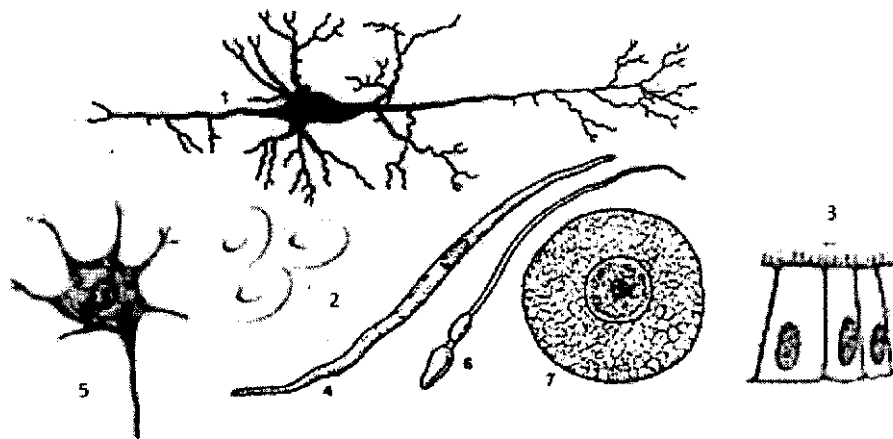
##### План

1. Про- та еукаріоти. Будова еукаріотів.
2. Клітинна теорія.
3. Спеціалізація та інтеграція клітин багатоклітинних організмів.

##### *Про- та еукаріоти. Будова еукаріотів.*

Клітина – це елементарна структурно-функціональна одиниця живого. Всі клітини діляться на прокаріоти і еукаріоти. Прокаріоти (доядерні) – клітини в яких відсутнє сформоване ядро, а еукаріоти – це клітини, які мають ядра.

Організм дорослої людини складається із  $10^{13}$  клітин, яких є більше 200 типів і вони суттєво різняться своїми структурними і функціональними особливостями. Проте всі еукаріотичні клітини складаються із 3 структурних компонентів: плазматичної мембрани (цитолемі), ядра і цитоплазми. Клітини різняться розмірами від 2-4 мікрометрів (сперматозоїди) до 150 і більше: яйцеклітина і гігантські клітини Беца в агранулярній корі головного мозку. За формою клітини (рис. 1) бувають: циліндричні, кубічні, полігональні (в епітеліальні тканині), дископодібні (еритроцити крові), кулясті (яйцеклітина), веретеноподібні (м'язові тканини), зірчасті (нервова тканина) та інші.



*Рис. 1. Форма клітин людини.*

1 – нервова клітина (пірамідна); 2 – еритроцити; 3 – кубічні клітини (епітелій); 4 – гладенька м'язова клітина (веретеноподібна); 5 – зірчаста клітина; 6 – сперматозоїд; 7 – яйцеклітина.

**Цитолема** займає в клітині пограничне положення і відіграє роль напівпроникного селективного бар'єра, який з одного боку відділяє цитоплазму від навколишнього середовища, а з другого – забезпечує її зв'язок із цим середовищем.

Функції плазмолемі (цитолемі):

- вибіркова проникуваність;
- ендоцитоз;

- екзоцитоз;
- розпізнавання інших клітин та прикріплення до них;
- транспорт речовин в цитоплазму і з неї;
- взаємодія із сигнальними молекулами (гормонами, медіаторами, цитокінами та іншими) за допомогою рецепторів, які розміщені на її поверхні;
- рух клітини.

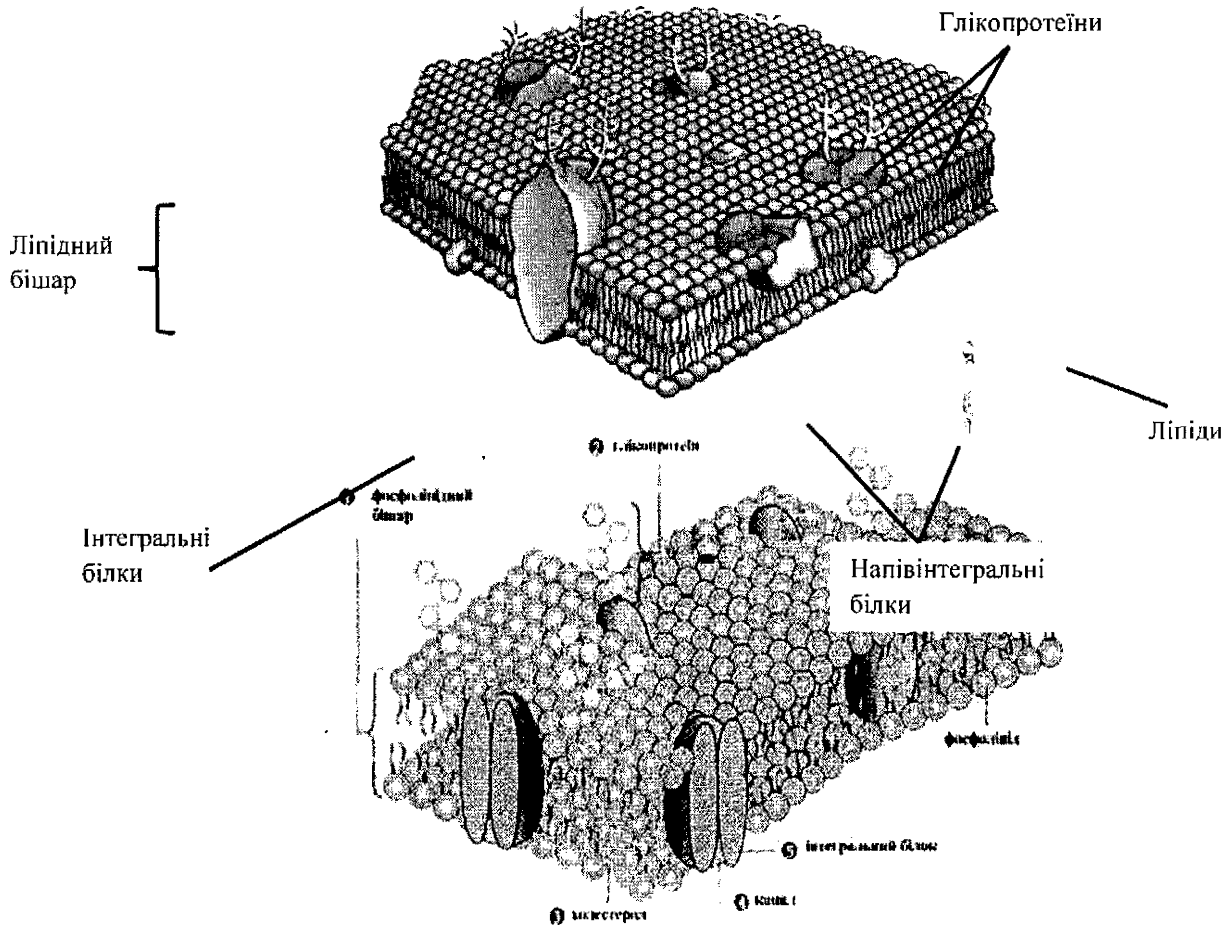


Рис. 2. Цитолема клітини

Плазмолема – найтовща із клітинних мембран, в електронному мікроскопі має 3-х шарову будову, два- із яких є електроннощільними і розділені світлим шаром. Її молекулярна будова описується згідно мозаїчної моделі. Це щільна плівка із ліпідів (в основному фосфоліпідів) і білків. Молекули ліпідів розташовані впорядковано – перпендикулярно до поверхні, у два шари так, що частина їхньої молекули, які активно взаємодіють з водою (гідрофільні), спрямовані назовні, а частини, які інертні до води (гідрофобні) – в середину мембрани. Молекули білка розташовані не суцільним шаром на поверхні ліпідного каркаса з обох його боків. За своїм розміщенням відносно ліпідного бішару мембранні білки діляться на такі 2 групи: інтегральні та периферійні.

**Периферійні білки** – неміцно зв'язані з поверхнею мембрани і, зазвичай, локалізуються поза ліпідним шаром.

**Інтегральні білки** або повністю занурені, або частково в ліпідний шар, частина білків (трансмембранні) цілком пронизують всю мембрану (рис. 2).

Мембрана покрита глікокаліксом, який складається із олігосахаридів, ковалентно зв'язаних з глікопротеїнами і гліколіпідами плазмолемі. Основними функціями глікокаліксу є:

- міжклітинне впізнавання;
- міжклітинна взаємодія;
- пристінкове травлення.

**Ендоцитоз** – поглинання клітиною речовин, яке здійснюється шляхом: піноцитозу (поглинання рідини); фагоцитозу (захоплення твердих частинок).

**Екзоцитоз** – виділення секреторних гранул з клітини (секреція).

Зовнішні мембрани різних клітин суттєво відрізняються як за хімічним складом своїх ліпідів і білків, так і за їх відносним вмістом. Саме ці особливості і визначають різноманітність у фізіологічній активності мембран різних клітин та їхню роль у життєдіяльності клітин і тканин.

**Цитоплазма.** Внутрішній вміст клітини (протоплазма) ділиться на цитоплазму і ядро.

**Цитоплазма** – це основна за об'ємом частина клітини. За фізичними властивостями це напіврідка маса колоїдної структури, в якій знаходяться органоїди. Органоїди діляться за будовою на мембранні та не мембранні. До мембранних органел відносять:

- ендоплазматичну сітку;
- мітохондрії;
- комплекс Гольджі;
- лізосоми;
- пластиди.

До немембранних органел належать:

- рибосоми;
- центріолі клітинного центру.

В світловому мікроскопі цитоплазма має однорідний вигляд, проте в електронному мікроскопі було виявлено складні системи мембран, які формують структуру органел.

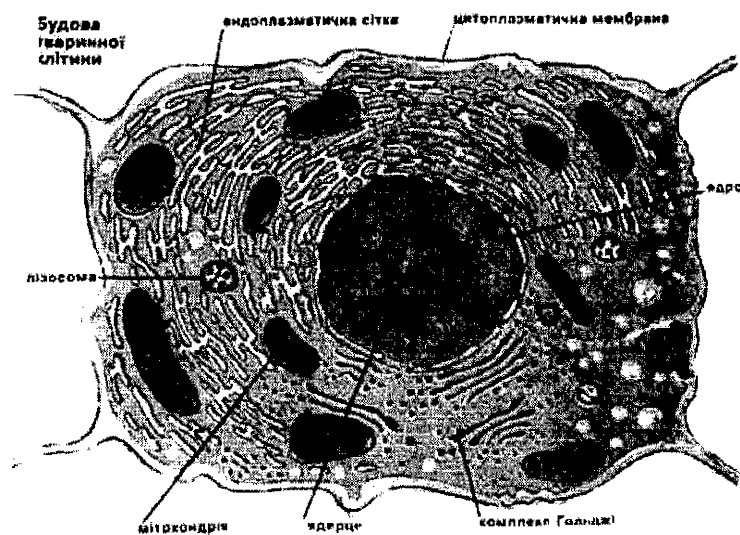


Рис. 3. Схема ультрамікроскопічної будови клітини людини.

**Ендоплазматична сітка** – це система мембранних каналів. Розрізняють два види ендоплазматичної сітки: гранулярну (шорстка) і агранулярну (гладеньку).

**Гранулярна ендоплазматична сітка** – система плоских мембран з рибосомами на зовнішній поверхні. Функція: синтез білка для клітини і на експорт (рис. 4).

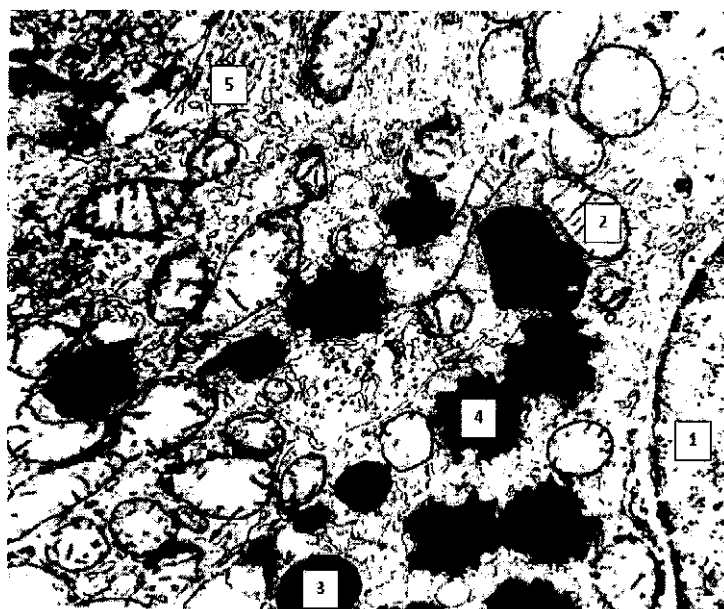


*Рис. 4. Гранулярна ендоплазматична сітка.*

**Гладенька ендоплазматична сітка** – система анастомозуючих мембранних каналців, міхурців і трубочок. Функції: синтез стероїдних гормонів, депо іонів кальцію, детоксикація.

**Рибосоми** – побудовані із великої і малої субодиниць, які містять різні типи РНК і білок. Рибосоми діляться на вільні і зв'язані із гранулярною ендоплазматичною сіткою. Комплекс декількох рибосом називається полірибосоми (полісома). Основна функція – синтез білка.

**Мітохондрії** – органели, які можна бачити у світловому мікроскопі у вигляді палочок, зерен, ниточок.



*Рис. 5. Мітохондрії та лізосоми в цитоплазмі клітини*

1 – ядро; 2 – мітохондрія; 3 – лізосома; 4 – автофагосома; 5 – гладенька ендоплазматична сітка.

В електронному мікроскопі мітохондрії (рис. 5) мають дві мембрани: зовнішня гладенька, а внутрішня утворює гребені (кристи), які занурені в матрикс. В матриксі (напіврідка речовина) є рибосоми, а також власна ДНК і РНК. На поверхні крист локалізується велика кількість ферментів, які зумовлюють складні біохімічні реакції. Функція мітохондрій полягає в здійсненні окисно-відновних процесів, у наслідок яких виділяється енергія, яка акумулюється у вигляді молекул АТФ. Нагромадження АТФ робить мітохондрії своєрідними акумуляторами енергії клітини. Синтезована в мітохондріях АТФ вільно виходить у цитоплазму й далі направляється до ядра та органел, де забезпечує їх енергією.

**Пластиди** – органоїди, специфічні для рослин. В залежності від характеру пігменту розрізняють: хлоропласти (зеленого кольору), хромопласти (жовтого, оранжевого і червоного кольорів) і лейкопласти (безбарвні пластиди).

Зовні хлоропласти вкриті двома мембранами, всередині заповнені напіврідкою рідиною (stromoю), в якій локалізуються – **грані**. Грані – пакети круглих плоских мішечків (**тилакоїдів**), складених подібно стовпчику моет перпендикулярно до широкої поверхні хлоропласта. Тилакоїди сусідніх гран сполучені між собою мембранними каналами в єдину взаємозв'язану систему. Хлорофіл розташований у певному порядку на поверхні і в товщі цих мембранних структур хлоропласта.

**Основна функція:** фотосинтез, синтез білків і ліпідів.

**Комплекс Гольджі**, або **внутрішній сітчастий апарат**, в світловому мікроскопі має вигляд сітки або зігнутих паличкоподібних тілець, які лежать навколо ядра.

За електронної мікроскопії комплекс Гольджі утворений гладенькими мембранами, які розташовуються паралельно одна одній і утворюють систему трубочок з міхурцями різного розміру на кінцях.

Основна функція комплексу Гольджі – виведення синтезованих клітиною речовин, синтез лізосом.

**Лізосоми** (рис. 5) – дрібні органели діаметром близько 1 мкм., видимі лише в електронний мікроскоп. Вони вкриті щільною мембраною і містить до 60 різних ферментів, здатних розщеплювати білки, жири і вуглеводи.

Функція лізосом полягає у перетворенні речовин, які потрапили в клітину при фаго- або піноцитозі, а також у руйнуванні окремих органоїдів або клітин при їх відмиранні.

**Центріоль** клітинного центру – має форму циліндра. Стінка циліндра складається з 9 пар мікротрубочок, утворених фібрилами.

**Клітинний центр** до складу якого входить центріоль, визначає орієнтацію веретена поділу клітини між центріолями, які розходяться до полюсів клітини, та бере участь у розходженні хромосом до полюсів.

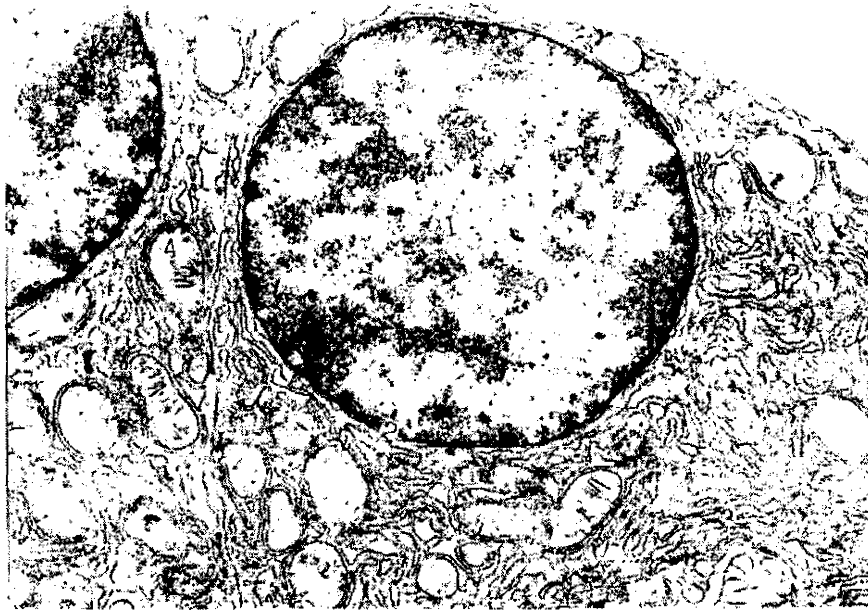
**Включення** – це тимчасові утворення, які то з'являються, то зникають, у процесі життєдіяльності клітини.

За хімічним складом розрізняють: вуглеводневі, білкові (у вигляді зерен) і жирові (краплі) включення.

**Ядро.** Будова і функції в період інтерфази.

Форма ядра здебільшого залежить від форми та розмірів клітини. В круглих клітинах ядро має круглу форму, у видовжених – паличкоподібну. Зазвичай, клітини мають одне ядро, рідше зустрічаються дво- і багатоядерні клітини. Для кожного типу клітин існує ядерно-цитоплазматичне співвідношення, порушення якого приводить до ділення клітини або її смерті.

Ядро має ядерну оболонку, яка складається із двох мембран – зовнішньої і внутрішньої, які розділені простором (перинуклеарним – нуклеус-ядро), і які змикаються в ділянці ядерних пор. Зовнішня ядерна мембрана складає єдине ціле із гранулярного ендоплазматичного сіткою – на її поверхні є рибосоми, а перинуклеарний простір відповідає каналцям гранулярної ендоплазматичної сітки.



3

*Рис. 6. Ядро клітини*

1 – каріоплазма; 2 – ядерна пора; 3 – гранулярна ендоплазматична сітка; 4 – мітохондрія.

Внутрішня мембрана ядра є гладенькою.

Вміст ядра називається ядерним соком (каріоплазмою). У ньому знаходиться 1-2 ядерця і особлива речовина – хроматин. Хроматин складається із комплексу ДНК і білка та відповідає хромосомам, які в інтерфазному ядрі представлені довгими, тонкими перекрученими нитками. Розрізняють два різновиди хроматину: еухроматин і гетерохроматин (рис. 6).

**Еухроматин** – це деспіралізовані (розкручені) сегменти хромосом.

**Гетерохроматин** – щільно скручені сегменти хромосом (конденсовані) і інтенсивно фарбується основними барвниками.

Ядерце – має розмір 0,5-1 мкм., містить велику кількість РНК і білка. Ядерце є місцем синтезу рибосомальної та транспортної РНК, ядерних білків і рибосом.

Ядро – це архіважлива частина клітини, центр керування її життєвими процесами. В ядрі зосереджена основна маса ДНК, а тому воно виконує функцію збереження генетичної інформації та її передачу дочірнім клітинам.

**Клітинна теорія.**

Відкриття і вивчення клітини стало можливим завдяки винайденню мікроскопа. Перший опис клітини зробив у 1665 р. англ. вчений Р. Гук.

Прогрес у вивченні клітини пов'язаний з розвитком мікроскопії у ХІХ ст. Численні відомості про тонку будову і розвиток клітин і тканин дали можливість зробити узагальнення німецькому біологу Т. Швану (1839 р.) у вигляді сформульованої ним клітинної теорії. Він стверджував, що клітини тварин і рослин принципово подібні між собою. Розвинув і узагальнив ці уявлення німецький патолог Р. Вірхов. Він висунув положення, що клітини виникають тільки із клітин шляхом розмноження.

Створення клітинної теорії стало важливою подією в біології, одним із вирішальних доказів єдності всієї живої природи. Клітинна теорія сприяла розвитку ембріології, гістології та фізіології. Вона заклала основу матеріалістичного розуміння життя, для пояснення еволюційного взаємозв'язку організмів, для розуміння суті індивідуального розвитку.

Основні положення клітинної теорії зберегли значення і до сьогодні, хоч більше, ніж за 100 років були отримані нові відомості про структуру, життєдіяльність і розвиток клітин.

Суть сучасної клітинної теорії полягає в такому:

а) клітина – елементарна структурна і функціональна одиниця живих організмів; б) клітини різних організмів гомологічні за своєю будовою; в) розмноження клітин відбувається шляхом поділу материнської клітини; г) багатоклітинні організми – це складні ансамблі клітин, поєднаних у цілісні, інтегральні системи тканин і органів, які підпорядковані і пов'язані між собою міжклітинними, гуморальними і нервовими формами регуляції.

### ***Спеціалізація та інтеграція клітин багатоклітинних організмів***

Організм людини складається із клітин (як елементарних структурно-функціональних одиниць живого) і міжклітинної речовини, які утворюють тканини, органи і системи органів. Усі ці компоненти інтегровані в єдиний організм, який функціонує під впливом нервової і ендокринної систем. Нервова система виконує не лише інтегративну функцію щодо усіх систем організму, але здійснює взаємозв'язок із навколишнім середовищем.

В процесі еволюції відбувалась спеціалізація клітин багатоклітинного організму і розподіл функцій між ними.

В процесі філогенезу із клітин сформувались тканини.

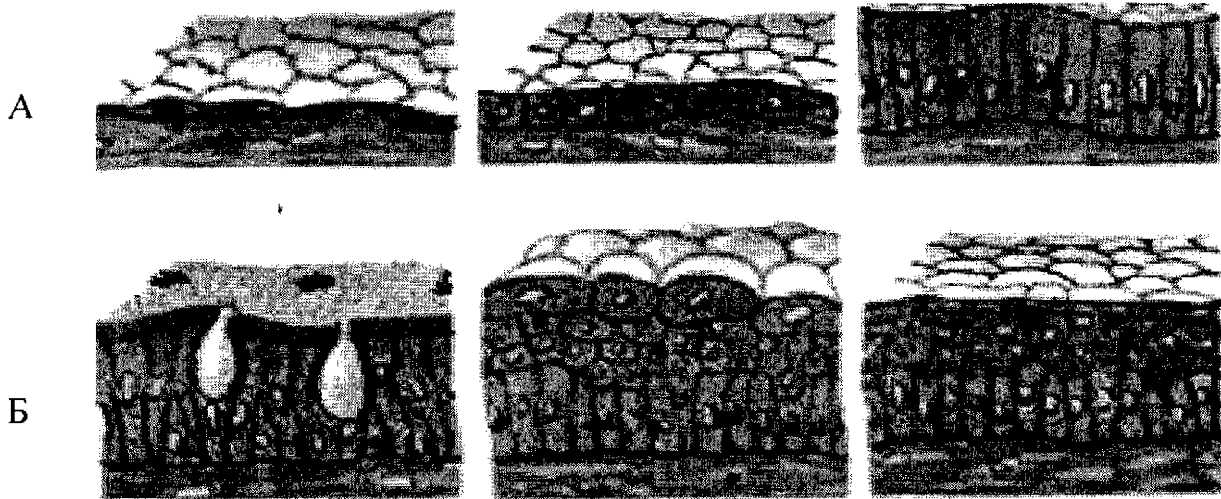
**Тканина** – сукупність клітин і міжклітинної речовини, яка характеризується певними структурними (морфологічними) властивостями, високою спеціалізацією і яка властива лише цьому виду тканин.

Виділяють чотири типи тканин: епітеліальну, сполучну, м'язову і нервову.

**Епітеліальна тканина** (епітелій) вкриває тіло зовні, вистилає порожнини тіла і внутрішніх органів, а також утворює більшість залоз (рис. 7).

Спільні риси для епітеліальної тканини є такими: а) епітелій майже не має міжклітинної речовини і представлений лише шаром або шарами клітин, що дає йому можливість захищати нижче розміщені тканини від зовнішніх впливів та здійснювати обмін між внутрішнім і зовнішнім середовищем; б) епітелій завжди розміщується на сполучнотканинній базальній мембрані; в) епітеліальні клітини мають базальний і

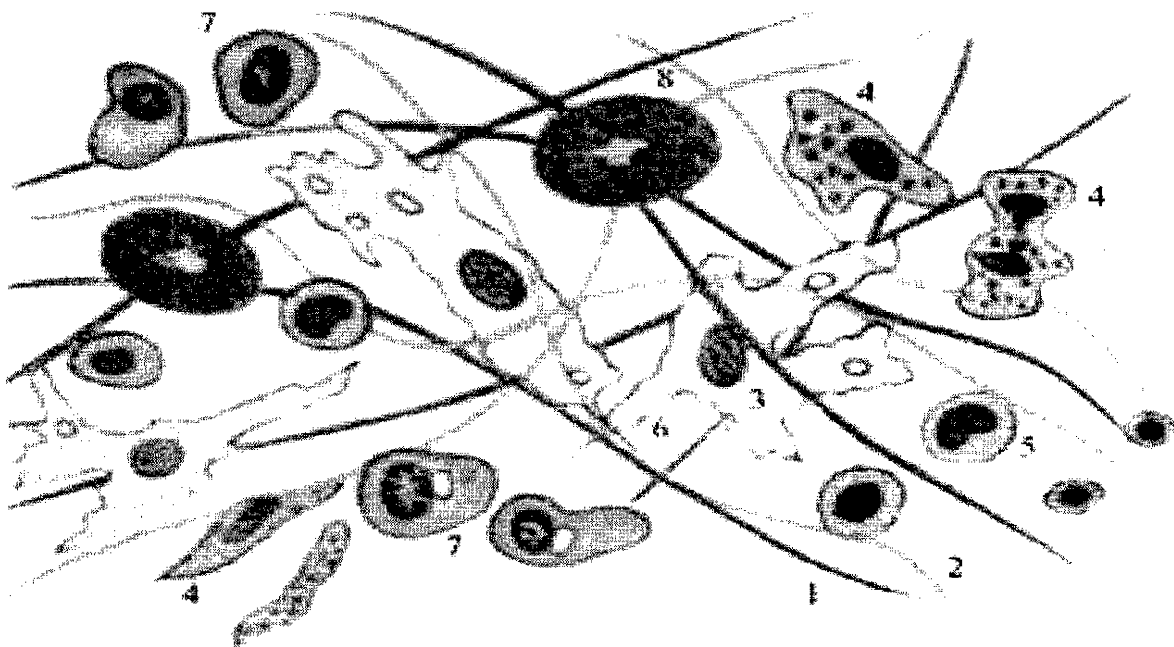
апикальний полюси по відношенню до базальної мембрани; г) епітелій має високу здатність до регенерації (відновлення).



*Рис. 7. Епітеліальна тканина*

А – одношаровий епітелій; Б – багатошаровий епітелій.

**Сполучна тканина** на відміну від епітеліальної має добре виражену міжклітинну речовину і клітини (рис. 8). А тому її функціями є: а) трофічна – участь в обміні речовин; б) захисна – шляхом фагоцитозу та участь в утворенні імунітету; в) механічна (опорна); г) різновид сполучної тканини – ретикулярна, складає основу кровотворних органів; д) маючи найвищу здатність до регенерації, вона здатна заповнювати місця пошкодження інших тканин, шляхом утворення сполучнотканинних рубців.

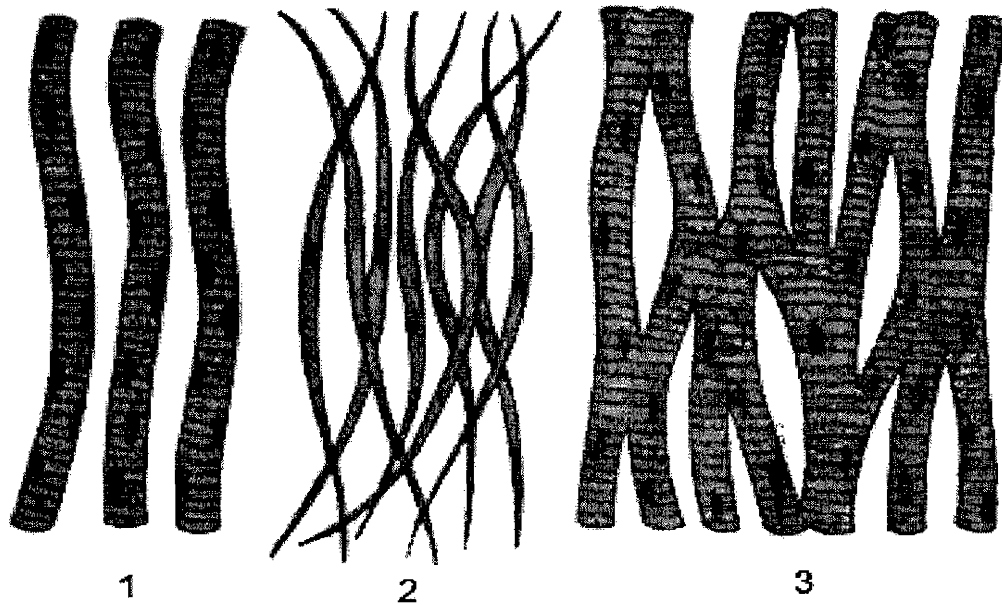


*Рис. 8. Сполучна тканина*

1 – колагенові волокна; 2 – еластичні волокна; 3 – фібробласти; 4 – опасисті клітини; 5 – моноцит; 6 – міжклітинна речовина (аморфна); 7 – плазмоцит; 8 – базофіл.



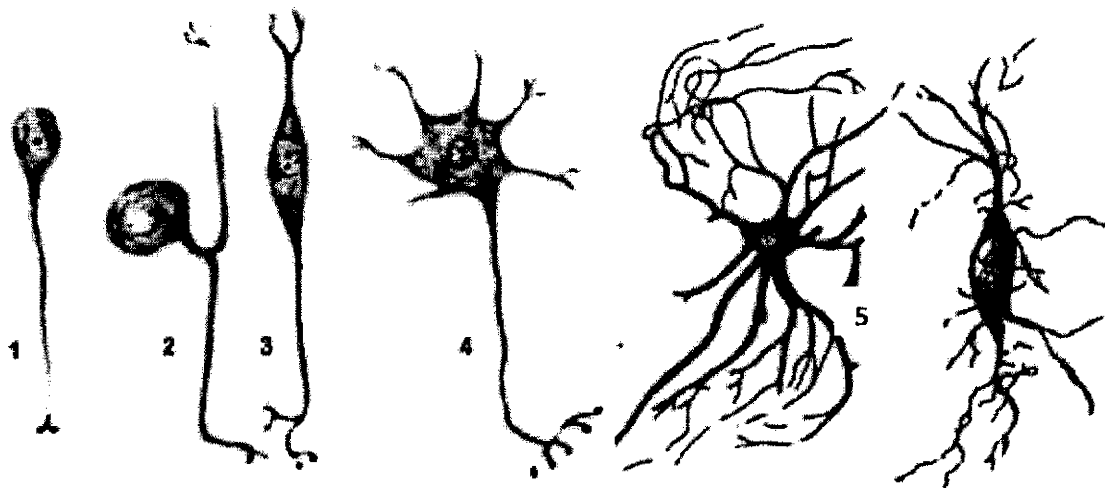
**М'язова тканина** побудована із клітин, які мають органили спеціального призначення – міофібрили, що забезпечують скоротливість. М'язова тканина забезпечує пересування людини і рух частин її тіла у просторі (рис. 9).



*Рис. 9. М'язова тканина*

1 – поперечно-смугаста; 2 – гладенька; 3 – серцева

**Нервова тканина** складається із нервових клітин (нейроцитів) та нейрології (рис. 10). Основні властивості нервової тканини – збудливість і провідність. Збудливість – це здатність нервової тканини сприймати подразнення і відповідати на нього, а провідність – здатність передавати збудження – імпульс. Нервова тканина лежить в основі будови нервової системи організму, яка здійснює інтеграцію тканин і органів у єдине ціле.



*Рис. 10. Нервова тканина*

1 – уніполярний нейрон; 2 – псевдоуніполярний нейрон; 3 – біполярний нейрон; 4 – мультиполярний нейрон; 5 – астроцитарна глія.

### **Контрольні запитання**

1. Дайте визначення поняття «клітина». 2. Охарактеризуйте форму, розміри та кількість клітин у багатоклітинному організмі. 3. Перерахуйте структурні компоненти тваринної клітини. 4. Розкажіть про будову зовнішньої клітинної мембрани (цитолемі). 5. Охарактеризуйте будову інтерфазного ядра і його функції. 6. Дайте коротку характеристику органел клітини та перерахуйте їхні функції. 7. Назвіть особливості будови клітин прокариот і еукариот. 8. Хто і коли сформулював клітинну теорію? 9. Перерахуйте основні положення клітинної теорії. 10. Дайте коротку характеристику спеціалізації та інтеграції клітин багатоклітинного організму.