

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
МЕДИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АНАТОМІЇ ЛЮДИНИ ТА ГІСТОЛОГІ

Кочмарь М.Ю., Головацький А.С., Палапа В.Й. Гецько О.І., Литвак Ю.В.,
Терпак В.В.

**«Мікроскопічна та ультрамікроскопічна будова
структурних компонентів клітин»**

Навчально-методичні матеріали для студентів медичного факультету

Ужгород 2023

УДК:611.018.1 (075.8) (477.87)

М-59

Будова, класифікація, міжклітинна речовина, міжклітинні контакти.
Навчально-методичні матеріали, Ужгород, 2023, 48 стор.

Автори:

Кочмарь М.Ю. — кандидат медичних наук, доцент, завідувач кафедри анатомії людини та гістології медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Головацький А.С. — доктор медичних наук, професор, професор кафедри анатомії людини та гістології медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Гецко О.І. — кандидат медичних наук, доцент, кафедри анатомії людини та гістології медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Палапа В.Й. — кандидат медичних наук, доцент, кафедри анатомії людини та гістології медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Литвак Ю.В. — асистент кафедри анатомії людини та гістології медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Терпак В.В. — асистент кафедри анатомії людини та гістології медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Рецензенти:

Гарапко Т.В. — доктор медичних наук, доцент, професор кафедри анатомії людини та гістології медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Румянцев К.С. — доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургічних хвороб медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Рекомендовано до друку Вченою радою і Методичною комісією медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
від 19 червня 2023 року, протокол №3

Вивчаючи предмет «Гістологія, цитологія та ембріологія» людини, студент стикається з великою кількістю матеріалу, причому в різних джерелах, що забирає багато часу на пошуки матеріалу та його вивчення. У даному навчально-методичному матеріалі зібрано та узагальнено головні аспекти для доступного розуміння та вивчення студентом інформації.

Навчально-методичний матеріал підготовлений для студентів медичного факультету 1-го та 2-го курсу, а також для інтернів та викладачів.

Даний матеріал значно скоротить час при підготовки до теми «Будова клітини, клітинної оболонки, міжклітинних контактів та хіміко-фізичних властивостей клітинних структур.

Гістологічні терміни в даному матеріалі відповідають «Міжнародній гістологічній номенклатурі»

Успіхів у навчанні!

ЦИТОЛОГІЯ — НАУКА ПРО БУДОВУ, ФУНКЦІЇ ТА РОЗВИТОК КЛІТИН

Поняття про клітини

Клітина — (лат. — cellula, грец. — cytos) — жива система, яка складається із цитоплазми, ядра і являється структурно-функціональною одиницею будови, розвитку та життєдіяльності всіх живих організмів. Характерною особливістю є безперервний обмін речовин впродовж усього життя, постійна регенерація та розмноження.

У середині XIX століття Т. Шванн створив клітинну теорію. Її основні положення стверджували, що всі тканини складаються з клітин, а клітини тварин і рослин за принципом будови подібні між собою. Діяльність організмів – це сукупність життєдіяльності усіх клітин.

Великий вплив на подальший розвиток клітинної теорії зробив Р Вірхов. Він не тільки підсумував численні розрізнені факти, але й переконливо показав, що клітини є постійною структурою і виникають тільки шляхом розмноження, породжуючи собі подібні.

Сучасна клітинна теорія

1. Клітина — елементарна одиниця будови, функціонування та розмноження та розмноження всіх живих організмів;
2. Клітина — цілісна система, що складається з сукупності взаємопов'язаних структур та елементів;
3. Клітини різних органів гомологічні, тобто схожі за будовою і властивостями, мають спільне походження;
4. Багатоклітинний організм — складна система, що складається з великої кількості клітин та їхніх похідних, інтегрованих у тканини й органи, що пов'язані між собою за допомогою хімічних чинників (гуморальних, нейральних);
5. Клітини багатоклітинного організму тотипотентні — тобто мають набір генетичного матеріалу цілого організму і можливість диференціюватись у багато різних типів клітин.

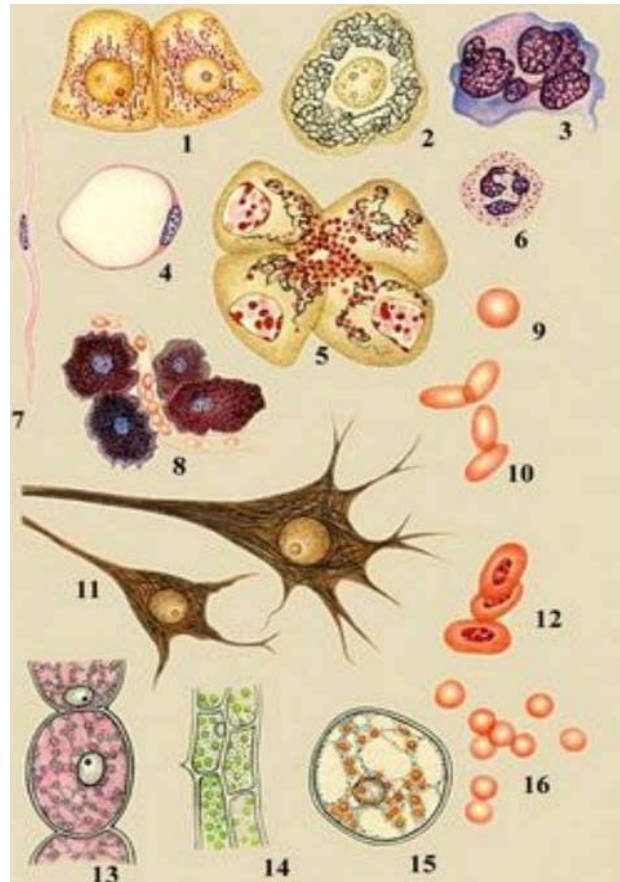
Кожна клітина складається із двох основних частин — цитоплазма і ядро.

До складу цитоплазми входить: клітинна оболонка (цитолема), органели, включення та гіалоплазма.

До складу ядра входить: ядерце, каріолема, каріоплазма та хроматин.

За формою клітини бувають:

1. Циліндричні (клітини епітелію кишки)
2. Кубічні (клітини сечових каналців нирки)
3. Плоскі (клітини, що вистеляють серозні оболонки, – мезотеліоцити)
4. Круглі (клітини крові)
5. Веретеноподібна (гладка м'язова клітина)
6. Зірчаста (нервова клітина)
7. Келихоподібна (клітина епітелію кишечника)
8. Війчаста (із багаторядного війчастого епітелію дихальних шляхів)
9. Крилоподібна (клітина сухожилка)
10. Клітини із джгутиками (сперматозоїд)
11. Багатоядерна клітина (остеокласт)
12. Без'ядерна клітина (еритроцит)



Протоплазма включає ядро та цитоплазму.

Цитоплазма складається із гіалоплазми, органел і включень.

Гіалоплазма

Гіалоплазма складає 50% об'єму цитоплазми і являє собою найбільш рідку частину цитоплазми. Вона включає цитозоль і цитоматрикс. Цитозоль – це вода з розчиненими у ній неорганічними і органічними речовинами. Цитоматрикс – це просторова (тримірна) сітка білкових молекул товщиною перекладин від 2 до 3 нм. У гіалоплазмі у завислому стані знаходяться органели і включення.

Хімічний склад цитоплазми.

У цитоплазмі живої клітини постійно відбуваються метаболічні процеси, тому це дуже рухлива, динамічна частина клітини.

З хімічних елементів найбільш поширеними є, перш за все, кисень і вуглець, а також водень і азот. Інші елементи (калій, натрій магній, барій, хлор, фосфор, залізо та ін.) представлені у значно менших кількостях.

Комбінація цих елементів дає усі неорганічні і органічні сполуки.

Серед неорганічних речовин найбільше води, яка складає в середньому 75-85 % від усієї цитоплазми. Вона може бути у вільному або зв'язаному стані. Значення води для організму полягає в тому, що:

- без неї не можуть відбуватися складні біохімічні процеси, бо вода є розчинником для реагуючих між собою речовин;
- використовується для виведення різних речовин із клітини;
- виступає як терморегулятор.

Неорганічні речовини у клітині також представлені мінеральними солями. Їх значення полягає в тому, що вони:

- підтримують кислотно-лужну рівновагу,
- регулюють осмотичний тиск,
- обумовлюють електричний заряд цитоплазми.

Органічні речовини представлені біополімерами: білками жирами і вуглеводами.

Розрізняють прості білки, найбільш поширеними серед яких є колаген, осейн кератин та ін, а також складні – протеїди. Прості білки складаються із амінокислот. Якщо до них приєднуються вуглеводи, виникають складні білки – глікопротеїди; якщо приєднуються ліпіди – ліпопротеїди.

Із полісахаридів зустрічається глікоген. Ліпіди в основному входять до складу ліпопротеїдів.

Фізико-хімічний стан та властивості цитоплазми клітини.

Жива цитоплазма – це складна колоїдна система, яка складається із двох фаз: десперсної фази і дисперсного середовища. Останнє представлене водою із розчиненими у ній мінеральними речовинами, а дисперсна фаза – завислими у дисперсному середовищі біополімерами.

Цитоплазма характеризується такими властивостями:

– Желатинізація. Це здатність до переходу колоїдної системи із більш рідкого стану – золя у більш щільний стан – гель. При цьому ніяких глибоких змін з речовинами, що утворюють колоїдний розчин, не відбувається: гель знову може переходити у золь, тобто це зворотній процес. Це пов'язано з тим, що завислі частинки колоїдного розчину (в основному білки) – міцелли – несуть на собі однойменний заряд (позитивний), тому при стиканні взаємно відштовхуються, завдяки чому рівномірно розподіляються у розчині. Але якщо під впливом певних факторів цей заряд нейтралізується, міцелли втрачають здатність до взаємного відштовхування, з'єднуються між собою, утворюючи великі скопичення у вигляді осаду. Це явище одержало назву коагуляції, яка призводить до смерті клітини.

- В'язкість.
- Певна гідратація і певне рН.
- Зарядність.

– Постійна динаміка.

Усі ці властивості визначаються в основному білками, так як вони:

- найбільші за розміром біополімери,
- характеризуються амфотерністю,
- мають різну архітектуру, тобто бувають глобулярними (відповідають стану золя) і фібрилярними (відповідають стану геля).

Клітинна оболонка (цитолема, плазмолема)

У регуляції постійності складу внутрішнього середовища, або гомеостазу клітини основну роль відіграє клітинна оболонка, з якою пов'язані усі процеси життєдіяльності клітини.

Це субмікроскопічна структура товщиною 10 нм.

В основі клітинної оболонки, як і інших мембранних структур клітини, лежить елементарна біологічна мембрана, яку можна виявити тільки електронномікроскопічним дослідженням: її товщина становить усього 5-7 нм.

Складається цитолема із трьох шарів: поверхневого надмембранного (глікокаліксу), елементарної біологічної мембрани і підмембранного (кортикального).

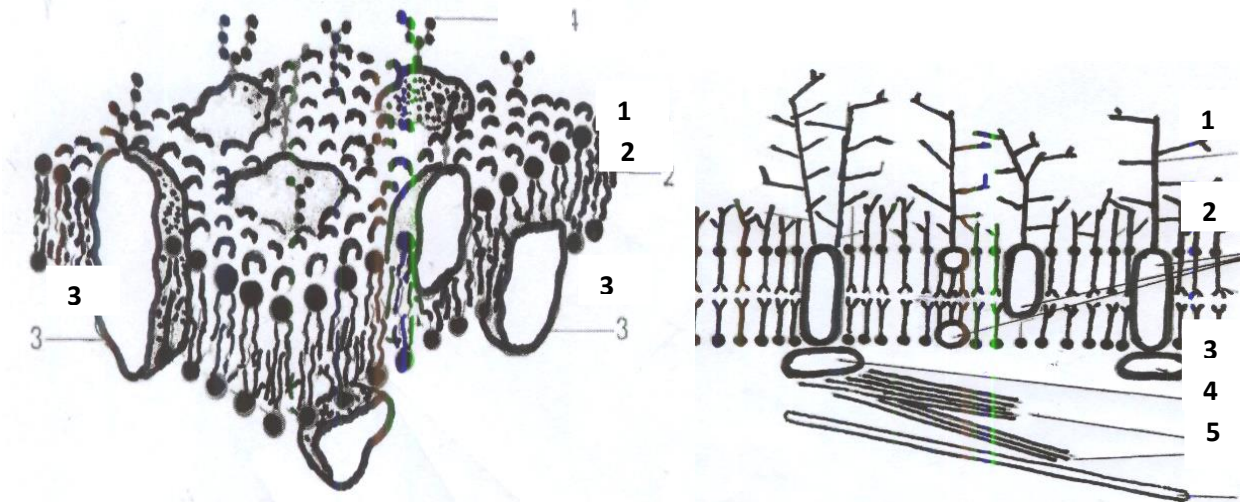
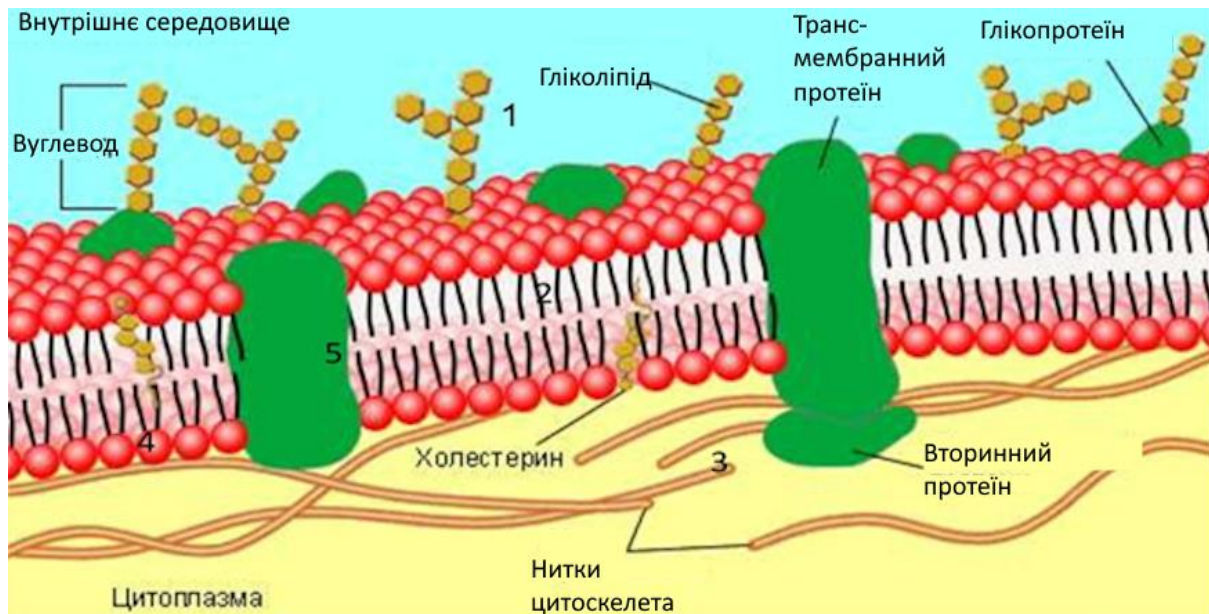


Рис. 4. Будова плазмолеми (схема)

А. Просторова будова плазмолеми: 1 – ліпіди, 2 – гідрофобна зона подвійного шару ліпідних молекул, 3 – інтегральні білки мембрани, 4 – полісахариди глікокаліксу. Б. Взаємодія компонентів плазмолеми і підмембранного (кортикального) шару плазмолеми: 1 – олігосахаридні ланцюги, 2 – інтегральні білки, 3 – молекули ліпідів, 4 – периферійні білки, 5 – мікрофіламенти, 6 – мікротрубочки.



Елементарна біологічна мембрана являє собою подвійний шар молекул фосфоліпідів, у який вмонтовані молекули білків. Молекули фосфоліпідів мають гідрофільні «головки» і подвійні гідрофобні «хвости». Ці два шари взаємодіють між собою таким чином, що молекули фосфоліпідів контактують своїми гідрофобними «хвостами», які утворені залишками жирних кислот, і відштовхуються гідрофільними „головками”. У цей подвійний шар фосфоліпідів частково або повністю втоплені молекули білків, які можуть бути:

- **Інтегральні та напівінтегральні**, що входять у конструкцію самої мембрани, Перші з них пронизують всю товщу біліпідного шару, а другі у значній мірі втоплені в ньому.
- **Переносники**, вмонтовані у поверхневий шар мембрани. Вони здатні захоплювати великі молекули і проштовхувати їх через мембрану в клітину проти градієнту концентрації.
- Які розміщені на поверхні ліпідів; це **адсорбовані**, або **периферійні** білки, які включають:
 - а. **рецептори**, які можуть приєднувати гормони або інші біологічно активні речовини;
 - б. **антитіла**, які здатні приєднувати антигени.

У залежності від функціонального стану клітини у межах біліпідного шару може відбуватися взаємне переміщення білкових молекул, і чим більше холестерину у складі цитодема, тим легше відбувається це переміщення. Отже, для елементарної біологічної мембрани характерна плинність структури.

Вище приведена модель плазмолемми одержала назву рідинно-мозаїчної Сігнер-Нікольсона. Термін «рідинна» означає те, що для неї характерна

плинність, текучість, тобто постійна динаміка, а термін «мозаїчна» – що інтегральні білки вмонтовані в біліпідний шар як мозаїка.

Надмембранний шар, або **глікокалікс** утворений вуглеводними компонентами (олігоцукрами) молекул глікопротеїнів та гліколіпідів, які виступають над зовнішньою поверхнею мембрани. Товщина цього шару 3-4 нм.

Глікокалікс має велике значення у функціонуванні клітини:

- за його участю здійснюється взаємодія з іншими клітинами (утворення міжклітинних контактів);
- виконує рецепторну функцію, тобто за його допомогою відбувається розпізнання структур мікрооточення;
- на глікокаліксі мікрворсинок обляміткових клітин тонкої кишки адсорбуються поживні речовини, що потрапляють у складі їжі, і велика кількість високоактивних ферментів, що забезпечують пристінкове травлення.

Із внутрішнім вмістом клітини контактує **підмембранний**, або **кортикальний шар** плазмолем. Він являє собою найв'язкішу частину цитоплазми, багатой мікрофіламентами і мікротрубочками, які формують високоорганізовану сітку. Цей шар плазмолем забезпечує:

- локомоторні (рухові) властивості клітини,
- відіграє роль цитоскелету,
- реалізує процеси екзоцитозу,
- забезпечує переміщення інтегральних білків плазмолем, тобто текучість її.

Трансмембранний транспорт

Транспорт речовин здійснюється крізь мембрани, що входять до складу плазмолем, ядерної оболонки та цитоплазматичних органел. Цей транспорт може відбуватися шляхом простої чи полегшеної дифузії і шляхом активного транспорту.

Проста дифузія — вид транспорту, в основі якого лежить перенесення речовин через мембрану за градієнтом концентрації без залучення специфічних транспортерів та витрат енергії. (O_2 , CO_2) через ліпідний шар.

Полегшена дифузія — перенесення через біомембрани речовин за градієнтом концентрації — через канали, утворені білками транспортерами. На регуляцію активності транспортерів (відкриття і закриття каналів) витрачається енергія. Зокрема, транспорт води здійснюється за посередництва специфічних каналів — аквапоринів; для перенесення глюкози та амінокислот існують специфічні білки-транспортери (GLUT1-4)

Активний транспорт реалізується проти градієнта концентрації за посередництва спеціалізованих білків-транспортерів (іонних насосів чи транспортерів спеціалізованих сполук).

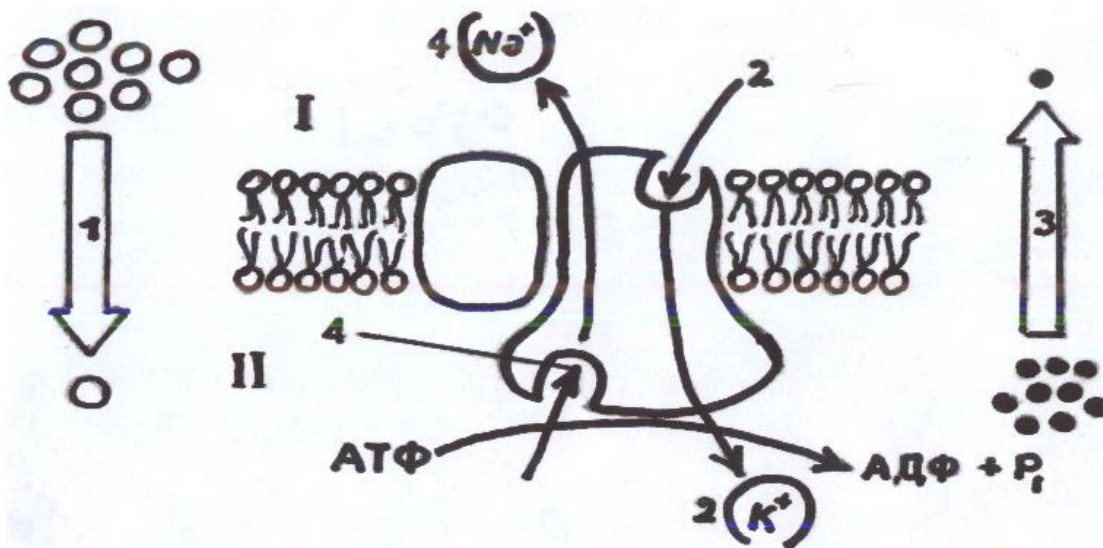


Рис. 13. $(\text{Na}^+ - \text{K}^+)$ АТФ-аза (схема)

1 – градієнт концентрації іонів на-трію, 2 – ділянка зв'язування калію, 3 – градієнт концентрації іонів ка-лію, 4 – ділянка зв'язування натрію, I – позаклітинний простір, II – внутрі-шньоклітинний простір

Міжклітинні контакти

Міжклітинні контакти — спеціалізовані ділянки поверхні клітини, якими вона прикріплюється до інших клітин або позаклітинного матриксу і можуть бути постійними або тимчасовими і виконувати різні функції. Їх поділяють на три групи:

Адгезивні контакти утворюються при взаємодії «клітина — клітина» або «клітина — елементи міжклітинного матриксу». Ці контакти можуть бути як тимчасовими (міграція лейкоцитів крізь судинну стінку) так і постійними (в епітеліях). У зоні адгезивного контакту клітини взаємодіють одна з іншою за допомогою глікокаліксу, тобто із залученням рецепторів адгезії. До рецепторів клітинної адгезії належать кадгерин (в епітеліях), інтегрин (у сполучній тканині), селектин та ICAM (молекули міжклітинної адгезії у клітинах крові та судинному ендотелії). Щілинний проміжок між плазмолемами клітин, що взаємодіють завширшки 10-20 нм.

Десмосоми — механічний зв'язок між клітинами. Зустрічаються в епітеліях та м'язовій тканині (між кардіоміоцитами серця). Діаметр десмосом

становить 0,15 мкм. У зоні десмосом між плазмалемами контактуючих клітини залишається щілина шириною 20-30 нм, заповнена електроннощільним матеріалом, у якому містяться трансмембранні адгезивні білки десмоглеїни та десмоколіни, котрі взаємодіють із білками пластинок прикріплення — десмоплакіном, плакоглобіном, десмокальміном.

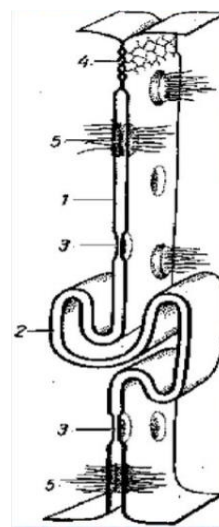
Напівдесмосоми складаються лише з однієї пластинки прикріплення. Щілина заповнена білками інтегринами між основою епітеліоцита і базальною мембраною.

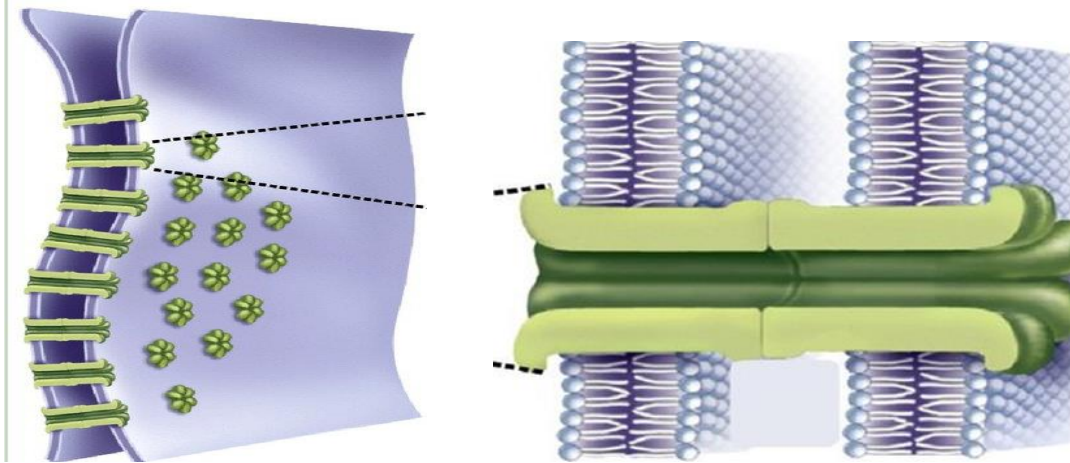
Щільні замикальні контакти характерні для апікальної поверхні епітеліальних клітин, ендотелію судин. Спостерігається максимальне зближення плазматичних мембран сусідніх клітин. Кінцеві ділянки інтегральних білків (оклюдинів, каудинів). За допомогою замикальних пластинок досягається повне відмежування міжклітинного простору від зовнішнього середовища. Це досягається завдяки блокуванню транспортером міжклітинної щілини, що забезпечує також і хімічну ізоляцію.

Щілинні контакти, або нексуси забезпечують обмін молекулами між сусідніми клітинами. Розміри цих контактів від 0,5 до 5 мкм. Утворені вони гексагонально розміщеними так званими конексонами діаметром 7-8 нм і каналом шириною близько 1,5 нм у центрі. Кожний конексон складається з шести субодиниць білків конексинів. Конексони пронизують плазмалему наскрізь. Канали двох конексонів змикаються «кінець в кінець» і таким чином встановлюється безпосередній хімічний зв'язок між цитоплазмами сусідніх клітин. У ділянках щілинних контактів плазмолемі суміжних клітин зближені на відстань до 2-4 нм. Прикладом є м'язові клітини міокарда, гладкі міоцити мязової оболонки матки, ооцит і фолікулярні клітини яєчника.

Синапси — спеціалізовані контакти між нервовими клітинами або між нервовими клітинами і м'язом, у зоні яких відбувається передача нервових імпульсів.

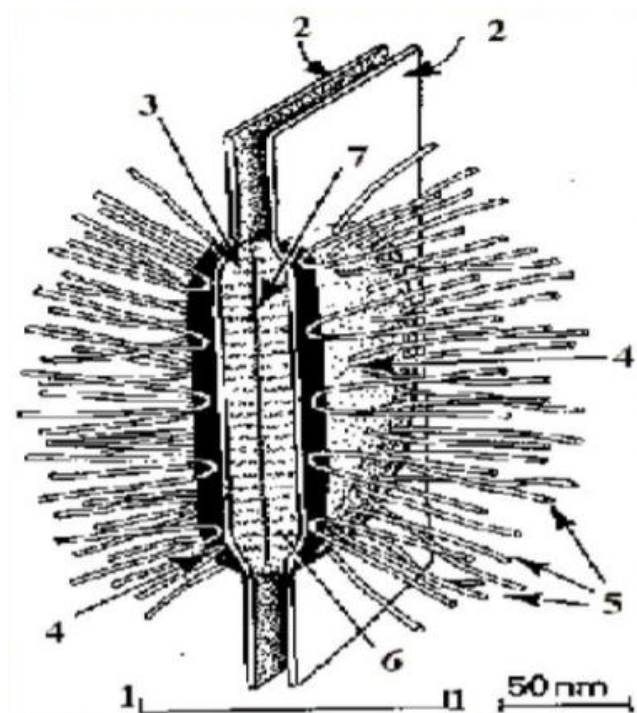
1. Просте міжклітинне з'єднання
2. Інтердигітація (пальцевидне з'єднання)
3. Щілиноподібне з'єднання (нексус)
4. Щільне з'єднання
5. Адгезивний пояс
6. Синапс





1. На мікрофотографії (А) представлений міжклітинний простір (1), який знаходиться поза нексусом; у ділянці нексуса (2) він різко звужується до щілини шириною 2 нм.
2. На схемі (Б) показані конексони (3) — циліндричні білкові канали, що проходять через дві плазмолеми (4) з однієї клітини в іншу.

Електронна мікрофотографія і схема десмосоми



1. А) десмосоми (1): плазматичні мембрани мають звичайну структуру (2).
Б) у ділянці ж десмосоми з'являються додаткові шари (3), а в цитоплазмі клітин від прикріпленої пластинки (4) відходять тонкі фібрили (5).

2. Між плазмолемою на схемі показані поперечні міжмембранні філаменти (6) і центральна перегородка (7), утворена злиттям зовнішніх країв глікокалікса сусідніх клітин.

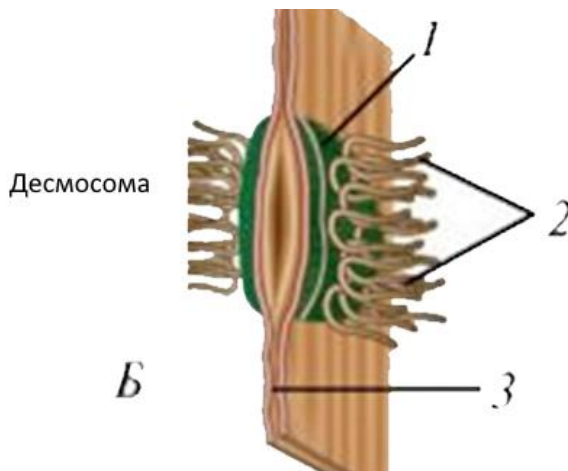
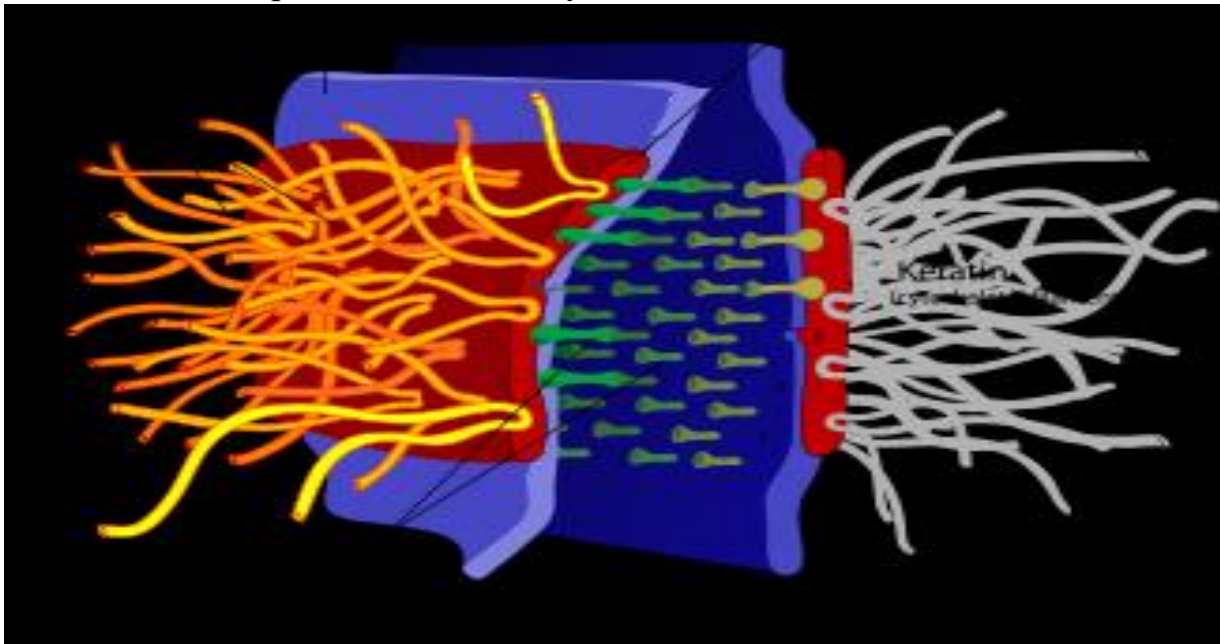
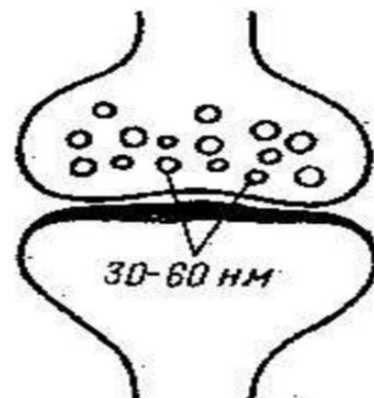


Схема будови синапсу

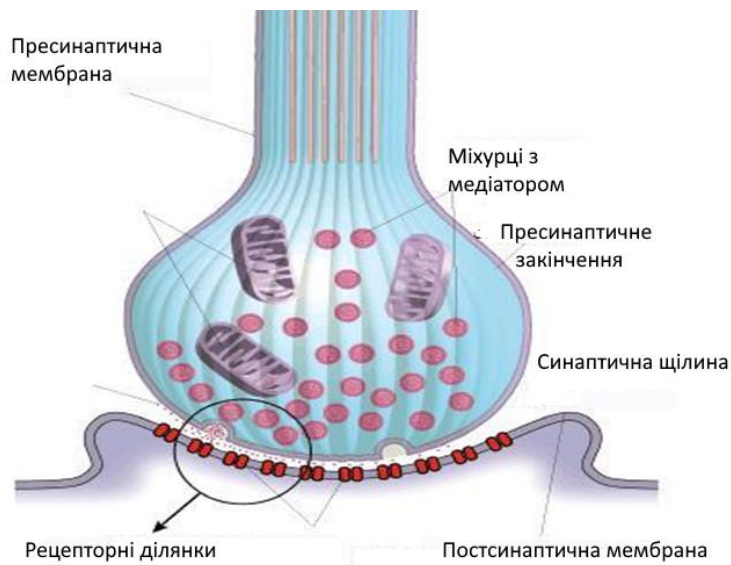
Синапс — структура, призначена для передачі нервового імпульсу з нервової клітини на другу нервову клітину чи на ефektorний орган.

У складі синапсу розрізняють:

1. Пресинаптичну мембрану
2. Синаптичну щілину
3. Постсинаптичну мембрану



Сигнал передається хімічною речовиною — нейромедіатором, яка діє на специфічні рецептори постсинаптичної мембрани.

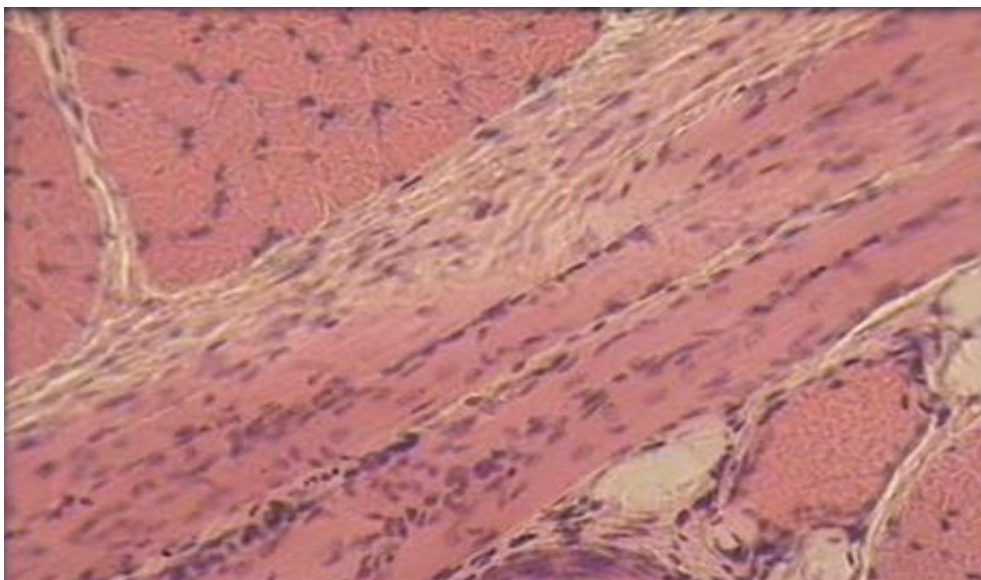


Неклітинні структури.

Розрізняють ядерні та без'ядерні неклітинні структури.

Ядерні представлені симпластами та синцитіями, а без'ядерні — міжклітинною речовиною сполучної тканини.

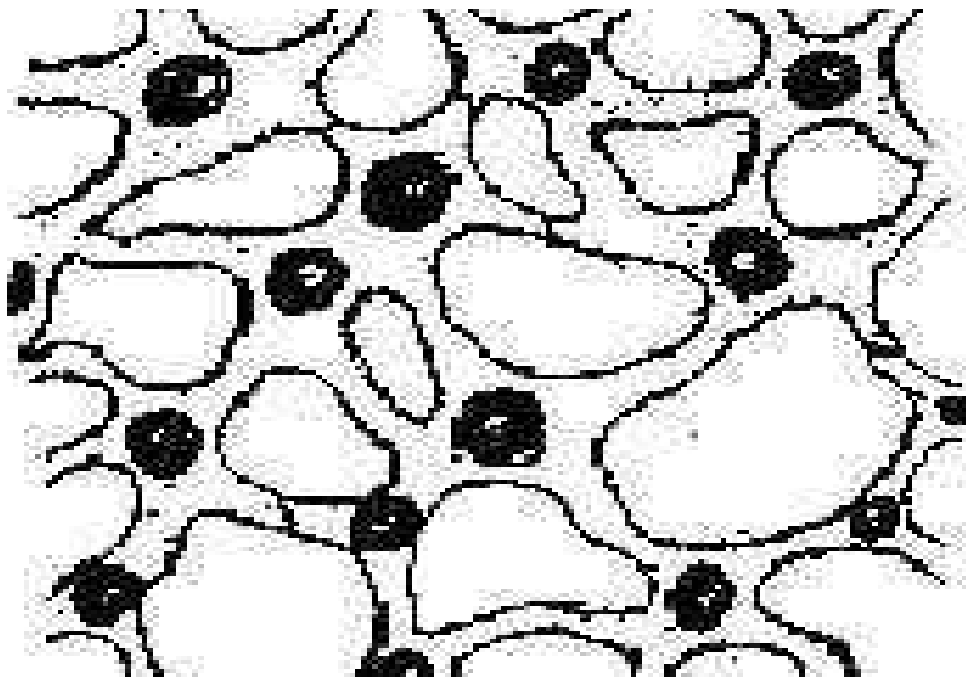
Сиспласт (від грецьк. *σύν* — разом і *plastós* — виліплений, утворений) — це утвір із багатьох клітин звичайних розмірів, які у процесі ембріонального розвитку зливаються одна з одною. Симпластична будова характерна для посмугованих м'язових волокон, деяких найпростіших, зародків ряду комах на ранніх стадіях розвитку.



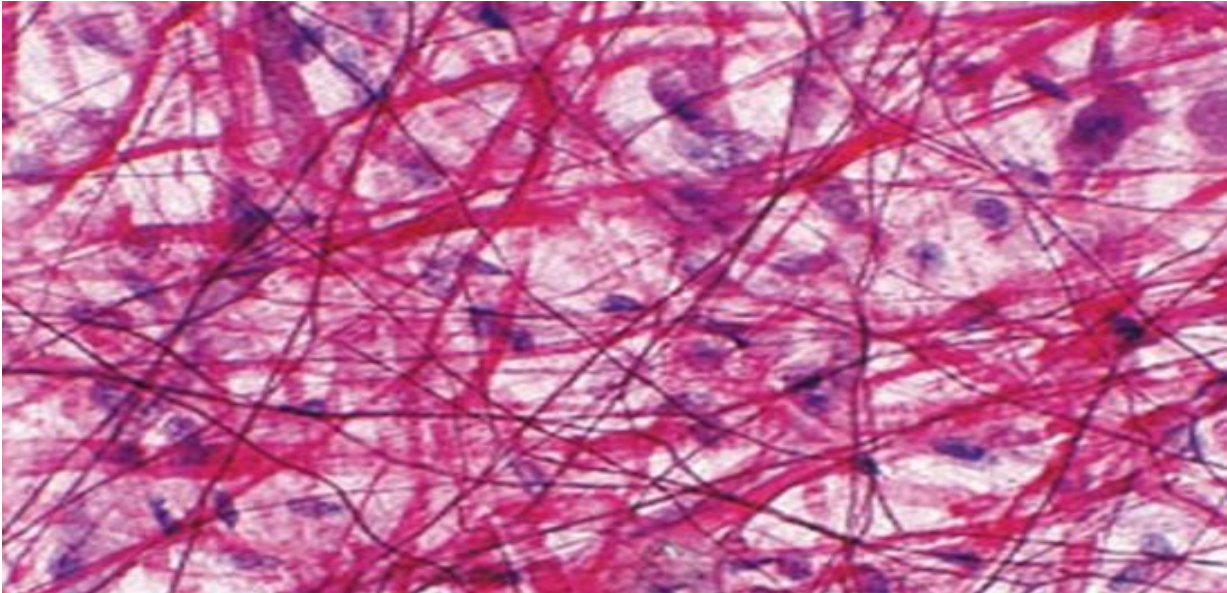
Синцитій, або **сукліття** — це утвір, в якому після поділу клітин залишається зв'язок між клітинами у вигляді цитоплазматичних місточків або відростків. Є справжні і несправжні синцитії.

Істинним синцитієм є одна із стадій утворення чоловічих статевих клітин, коли сперматогонії залишаються зв'язаними цитоплазматичними мітками.

Несправжні синцитії — це мезенхіма та ретикулярна тканина, в яких клітини з'єднуються в єдину сітку за допомогою відростків. У світловому мікроскопі межа не помітна, а в електронному видно, як плазмолема однієї клітини відділена від плазмолема іншої міжклітинними контактами.



Міжклітинна речовина складається з волокон і основної речовини; являється продуктом секреції клітин. Прикладом є основна речовина волокна пухкої волокнистої сполучної тканини і плазма крові та лімфи.



Органели

Органели — постійні структури цитоплазми, які мають певну будову і виконують спеціальну функцію.

Класифікація органел

Органели загального призначення:

- **мембранні:** ендоплазматична сітка, пластинчастий комплекс (комплекс Гольджі), мітохондрії, лізосоми та пероксисоми.
- **Немембранні:** центросома, рибосоми, мікротрубочки, мікрофіламенти, протеасоми.

Органели спеціального призначення: війки, міофібрили, нейрофібрили, синаптичні пухирці, тонофібрили, базофільна речовина.

Мембранні органели

Мітохондрії

Мітохондрії – мікроскопічні мембранні органели загального призначення.

◆ Розміри: товщина 0,5 мкм, довжина від 1 до 10 мкм.

◆ Форма: овальна, витягнута, неправильна.

◆ Будова: мітохондрія обмежена двома мембранами завтовшки біля 7 нм.

1) *Зовнішньою гладкою мітохондріальною мембраною* (*membrana mitochondrialis externa*), яка відмежовує мітохондрію від гіалоплазми. Вона має рівні контури, являє собою замкнутий мішок.

2) *Внутрішньою мітохондріальною мембраною* (*membrana mitochondrialis interna*), яка утворює вирости, складки (кристи) всередину мітохондрії і обмежує внутрішній вміст мітохондрії – матрикс, який являє собою електронно-щільну речовину.

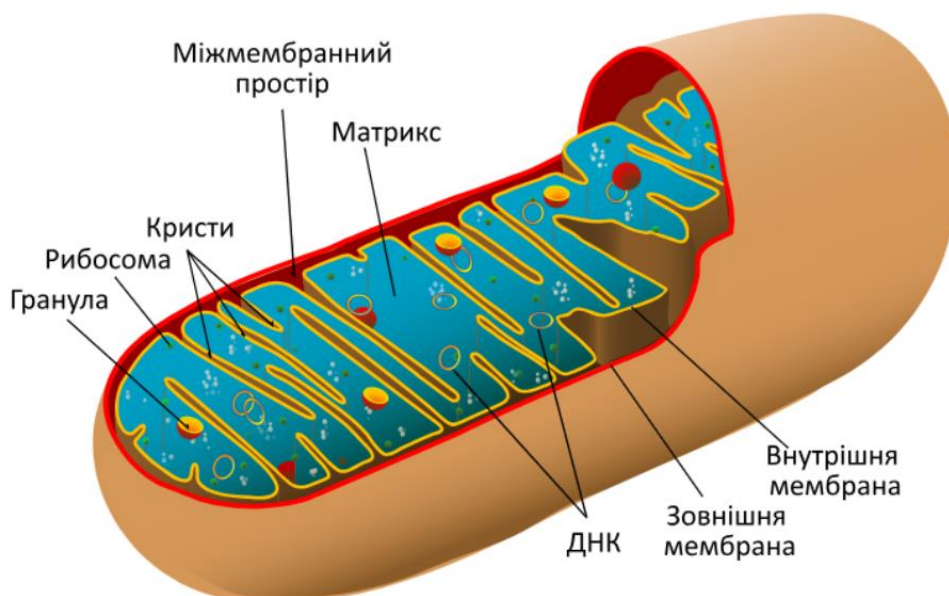
Матрикс має тонкозернисту будову і містить тонкі нитки товщиною 2-3 нм і гранули розміром близько 15-20 нм. Нитки є молекули ДНК, а дрібні гранули - рибосоми.

◆ Функції мітохондрій

1. Синтез і накопичення енергії у вигляді АТФ; відбувається в результаті процесів окислення органічних речовин і фосфорилування АДФ з утворенням АТФ. Ці реакції протікають за участю ферментів циклу трикарбонових кислот, локалізованих в матриксі. Мембрани крист мають системи подальшого транспорту електронів і зв'язаного з ним окислювального фосфорилування.

2. Синтез білка. Мітохондрії в своєму матриксі мають автономну систему синтезу білка. Це єдина органела, яка має молекули власної ДНК, вільної від гістонних білків. У матриксі мітохондрій також відбувається утворення рибосом, які синтезують ряд білків, що не кодуються ядром, і використовуються для побудови власних ферментних систем.

3. Регуляція водного обміну.



Лізосоми

Лізосоми (lisosomae) – субмікроскопічні мембранні органели загального призначення.

- ◆ Розміри: 0,2-0,4 мкм
- ◆ Форма: овальна, дрібна, куляста.
- ◆ Мають у своєму складі протеолітичні ферменти (відомо більше 60), які здатні розщеплювати різні біополімери. Ферменти розташовуються в замкнутому мембранному мішечку, який попереджає їх попадання в гіалоплазму.

Серед лізосом розрізняють чотири типи:

1. первинні,
2. вторинні (гетерофагосоми, фаголізосоми),
3. аутофагосоми,
4. залишкові тільця.

Первинні лізосоми – це дрібні мембранні міхурці розміром 0,2-0,5 мкм, заповнені неструктурованою речовиною, що містить гідролітичні ферменти в неактивному стані (маркерним є кисла фосфатаза).

Вторинні лізосоми (гетерофагосоми) або внутріклітинні травні вакуолі, які формуються при злитті первинних лізосом з фагоцитарними вакуолями. Ферменти первинної лізосоми починають контактувати з біополімерами, і розщеплюють їх до мономерів. Останні транспортуються через мембрану в гіалоплазму, де відбувається їх реутилізація, тобто включення в різні обмінні процеси.

Аутофагосоми (аутолізосоми) – постійно зустрічаються в клітинах найпростіших, рослин і тварин. За своєю морфологією їх відносять до вторинних лізосом, але з тією відмінністю, що у складі їхніх вакуолей зустрічаються фрагменти або навіть цілі структури цитоплазми – такі, як мітохондрії, рибосоми, гранули глікогену.

Залишкові тільця (corpusculum residuale) – оточені елементарною біологічною мембраною нерозщеплені залишки. Вони містять невелику кількість гідролітичних ферментів; у них відбувається ущільнення вмісту, його перебудова. Часто в залишкових тільцях відбувається вторинна структуризація не перетравлених ліпідів, які утворюють шаруваті структури. Там же спостерігається відкладення пігментних речовин – пігменту старіння, що містить ліпофусцин.

- ◆ Функція – перетравлення біогенних макромолекул, модифікація продуктів, що синтезуються клітиною, за допомогою гідролаз.



Пероксисоми

Пероксисоми (peroxysoma) – субмікроскопічні мембранні органели загального призначення.

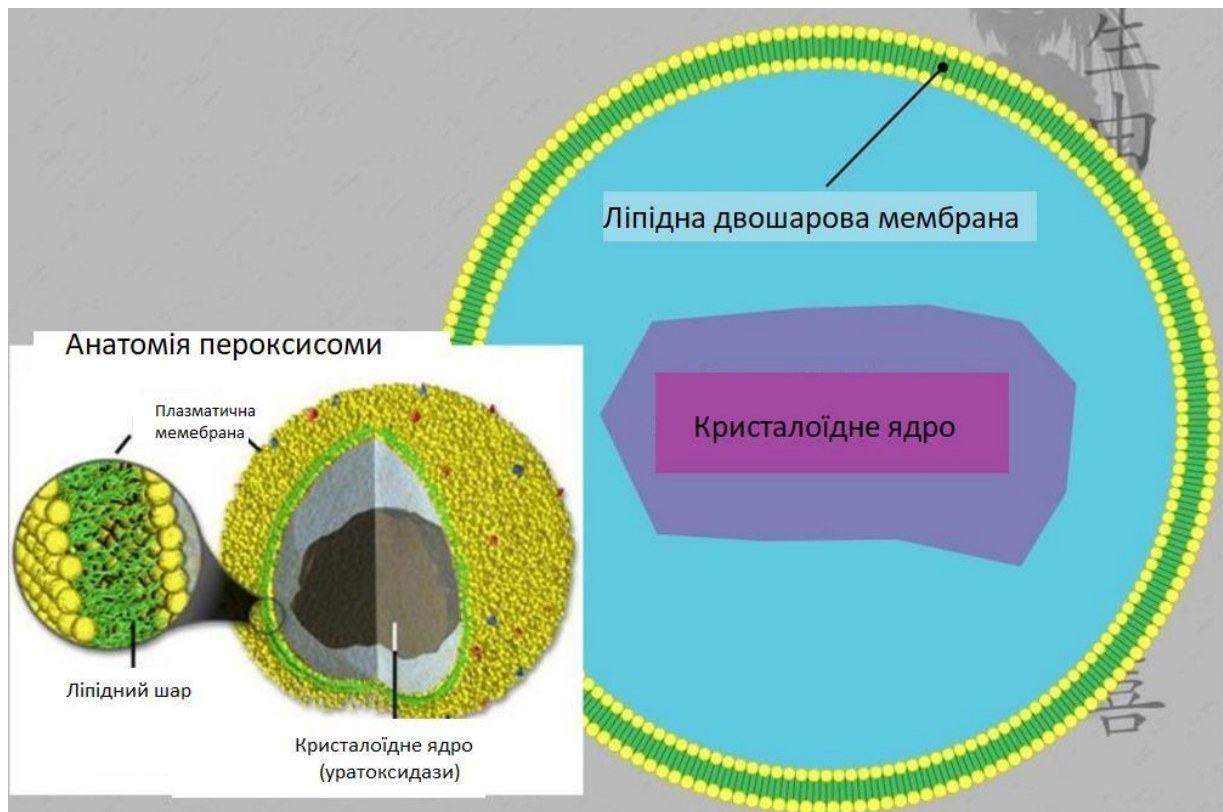
◆Розміри: 0,3-1,5мкм.

◆Форма: овальна.

◆Будова: це тільця, обмежені мембраною; містять гранулярний матрикс, у центрі якого часто видно кристалоподібні структури, що складаються з волокон і трубок, – кристалоїд, який являє собою концентровані ферменти.

Утворюються пероксисоми на розширених сторонах цистерн ендоплазматичної сітки і характерні для клітин печінки і нирок. Матрикс пероксисоми заповнений ферментами окислення амінокислот, внаслідок чого утворюється перекис водню, а також виявлений фермент каталаза, що розщеплює перекис.

◆Функція: утилізація хімічно активного атомарного кисню, розщеплення етилового спирту, сечової кислоти, регулюють обмін ліпідів.



Ендоплазматична сітка

Ендоплазматична сітка (*reticulum endoplasmaticum*) – субмікроскопічна мембранна органела загального призначення, яка утворює єдину внутріклітинну циркуляторну систему. Вона являє собою систему каналців, трубочок, мішечків і цистерн.

Розрізняють два види ендоплазматичної сітки:

1. *Гладка ендоплазматична сітка*, або *агранулярна* (*reticulum endoplasmaticum pongranulosum*) утворена мембранними структурами у вигляді вакуолей і каналців діаметром 50-100 нм.

Функції:

- бере участь у завершальних етапах синтезу ліпідів і вуглеводів,
- у печінкових клітинах також дезактивує різні шкідливі для організму речовини, які є кінцевими продуктами обміну речовин, а також речовин, що потрапляють у організм ззовні;
- у посмугованих м'язових волокнах також депонує іони кальцію, які необхідні для скорочення.

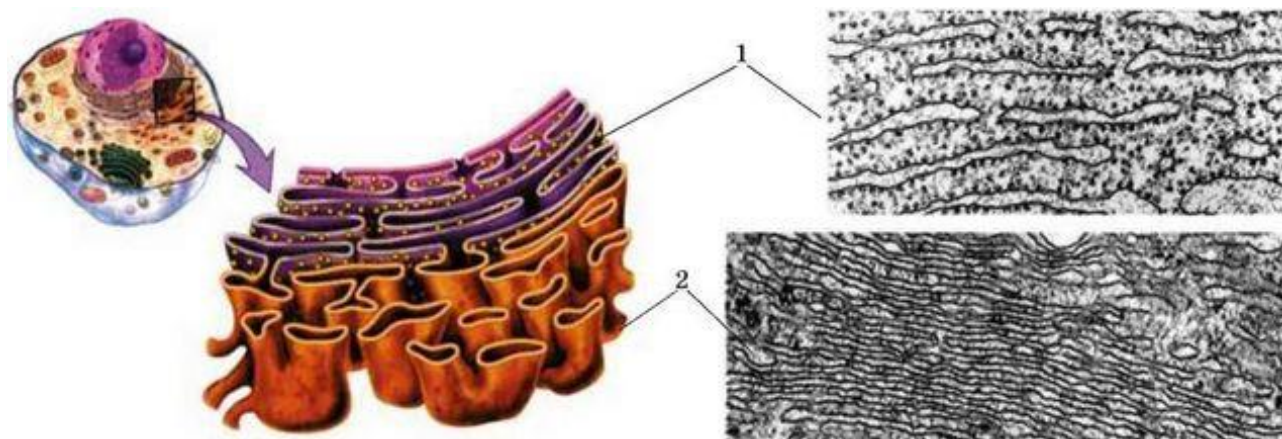
2. *Гранулярна ендоплазматична сітка* (*reticulum endoplasmaticum granulosum*).

♦ Розмір: ширина її структур вар'ює від 20 до 1000 нм.

♦ Будова: утворена подвійною мембраною, що утворює мішки, цистерни та каналці. Є системою трубочок, мішечків і сплюснених цистерн; на мембранах з боку гіалоплазми знаходяться рибосоми.

♦ Функція обумовлена наявністю рибосом і полягає в біосинтезі білків як для потреб клітини, так і для експорту за її межі (синтез експортних білків

може сягати 90% усіх синтезованих білків). Окрім цього, в гранулярній еєндоплазматичній сітці відбувається утворення мембранних структур клітини.



1. Диктіосома
2. Система порожнин у вигляді цистерн

Пластинчастий комплекс, або комплекс Гольджі

Пластинчастий комплекс - це мікроскопічна мембранна органела загального призначення, в якій завершується процес формування продуктів синтетичної діяльності клітини.

Будова - пластинчастий комплекс представлений сукупністю зв'язаних між собою 5-10 плоских цистерн, які розміщуються так, що нагадують стос тарілок, обернених опуклою поверхнею до клітинної оболонки, в ввігнутою – до ядра. Така окрема зона скупчення цистерн називається диктіосомою. Цистерни, що знаходяться ближче до ядра, знаходяться у цис-положенні (це дистальна ділянка), а ті, що знаходяться ближче до клітинної оболонки – у транс-положенні (проксимальна ділянка). Цистерни звужені в центрі, а на периферії розширені (ширина їх не постійна). Товщина цистерн у центрі близько 25 нм, а відстань між ними 20 нм. Проміжки між ними заповнені гіалоплазмою.

Від розширених ділянок цистерн, що знаходяться у транс-положенні, постійно відділяються мембранні транспортні міхурці, що транспортують у бік клітинної оболонки синтезовані речовини. Потім вони зливаються з клітинною оболонкою, викидаючи свій вміст за межі клітини; міхурці також можуть виштовхуватися назовні.

Але не всі міхурці, що відділяються від цистерн, є транспортними: частина з них – це лізосоми і пероксисоми.

Функції.

- У пластинчастий комплекс із еєндоплазматичної сітки надходять синтезовані там білки, ліпіди і вуглеводи, де тимчасово накопичуються.
- Відбувається сегрегація цих речовин (відособлення) і їх хімічні перетворення, зокрема синтезуються полісахариди; дозрівання

(модифікація) їх. Зокрема, відбувається глікозування; дисоціація їх із білками з утворенням мукополісахаридів.

- Виведення готових продуктів за межі клітини за допомогою мембранних транспортних міхурців.
- Утворення первинних лізосом і пероксисом.



Немембранні органели загального призначення.

Рибосоми

Рибосоми (ribosomae) – субмікроскопічна немембранна органела загального призначення, яка забезпечує синтез білкових і поліпептидних молекул.

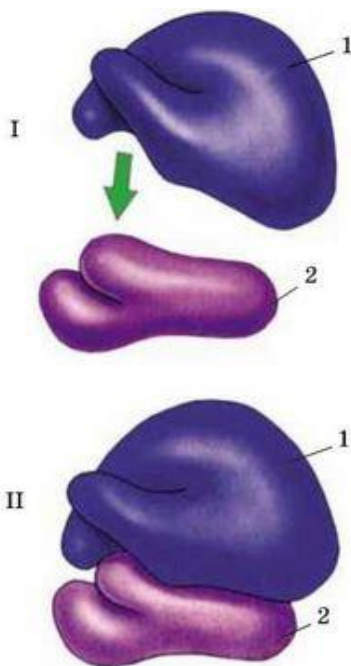
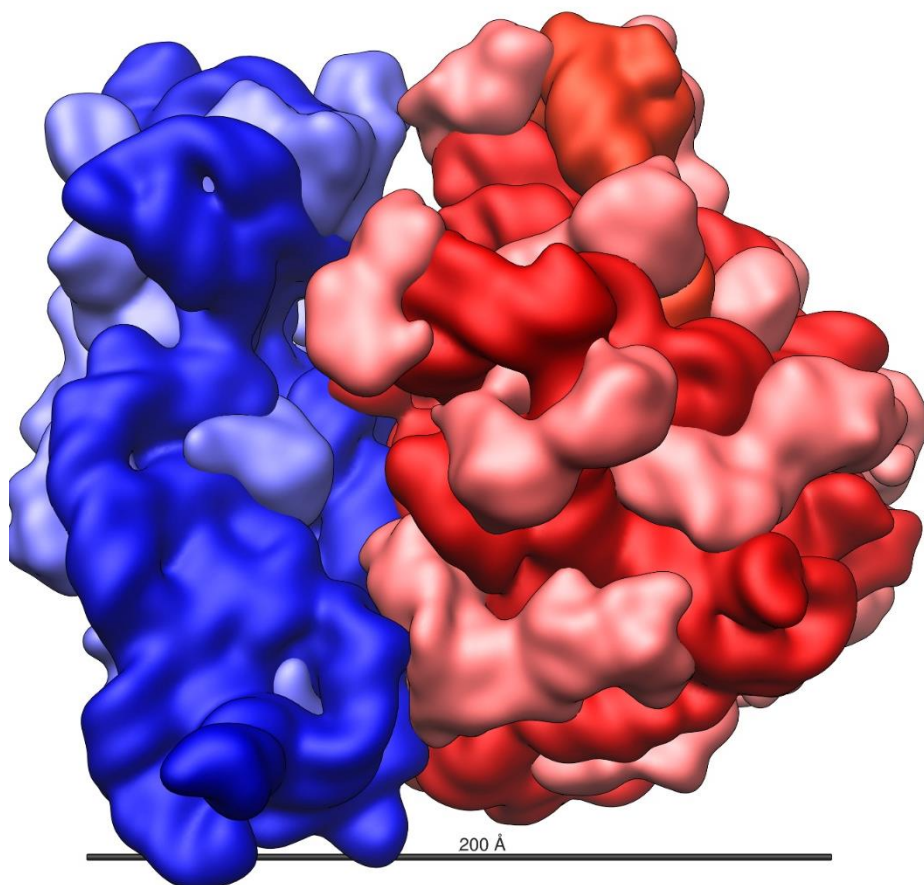
- ◆ Розміри: 25 x 20 x 20 нм.
- ◆ Форма: нагадує гриб.
- ◆ Будова: рибосоми представляють складні рибонуклеопротейди, до складу яких входять білки і молекули РНК в співвідношенні 1:1.

Рибосома складається з двох субодиниць – великої та малої.

Кожна субодиниця складається з рибонуклеопротейдного тяжа, в якому рРНК, взаємодіючи з різними білками, утворює тіло рибосоми. З'єднання двох субодиниць нагадує гриб.

У клітині розрізняють одиничні рибосоми, а також рибосоми, «нанизані» на інформаційну РНК, – полірибосоми, або полісоми. Окрім цього, рибосоми можуть вільно розташовуватися в гіалоплазмі й бути пов'язаними з мембранами ендоплазматичної сітки.

- ◆ Функція – синтез білка. Вільні рибосоми здійснюють синтез білка для потреб клітини, а зв'язані – синтез білка на експорт.



- 1. Велика субодиниця
- 2. Мала субодиниця

Центросома

Центросома (клітинний центр, cytocentrum) – мікроскопічна немембранна органела загального призначення, яка бере участь у формуванні веретена поділу, забезпечує розходження хромосом при діленні клітини.

Ця органела є характерною для всіх соматичних клітин тварин і людини, за винятком жіночих статевих клітин. У клітині, яка не готується до поділу, розташована біля ядра.

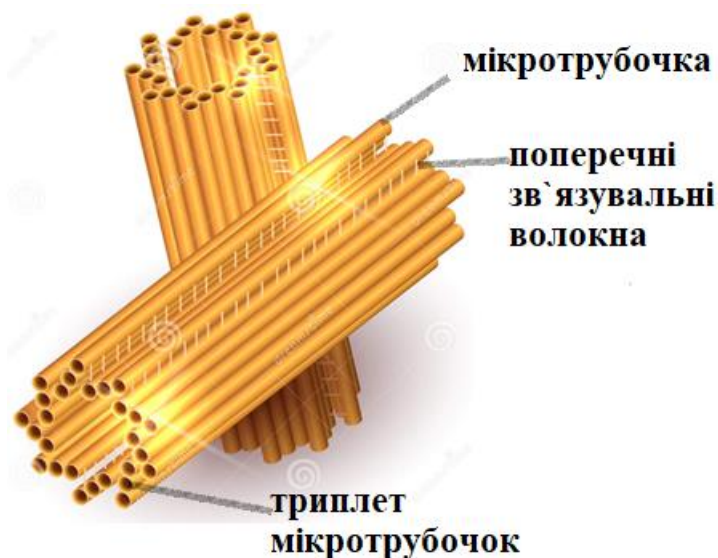
♦Будова. Центросома складається з двох центріолей, оточених центросферою. Центросфера являє собою гіалоплазму, пронизану мікротрубочками та мікрофіламентами, які орієнтовані радіально. У центрі центросфери знаходяться дві центріолі (диплосома), які розташовуються поряд, – материнська та дочірня. Обидві центріолі розташовуються таким чином, що кінець дочірньої направлений до поверхні материнської перпендикулярно. Навколо кожної центріолі розташовується безструктурний або тонковолокнистий матрикс; іноді виявляється декілька додаткових структур, пов'язаних з центріолями, – сателіти (супутники).

Центріолі (centriolum) складаються з розташованих по колу 9 триплетів мікротрубочок, які утворюють трубку шириною 0,2 мкм і довжиною 0,3-0,5 мкм. Триплети з'єднуються за допомогою спеціальних структур – ручок, які складаються з динеїна – скоротливого білка, для якого характерним є наявність АТФ-азної активності, що грає вирішальну роль в реалізації рухової функції центріолей. Систему мікротрубочок центріолей можна описати формулою $(9 \times 3) + 0$, показуючи відсутність мікротрубочок в центральній її частині.

У складі центріолей є також спеціалізовані ділянки – центри організації мікротрубочок. Перед початком мітозу центріоля є одним із центрів полімеризації мікротрубочок веретена поділу, тобто на цих ділянках відбувається «зборка» з молекул білка тубуліну, що сюди транспортується, мікротрубочок веретена поділу.

Під час підготовки клітини до поділу центріолі у диплосомі дещо віддаляються одна від одної і біля кожної з них виникає по одній новій. Цей процес носить назву дуплікації. Збільшення кількості центріолей відбувається шляхом утворення зачатка (процентріолі) поблизу і перпендикулярно до вже існуючої.

♦Функції: забезпечення розходження хромосом до полюсів клітини у анафазі непрямого поділу (мітозу).



Мікрофіламенти

Мікрофіламенти (microfilamenti) – субмікроскопічні немембранні органели загального призначення, які виконують роль цитоскелету.

Залежно від будови і функції мікрофіламенти діляться на:

- 1) Власне мікрофіламенти;
- 2) Проміжні мікрофіламенти.

Власне мікрофіламенти характерні практично для всіх клітин і локалізовані в кортикальному шарі цитоплазми безпосередньо під плазмолемою.

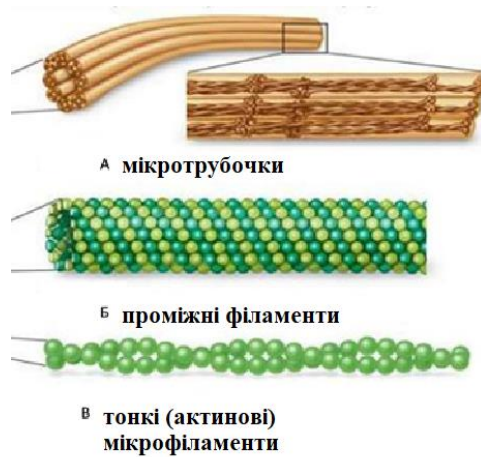
♦Будова: це тонкі волокна, діаметром від 5 до 7 нм, що складаються з білків: актину, міозину, тропоміозину.

♦Функції – власне мікрофіламенти є внутріклітинним скоротливим апаратом, який забезпечує не тільки рухливість клітини, але й більшість внутрішньоклітинних рухів, потоки цитоплазми, рух мітохондрій, поділ клітин.

•Проміжні мікрофіламенти або мікрофібрили (microfibrillae) – це утвори білкової структури.

♦Будова: це тонкі нитки, часто розташовані пучками діаметром 10-15 нм. Характерним є те, що структурний склад їх різний у різних тканинах. Мікрофіламенти епітелію складаються з білка кератину, у мезенхімних клітинах тканин – з білка десміну.

♦Функція: відповідають за збереження клітиною своєї форми.



Мікротрубочки

Мікротрубочки (microtubuli) – субмікроскопічні мембранні органели загального призначення.

♦Будова. Мікротрубочки мають зовнішній діаметр 25 нм, внутрішній - 15 нм, товщину стінки – 5 нм. Побудовані вони з глобулярних білків тубулінів (димери), молекули яких здатні полімеризуватися особливим чином, нанизуючись одна на одну і утворюючи округлі субодиниці величиною 5 нм. У результаті утворюється структура, яка нагадує намисто, «намистинками» якого є субодиниці тубуліну. Таких «намист» є 13. Вони розміщені щільно вздовж мікротрубочки.

Мікротрубочки входять до складу складно організованих спеціальних органел, зокрема центріолей і базальних тілець, а також є основними структурними елементами поствійних структур – війок і джгутиків, а також непоствійних – цитоскелет інтерфазних клітин, веретено поділу.

♦Функції:

- транспорт органел і різних речовин,
- створення еластичного і одночасно стійкого цитоскелету, необхідного для підтримки форми клітини.

Війки і джгутики

Це органела спеціального призначення, зустрічаються в деяких клітинах різних організмів.

Війки (cilium) представляють тонкі циліндрові вирости цитоплазми.

♦Розміри: діаметр 200 нм, довжина 5 – 10 мкм.

♦Будова: від основи до верхівки покриті клітинною оболонкою. Усередині виросту розташовується осьова нитка (аксонема), яка являє собою складну структуру, що складається в основному з мікротрубочок. Проксимальна частина війки (базальне тільце) занурено в цитоплазму.

Аксонема (filamentum axiale) складається з 9 дуплетів мікротрубочок, які, з'єднуючись за допомогою ручок, утворюють стінку циліндра аксонемі. У центрі аксонемі розташовується пара центральних мікротрубочок. Система мікротрубочок аксонемі має формулу $(9 \times 2) + 2$.

Базальне тільце (corpusculum basale) складається з 9 триплетів мікротрубочок, що з'єднуються між собою за допомогою ручок. Система мікротрубочок базального тільця має формулу $(9 \times 3) + 0$; як і в центріолі. Іноді в основі аксонемі може лежати пара базальних тілець, розташованих під прямим кутом один до одного.

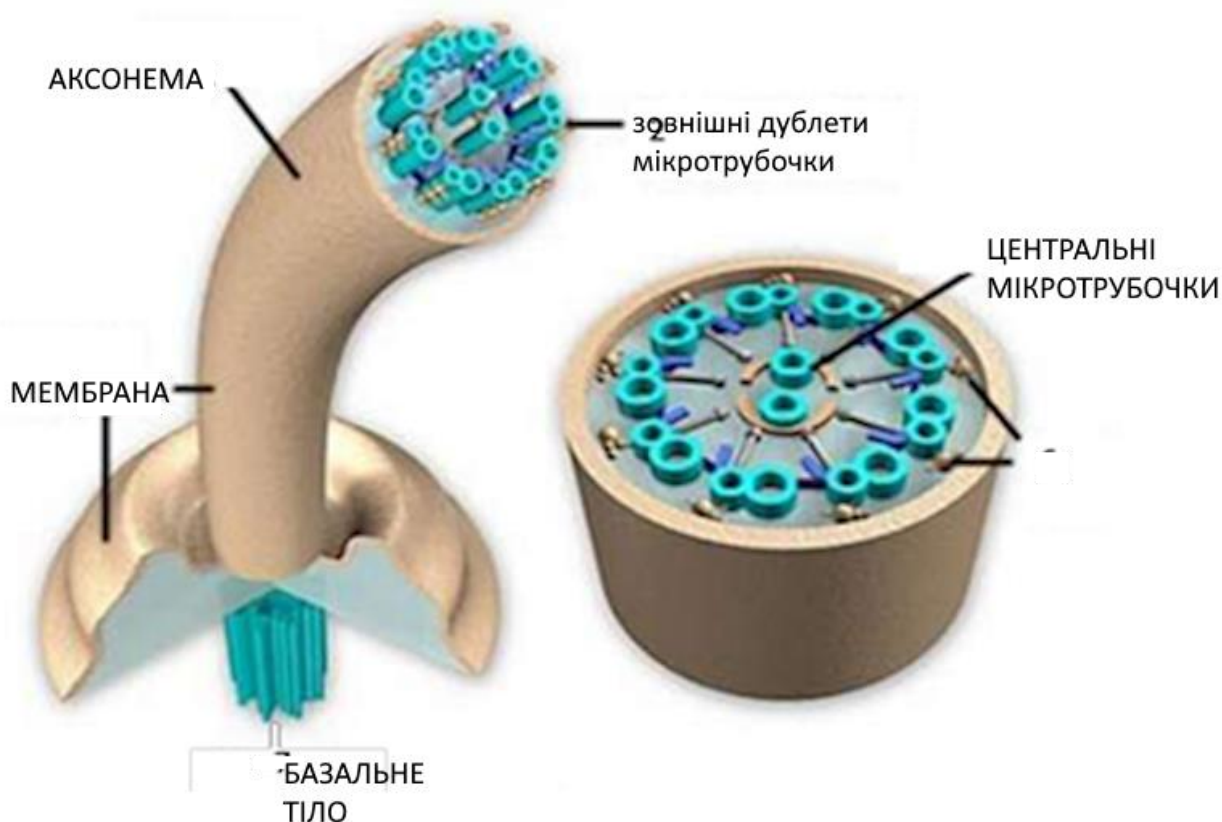
Аксонеми і базальні тільця структурно зв'язані між собою і складають єдине ціле: дві мікротрубочки триплетів базального тільця є мікротрубочками дублетів аксонем.

Джгутики (flagellum) – це тонкі циліндрові вирости цитоплазми, які за своєю будовою подібні до війок.

♦ Розміри: діаметр близько 200 нм, довжина 150 мкм.

Так само, як і війки, мають базальне тільце і аксонему.

♦ Функції: вільні клітини, що мають джгутики, здатні пересуватися; нерухомі клітини рухом війок можуть переміщати рідину і корпускулярні частинки.



Включення

Включення цитоплазми (*inclusiones cytoplasmicae*) – непостійні компоненти клітини, що виникають або зникають залежно від метаболічного стану. Вони не мають строго визначеної будови.

Розрізняють наступні типи включень:

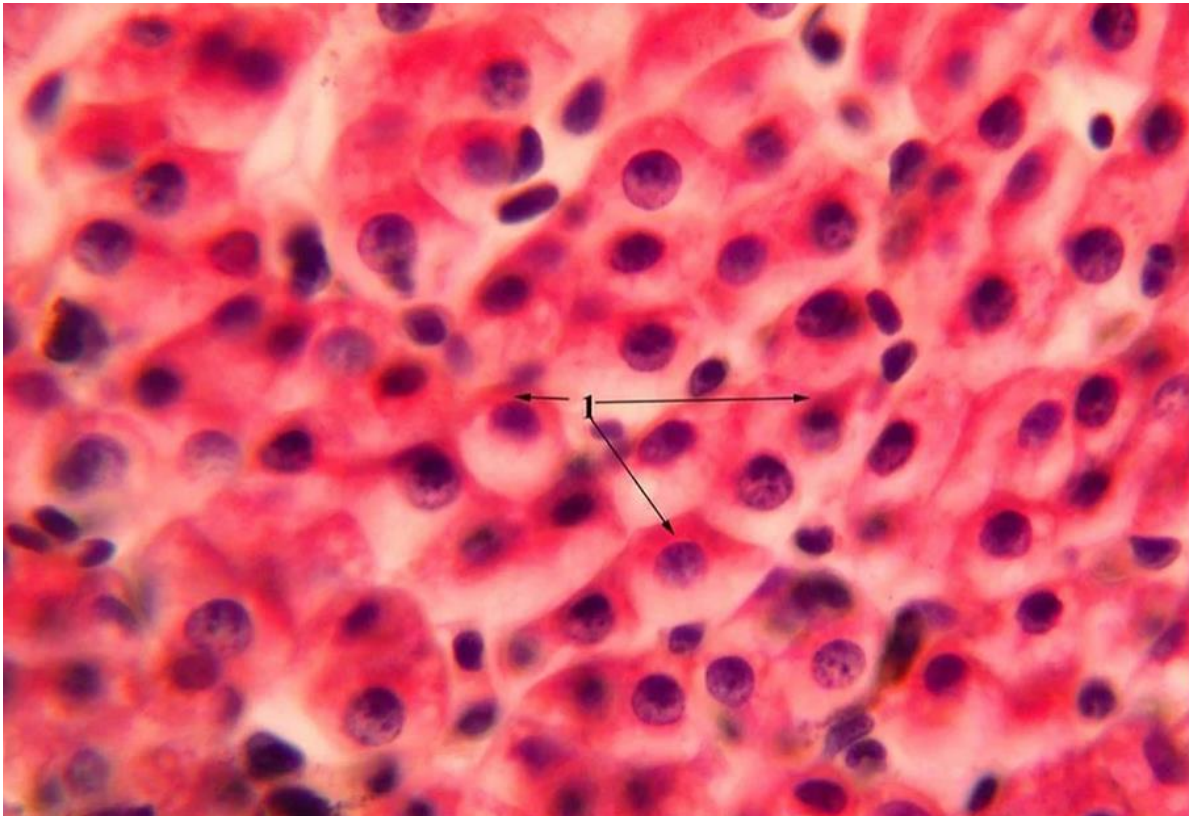
1. Секреторні;
2. Трофічні;
3. Екскреторні;
4. Пігментні.

Секреторні включення – утвори, які мають округлу форму, різні розміри. Містять біологічно активні речовини, що утворюються в результаті секреторної діяльності клітини (гормони, ферменти та ін.)

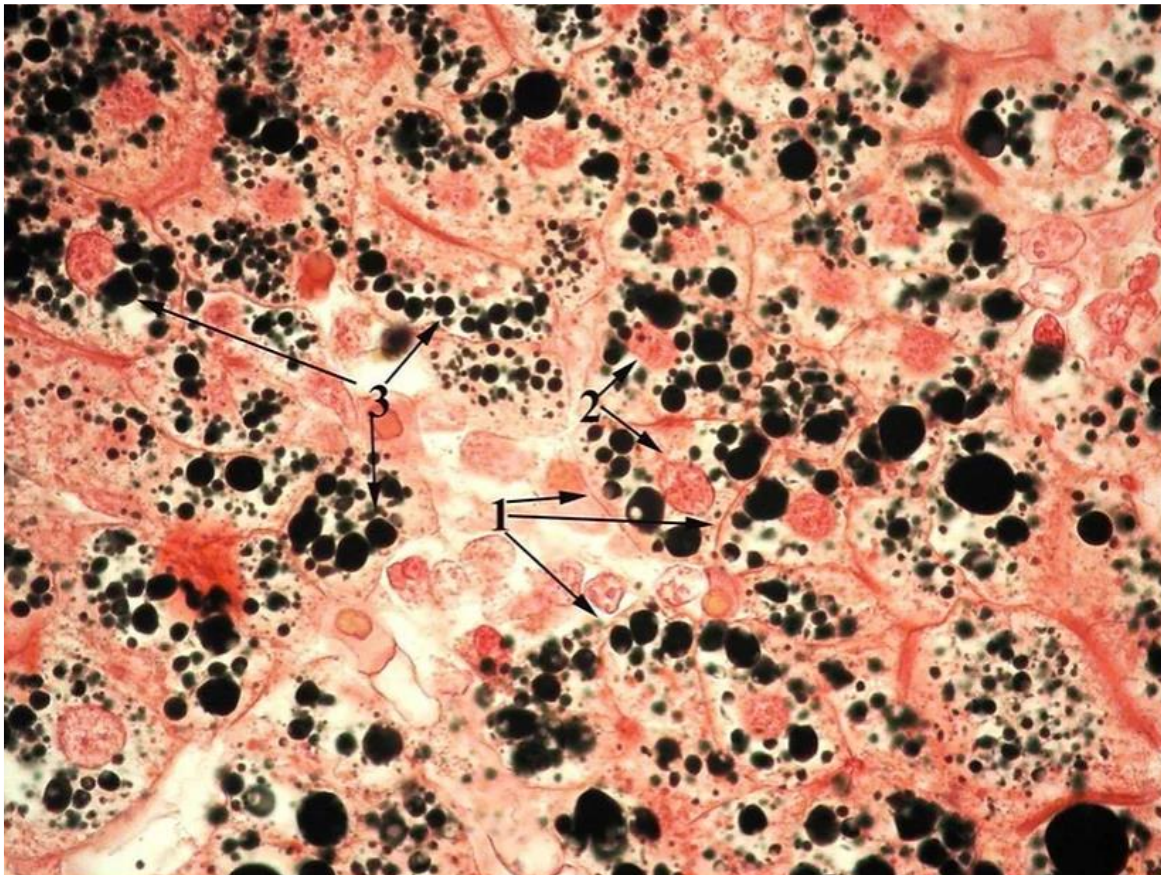
Трофічні включення – це можуть бути крапельки нейтральних жирів, глікоген, білкові молекули у вигляді гранул.

Екскреторні включення – речовини, які не містять ферментів або інших активних речовин, і, як правило, підлягають видаленню з клітини.

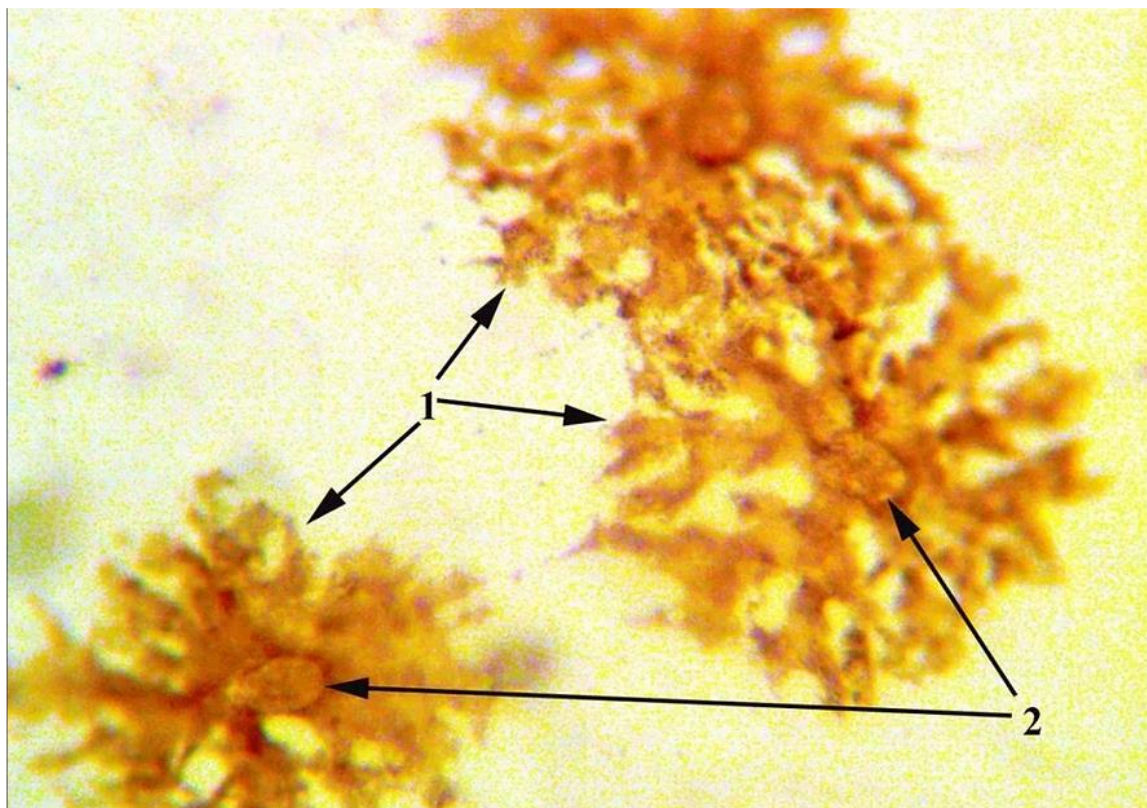
Пігментні включення можуть бути екзогенні (каротин, пилові частинки, барвники) і ендогенними (гемоглобін, гемосидерин, білірубін, меланін, ліпофусцин). Наявність їх в тканині може приводити до зміни кольору тканини чи органу (тимчасово або постійно).



1. ГРАНУЛИ ГЛІКОГЕНУ



1. МЕЖІ КЛІТИН
2. ЯДРА
3. ЖИРОВІ ВКЛЮЧЕННЯ



1. ВІДРОСТКИ МЕЛАНОЦИТІВ
2. ЯДРО

Ядро

Ядро (nucleus) клітини являє собою систему генетичної детермінації і регуляції процесів білкового синтезу клітини.

Структура ядра і його хімічний склад

У клітині, яка ділиться, у більшості випадків є одне ядро, але зустрічаються клітини, які мають два ядра (20% клітин печінки), а також багатоядерні (остеокласти кісткової тканини).

◆ Розміри вар'юють від 3-4 до 40 мкм.

Кожен тип клітини характеризується постійним співвідношенням об'єму ядра до об'єму цитоплазми. Таке співвідношення носить назва індексу Гертвінга. Залежно від значення цього індексу клітини діляться на дві групи:

1. ядерні – індекс Гертвінга має більше значення;
2. цитоплазма – індекс Гертвінга має незначні значення.

◆ Форма: може бути сферичною, паличкоподібною, бобоподібною, кільцеподібною, сегментованою.

◆ Локалізація: ядро завжди локалізується у визначеному місці клітини. Наприклад, у циліндрових клітинах шлунку воно знаходиться в базальному положенні.

Ядро в клітині може знаходитися в двох станах:

- а) мітотичному (під час поділ);
- б) інтерфазному (між поділами).

У живій клітині інтерфазне ядро має вигляд оптично порожнього, виявляється тільки ядерце. Структури ядра у вигляді ниток, зерен можна спостерігати тільки при дії на клітину ушкоджувальних чинників, коли вона переходить в стан паранекрозу (граничний стан між життям і смертю). З цього стану клітина може повернутися до нормального життя або загинути. Після загибелі клітини морфологічно в ядрі розрізняють наступні послідовні етапи його руйнування:

- 1) каріопікноз – ущільнення ядра;
- 2) каріорексис – розпад ядра на окремі фрагменти;
- 3) каріолізис – розчинення ядра.

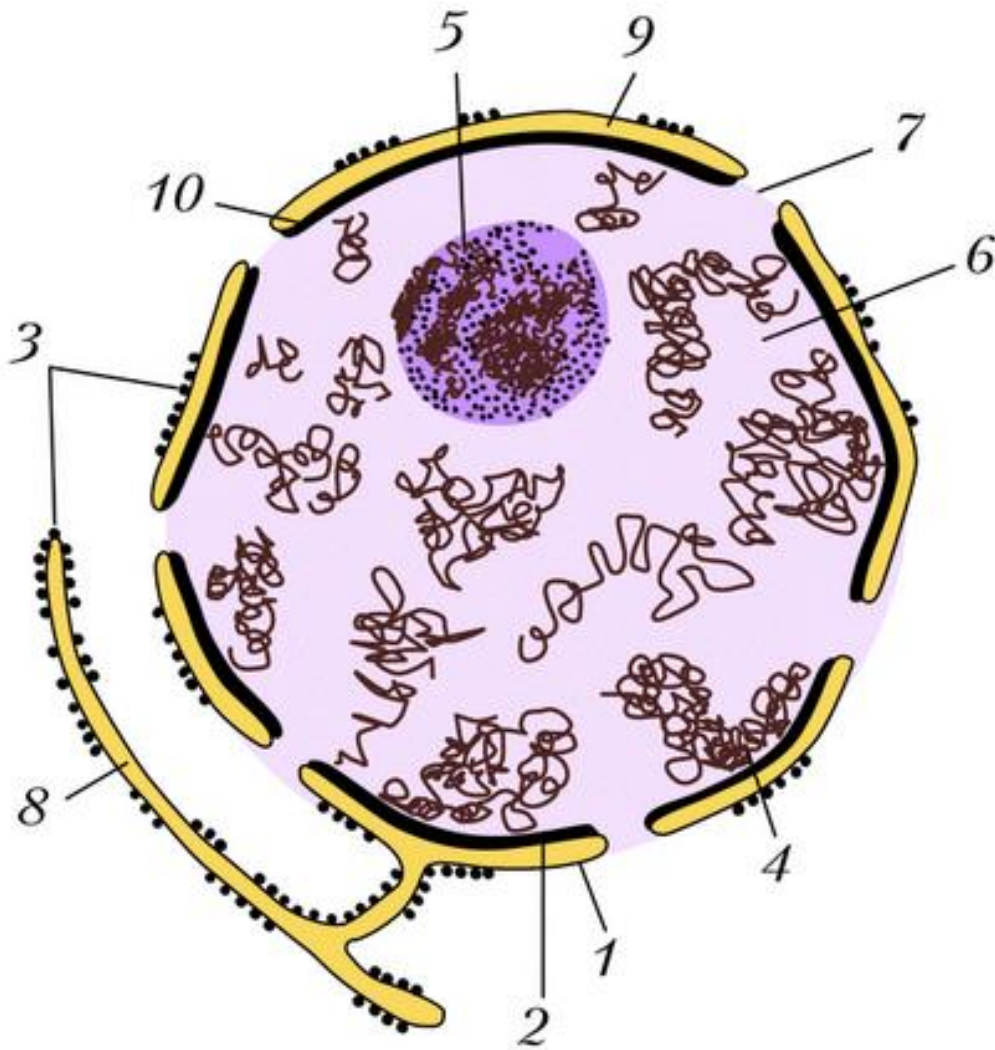
Функції. Ядро виконує дві групи функцій

- 1) зберігання генетичної інформації, яка проявляється:

–

- 2) біосинтез білка;
- 3) утворення субодиниць рибосом.

До складу ядра входить хроматин, ядерце, каріоплазма (нуклеоплазма), ядерна оболонка.



- 1) зовнішня ядерна мембрана
- 2) внутрішня ядерна мембрана
- 3) перинуклеарний простір
- 4) енхроматин
- 5) фібрилярний компонент ядра
- 6) каріоплазма
- 7) пори ядерної оболонки
- 8) зовнішня ядерна оболонка
- 9) внутрішня ядерна оболонка
- 10) хроматин

Хроматин

Це основна структура інтерфазного ядра (структурний аналого хромосом). Завдяки здатності добре забарвлюватися цей компонент ядра отримав назву «хроматин» (від греч. chroma – колір, фарба). Хроматин добре фарбується основними барвниками, наприклад гематоксиліном – від синього до фіолетового кольору. Для кожного типу клітин хроматиновий малюнок ядра особливий.

Хроматин – це дидоксирибонклеопротейд з невеликою кількістю РНК. Морфологічно розрізняють два види хроматину:

- 1) гетерохроматин;
- 2) еухроматин.

Гетерохроматин (heterochromatinum) – це конденсовані в інтерфазі ділянки хромосом. Він добре виявляється на зафарбованих препаратах, є функціонально неактивним. Він буває:

- 1) структурний;
- 2) факультативний.

Структурний гетерохроматин представляє ділянки хромосом, які постійно знаходяться в конденсованому стані.

Факультативний здатний деконденсуватися й переходити в еухроматин.

Еухроматин – це деконденсовані в інтерфазі ділянки хромосом. На гістологічних препаратах він непомітний і відповідає «порожнім» ділянкам ядра. Він є робочий, функціонально активний, тобто на одному з ланцюгів його ДНК синтезується інформаційна РНК, необхідна для синтезу білка.

Під час мітозу весь еухроматин максимально конденсується і входить до складу хромосом.

Іноді ціла хромосома в період інтерфазі може залишатися в конденсованому стані. Наприклад, одна з X-хромосом соматичних клітин жіночого організму підлягає гетерохроматизації на початкових стадіях ембріогенезу (під час дроблення) і не функціонує. Цей хроматин називається статевих хроматином або тельцями Барра.

У різних клітинах статевий хроматин має різний вигляд:

- а) у нейтрофільних лейкоцитах – барабанної палички;
- б) у епітеліальних клітинах слизової оболонки – півсфери.

Визначення статевих хроматину використовується для встановлення генетичної статі, а також для визначення кількості X-хромосом в каріотипі індивідуума (воно дорівнює кількості тілець статевих хроматину + 1).

При електронно-мікроскопічних дослідженнях встановлено, що інтерфазний хроматин містить елементарні хромосомні волокна товщиною 20-25 нм, які складаються з волокнини товщиною 10 нм.

У хімічному відношенні волокна хроматину є складними комплексами дезоксирибонуклеопротейдів, до складу яких входять:

- а) ДНК;
- б) спеціальні хромосомні білки;
- в) РНК.

Кількісне співвідношення ДНК : білок : РНК = 1 : 1,3 : 0,2.

На долю ДНК в хроматині припадає 30-40%. Довжина індивідуальних лінійних молекул ДНК коливається в непрямих межах і може досягати сотень мікрометрів і навіть сантиметрів. Сумарна довжина молекул ДНК у всіх хромосомах однієї клітини людини складає близько 170 см, що відповідає 6 x 10¹² г.

Білки хроматину складають 60-70% від його сухої маси і представлені двома групами:

- а) гістоновими білками;

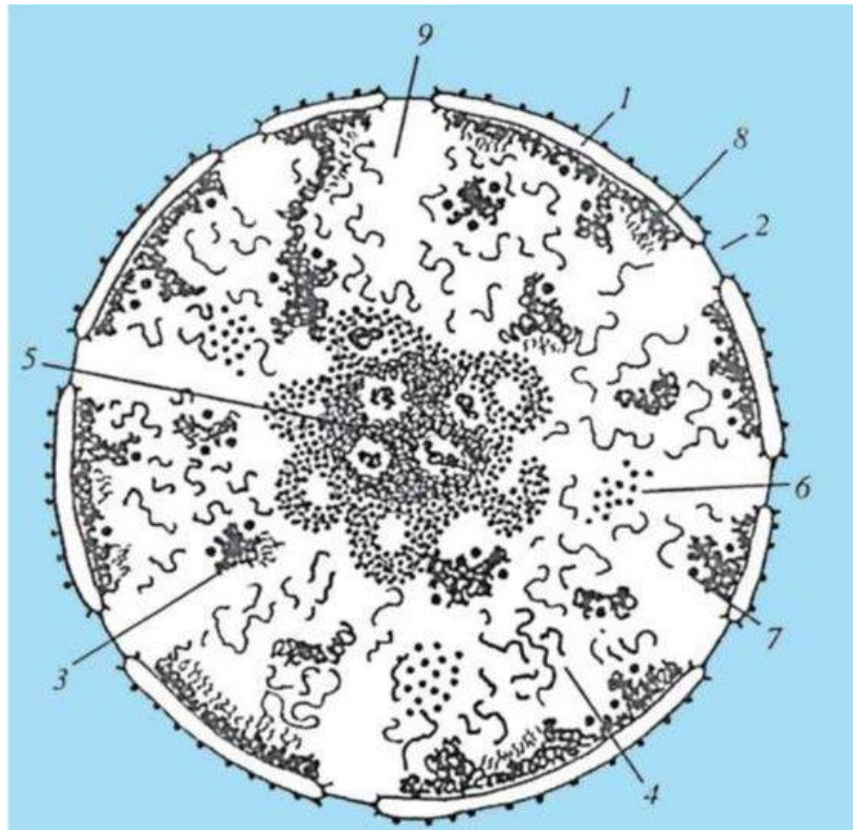
б) негістоновими білками.

♦ *Гістонові білки (гістони)* – лужні білки, які містять основні амінокислоти (головним чином лізин, аргінін) і розташовуються нерівномірно у вигляді блоків по довжині молекули ДНК. Один блок містить 8 молекул гістонів, які утворюють нуклеосому. Розмір нуклеосоми близько 10 нм. Нуклеосома утворюється шляхом компактизації і надспіралізують ДНК, що приводить до укорочення довжини хромосомного волокна приблизно в 5 разів.

♦ *Негістонові білки* складають 20% від кількості гістонів і в інтерфазних ядрах утворюють усередині ядра структурну сітку, яка носить назву ядерного білкового матриксу. Цей матрикс представляє основу, яка визначає морфологію і метаболізм ядра.

Ядра містять окрім хроматинових ділянок і матриксу перихроматинові волокна, перихроматинові й інтерхроматинові гранули. Вони містять РНК і зустрічаються практично у всіх активних ядрах.

Перихроматинові волокна мають товщину 3-5 нм, гранули мають діаметр 45 нм і інтерхроматинові гранули мають діаметр 21-25 нм.



1. двомембранна ядерна оболонка
2. пора
3. еухроматин
4. гетерохроматин
5. ядерце
6. гранули
7. фібрили
8. каріоплазма

Ядерце

Ядерце (nucleolus) – найщільніша структура ядра (щільніше від гетерохроматину в 1,5 разів), яку добре видно в живій нефарбованій клітині.

- ◆ Розмір - 1-5 мкм.
- ◆ Форма - сферична.

Кількість ядерць відповідає, як правило, кількості хромосомних наборів клітини.

Ядерце є несамостійною структурою ядра, бо належить одночасно різним хромосомам – ділянкам їх вторинних перетяжок, де знаходяться ядерцеві організатори. Вони являють собою множинні копії генів, на яких закодована інформація про структуру рибосомних білка та РНК. Воно являє собою один з локусів хромосом з найбільш високою концентрацією і активним синтезом РНК в інтерфазі.

Ядерце має неоднорідну структуру. У світловому мікроскопі видно його тонковолокнисту організацію.

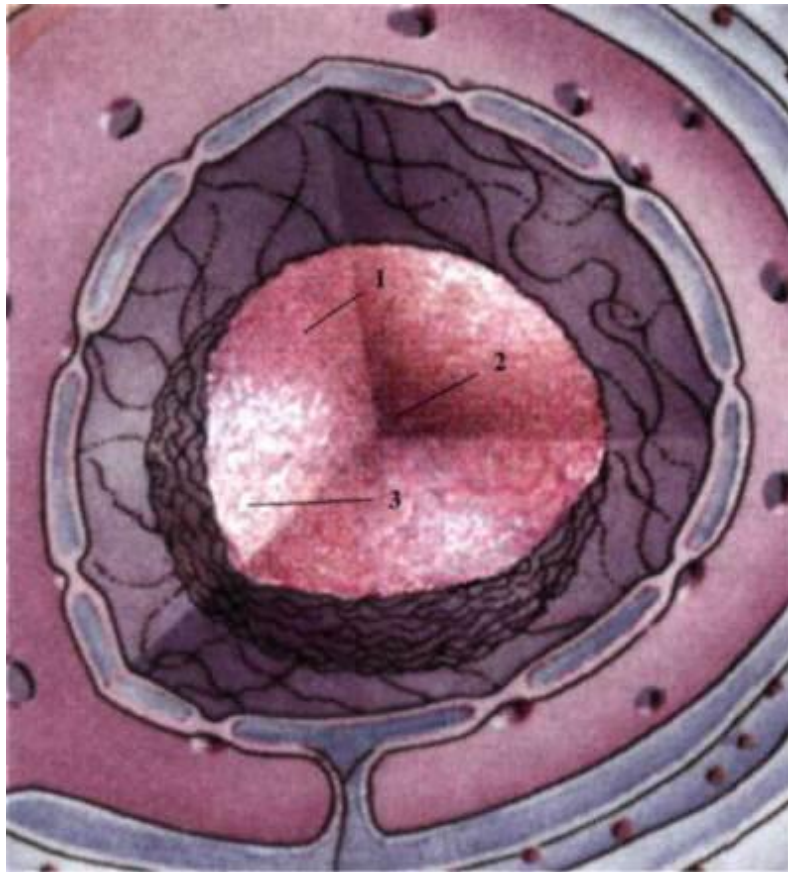
Електронна мікроскопія дозволяє виявити два основні компоненти:

- а) гранулярний;
- б) фібрилярний.

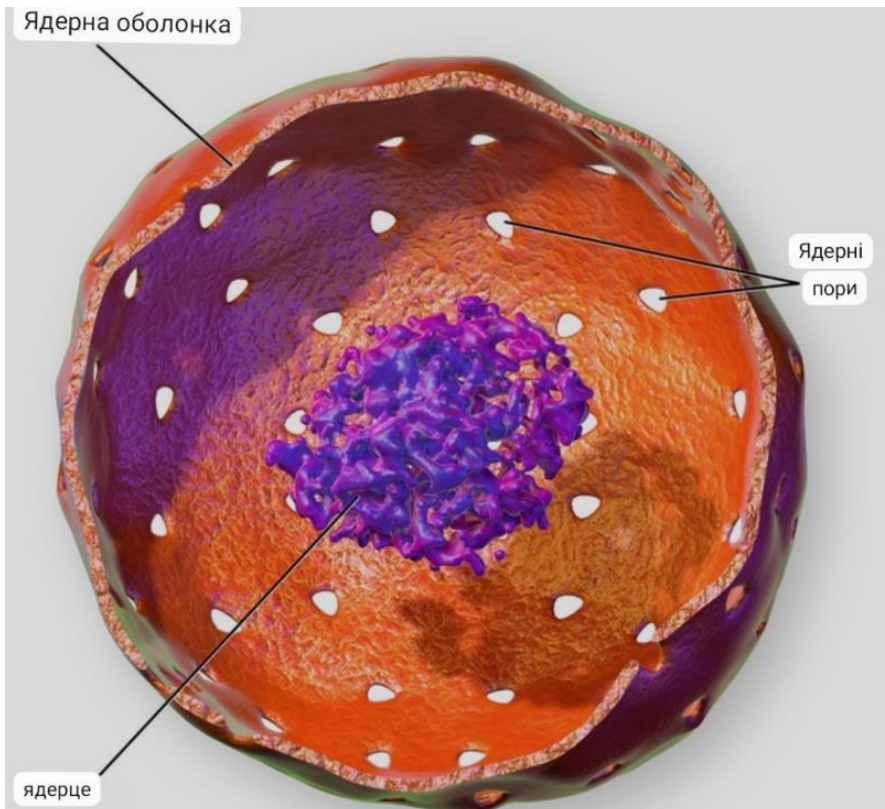
Гранулярний компонент представлений гранулами діаметром 15-20 нм – це дозріваючі субодиниці рибосом. Іноді гранулярний компонент утворює нитчасті структури – нуклеолонеми завтовшки близько 0,2 мкм. Локалізується гранулярний компонент по периферії ядерця.

Фібрилярний компонент є рибонуклеопротейдні тяжі попередників рибосом, які зосереджені в центральній частині ядерця.

Ультраструктура ядерця залежить від активності синтезу РНК: при високому рівні синтезу в ядерці виявляється велике число гранул, при припиненні синтезу кількість гранул знижується і ядерця перетворюються на щільні фібрилярні базофільні тяжі.



1. фібрилярна зона
2. гранулярна зона
3. слабкозабарвлена зона



Ядерна оболонка (nucleolemma)

складається з двох мембран:

1. Зовнішньої ядерної мембрани (m. nuclearis externa)
2. Внутрішньої мембрани (m. nuclearis interna)

Вони розділені перинуклеарним простором, або цистерною ядерної оболонки (cisterna nucleolemmae) шириною 20-60 нм.

Кожна мембрана має товщину 7-8 нм. У загальному вигляді ядерна оболонка нагадує порожнистий мішок, який відокремлює вміст ядра від цитоплазми.

Зовнішня мембрана ядерної оболонки, яка безпосередньо контактує з цитоплазмою клітини, має цілий ряд структурних особливостей, які дозволяють віднести її до власне мембранної системи ендоплазматичної сітки. До таких особливостей відноситься: наявність на ній з боку гіалоплазми численних полірибосом, а сама зовнішня ядерна мембрана може безпосередньо переходити в мембрани гранулярної ендоплазматичної сітки. Поверхня зовнішньої ядерної мембрани не є гладкою і утворює різних розмірів вирости у бік цитоплазми у вигляді бульбашок або довгих трубчастих утворень.

Внутрішня ядерна мембрана пов'язана з хромосомним матеріалом ядра. З боку каріоплазми до внутрішньої ядерної мембрани прилягає так званий фібрилярний шар, або ядерна пластинка, що складається з волокон.

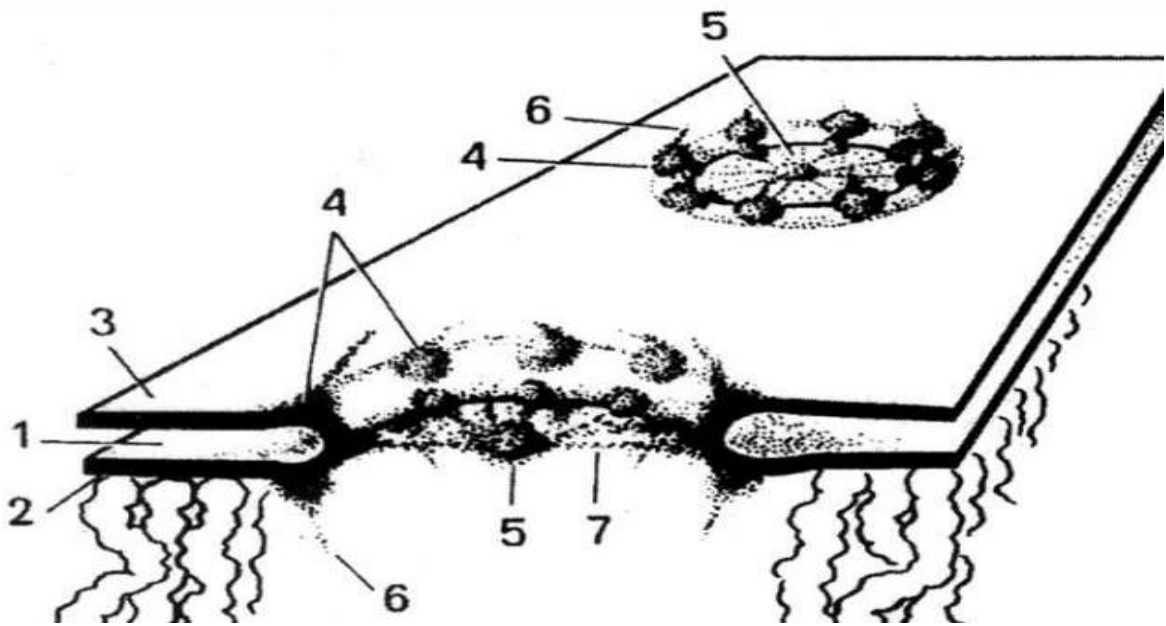
Ядерна оболонка не є суцільною. Найбільш характерними структурами ядерної оболонки є поросоми. Вони складаються із наскрізного отвору – перфорції, яка заповнена гранулами і фібрилами. Перфорація утворюються в результаті злиття двох ядерних мембран. Діаметр її становить близько 80-90 нм.

Поросома складається з двох рядів гранул діаметром 25 нм; у кожному ряду їх є по вісім штук. Один ряд гранул знаходиться на межі перфорації з цитоплазмою, а другий – на межі її з каріоплазмою. У центрі перфорації знаходиться одна велика гранула, від якої відходять фібрили до гранул обох рядів, утворюючи ніби перетинку, діафрагму упоперек пори (diaphragma pori).

Розміри поросом у даної клітини зазвичай стабільні. Кількість їх залежить від метаболічної активності клітин: чим інтенсивніше синтетичні процеси в клітині, тим більше поросом на одиницю поверхні клітинного ядра.

◆ Функції:

1. Бар'єрна – відділяє вміст ядра від цитоплазми, обмежує вільний транспорт макромолекул між ядром і цитоплазмою.
2. Створення внутріядерного порядку - фіксація хромосомного матеріалу в тривимірному просвіті ядра.



1. Перинуклеарний простір
2. Внутрішня мембрана
3. Зовнішня мембрана
4. Гранули пори
5. Центральна гранула
6. Фібрилярні відростки
7. Діафрагма пори
8. Білки ядерної пори

Каріоплазма

Каріоплазма – це рідка частина ядра, в якій розташовуються ядерні структури. Вона є аналогом гіалоплазми клітини.

Репродукція клітин

Одним з найбільш важливих біологічних явищ, яке відображає загальні закономірності і є невід'ємною умовою існування біологічних систем протягом достатнього тривалого періоду часу є репродукція (відтворення) їх клітинного складу. Розмноження клітин, згідно клітинної теорії, здійснюється шляхом поділу результатної. Це положення є одним з основних в клітинній теорії.

Клітинний цикл (cyclus cellularis)

Це час життєдіяльності клітини від поділу до поділу або від поділу до смерті.

Клітини дорослого організму в різних органах мають різну здібність до поділу і відповідно різний клітинний цикл. Поділу клітини передують подвоєння її хромосомного набору і відповідно кількості ДНК. І тільки після цього відбувається поділ клітини. Важливу роль в регуляції входу клітини в мітоз грає білок циклін. Зменшення кількості цикліну збільшує тривалість інтерфази.

Клітинний цикл включає 2 періоди:

1. Інтерфаза
2. Власне мітоз (M).

Інтерфаза включає три періоди:

1. Пресинтетичний, або постмітотичний (G1).
2. Синтетичний (S).
3. Постсинтетичний, або премітотичний (G2).

Пресинтетичний період (G₁-період). Цей період відбувається відразу після поділу і характеризується посиленням ростом молоді клітини до розмірів материнської в основному за рахунок накопичення клітинних білків. У цьому періоді починається підготовка клітин до синтезу ДНК; відбувається синтез ферментів, необхідних для утворення попередників ДНК (нуклеотидфосфокіназ), ферментів метаболізму РНК і білка. Різко зростає активність ферментів, що беруть участь в енергетичному обміні. Відбувається подвоєння центріолей, які наприкінці цього періоду (або на початку наступного) починають рухатися у бік полюсів.

Синтетичний період (S-період; від synthesis – синтез). У цьому періоді відбувається подвоєння кількості ДНК, зростає рівень синтезу РНК, відповідно збільшується кількість ДНК, досягаючи свого максимуму в G₂-періоді.

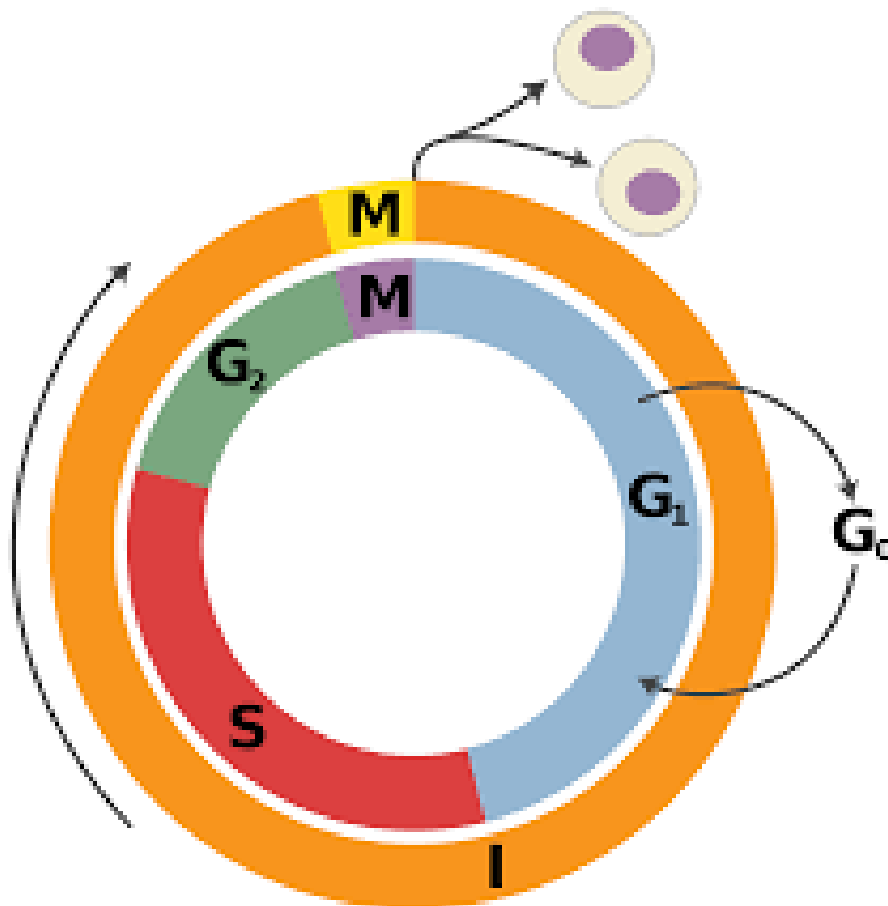
Постсинтетичний період (G₂). На даному етапі відбувається синтез іРНК, необхідної для проходження мітозу. Окрім цього, синтезуються рРНК

рибосом, що визначають поділ клітини. Особливе місце серед білків, що синтезуються, займають тубуліни – білки мітотичного веретена.

У організмі є клітини, які знаходяться якби поза циклом. Вони не проходять S-період, не діляться, а знаходяться в стані спокою. Ці клітини називають клітинами G_0 -періоду.

Існує декілька типів цих клітин.

1. Стовбурові клітини – малодиференційовані клітини, що зберегли здібність до поділу, але на тривалий час вийшли з циклу, вступаючи в G_0 -період.
2. Клітини, що втратили здібність до поділу, але спеціалізуються і диференціюються. Клітини цього типу підрозділяються на два види:
 - а) клітини, які, ставши на шлях диференціації, назавжди втрачають здібність до поділу (зрілі клітини крові, клітини епідермісу);
 - б) клітини, які після диференціації не втрачають здатності ділення і в потрібний момент можуть повернутися в цикл (клітини печінки)
3. Клітини високодиференційовані, які в дорослому організмі безповоротно втрачають здібність до поділу і тривалість їх життя відповідає життю організму (нервові клітини).



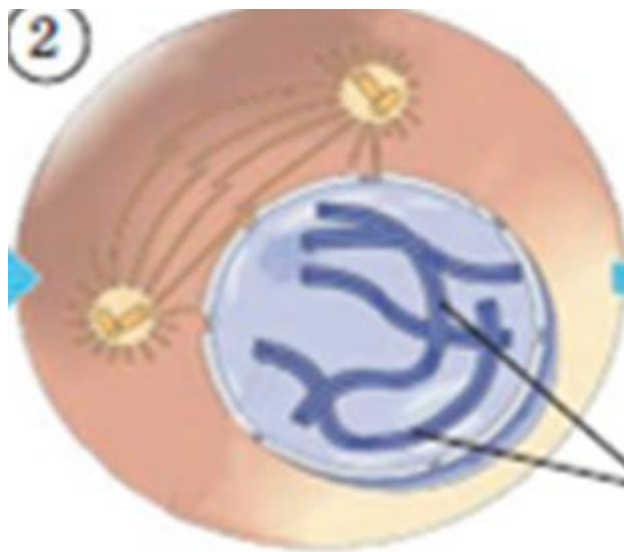
Мітоз

Мітоз (mitosis, каріокінез, непрямий поділ) є універсальним і широко розповсюдженим способом поділу клітин. Під час мітозу внаслідок конденсації еухроматину в ядрі видно репліковані хромосоми, які за допомогою ахроматинового мітотичного апарату розходяться до полюсів клітини, після чого спостерігається поділ тіла клітини (цитокінез, цитотомія).

В процесі непрямого поділу клітини розрізняють декілька основних фаз:
1. Профаза; 2. Метафаза; 3. Анафаза; 4. Телофаза.

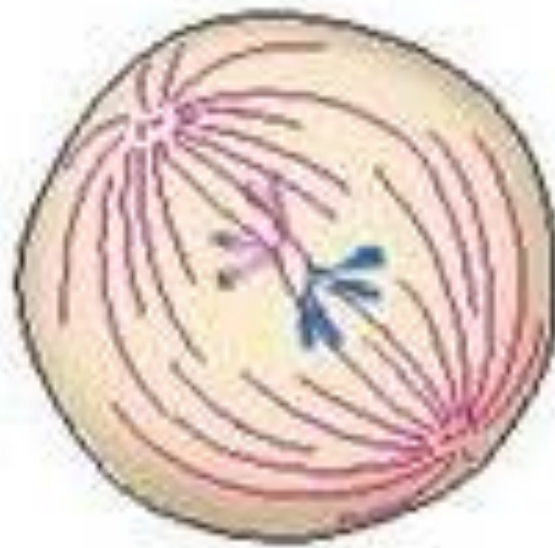
Профаза. Зникає малюнок інтерфазного ядра, стають видимими хромосоми. На стадії ранньої профазы вони ще дуже тонкі й розміщені дуже густо – це стадія щільного клубка. Вони продовжують конденсуватися, стають коротшими і товщими, розміщуються більш рідше – це стадія пухкого клубка. Кожна хромосома є подвійною структурою, оскільки редуплікація ДНК відбулася в S-періоді інтерфазы, але внаслідок щільного їх прилягання ця подвійність не виявляється. У кінці профазы зникає ядерце, одночасно руйнується ядерна оболонка, яка розпадається на фрагменти, а потім – на дрібні мембранні міхурці. Кількість елементів гранулярної ендоплазматичної сітці зменшується. Внаслідок розходження центріолей до полюсів клітини формується веретено поділу. Центрами організації мікротрубочок веретена є спеціальні структури хромосом – кінетохори, які локалізовані в зонах первинних перетяжок. У веретені поділу є два типи волокон, які одним кінцем прикріплені до центріолей:

1. полярні, які не зв'язані з хромосомами, а взаємодіють з закінченнями полярних мікротрубочок протилежної сторони в ділянці екватора клітини;
2. кінетохорні, або хромосомні, які приєднуються до центромерних ділянок метафазних хромосом.

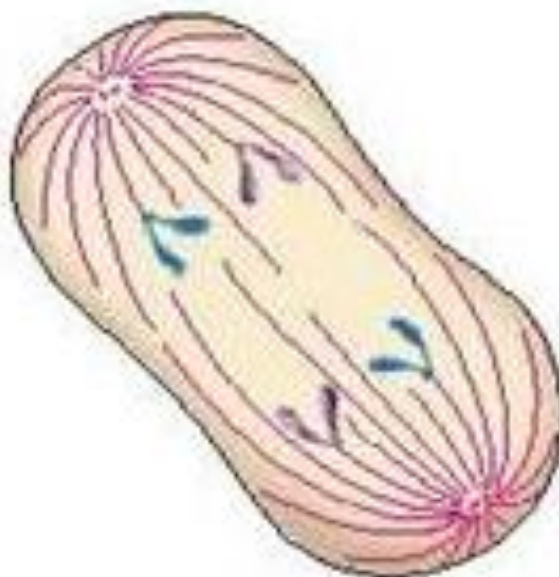


Метафаза. У цей період відбувається завершення утворення веретена поділу, а хромосоми шикуються в екваторіальній площині веретена, утворюючи метафазну пластинку хромосом, або материнську зірку. Пересування хромосом в екваторіальному напрямі носить назву метакінезу. У

материнській зірці центромерні ділянки хромосом повернені до центру, а їхні плечі – до периферії. До кінця метафази закінчується процес відособлення сестринських хроматид. Їх плечі лежать паралельно, між ними видно розділюючу щілину.

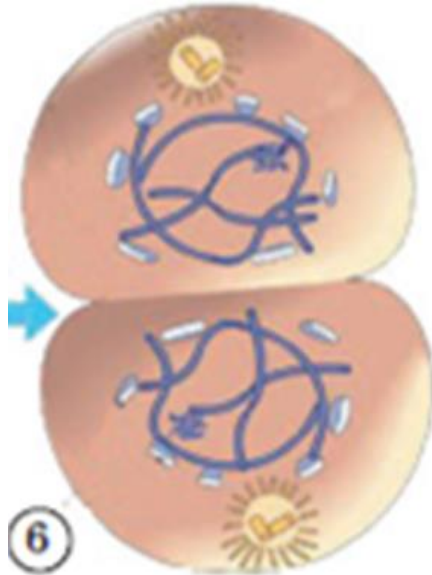


Анафаза. У цей період усі сестринські хроматиди одночасно втрачають зв'язок між собою в ділянці центромер і синхронно починають віддалятися до протилежних полюсів клітини із швидкістю 0,2-0,5 мкм/хв. Хроматиди орієнтовані центромерами до полюсів, а плечима – до екватора. Анафаза – це найкоротша стадія мітозу, але має дуже велике значення, оскільки відбувається відособлення двох ідентичних наборів хромосом. Окрім руху самих хромосом до полюсів, додатково відбувається розходження в протилежні боки й самих полюсів. Механізм руху хромосом точно не встановлений. Більшість дослідників підтримують гіпотезу «ковзаючих ниток», згідно якої сусідні мікротрубочки, взаємодіючи між собою і скоротливими білками, тягнуть хромосоми до полюсів.

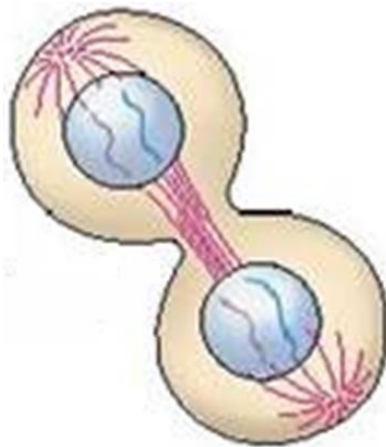


Телофаза. Цей період починається зупинкою диплоїдних ($2n$) наборів хромосом, що розійшлися. Орієнтація хромосом залишається такою ж як і в анафазі (рання телофаза). Хромосоми в цей період деконденсуються. У місцях їх контактів з мембранними міхурцями цитоплазми утворюється нова ядерна оболонка. Після замикання ядерної оболонки починається формування нових ядерців (пізня телофаза).

У телофазі відбувається поділ клітинного тіла – цитотомія.



Цитотомія відбувається шляхом утворення перетяжки, в результаті вп'ячування плазматичної мембрани всередину клітини. При цьому в кортикальному шарі клітинної оболонки розташовуються скоротливі елементи типу актинових волокон, орієнтованих циркулярно в зоні екватора клітини. Скорочення цього кільця завершується поділом клітинного тіла. Дочірні клітини переходять в новий G_1 -період.



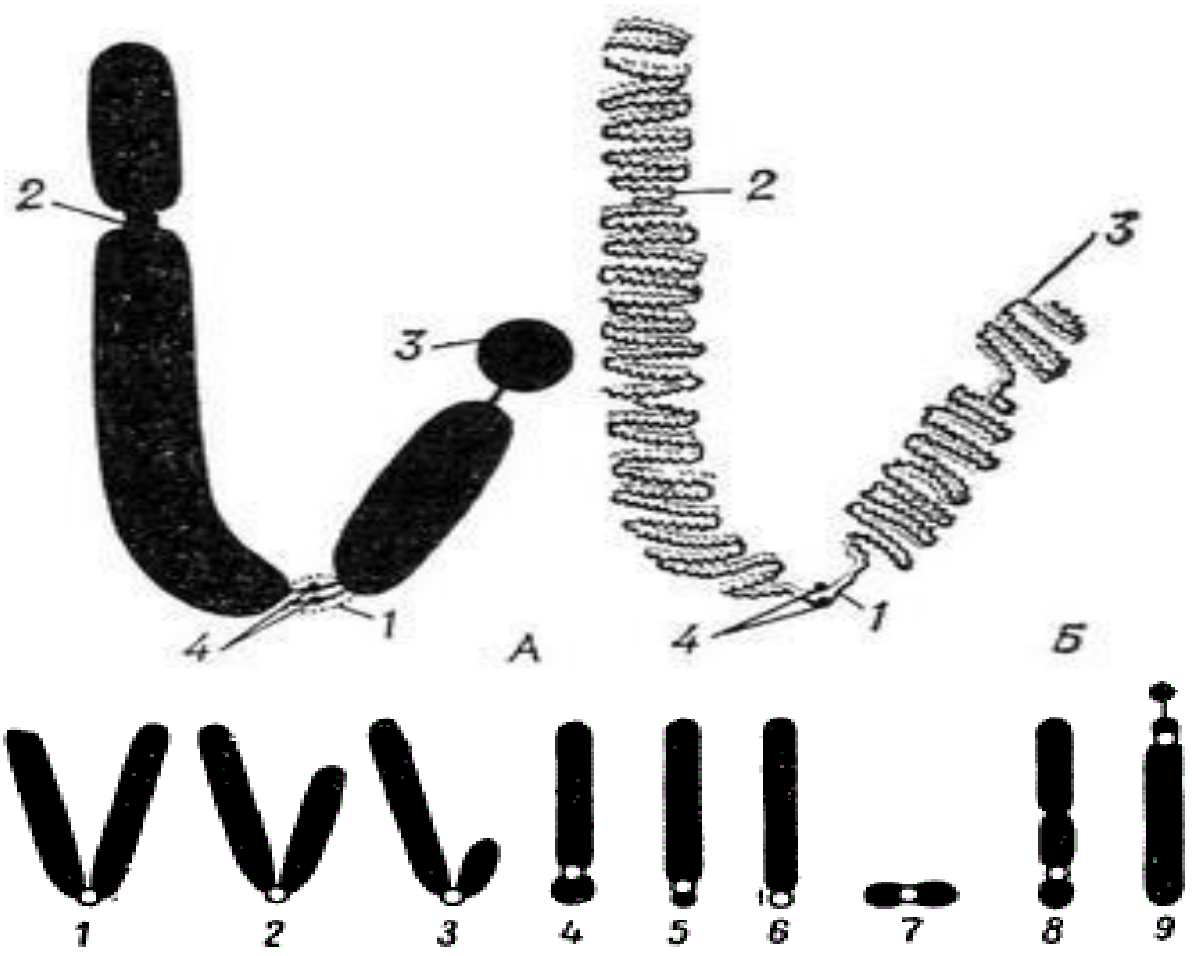
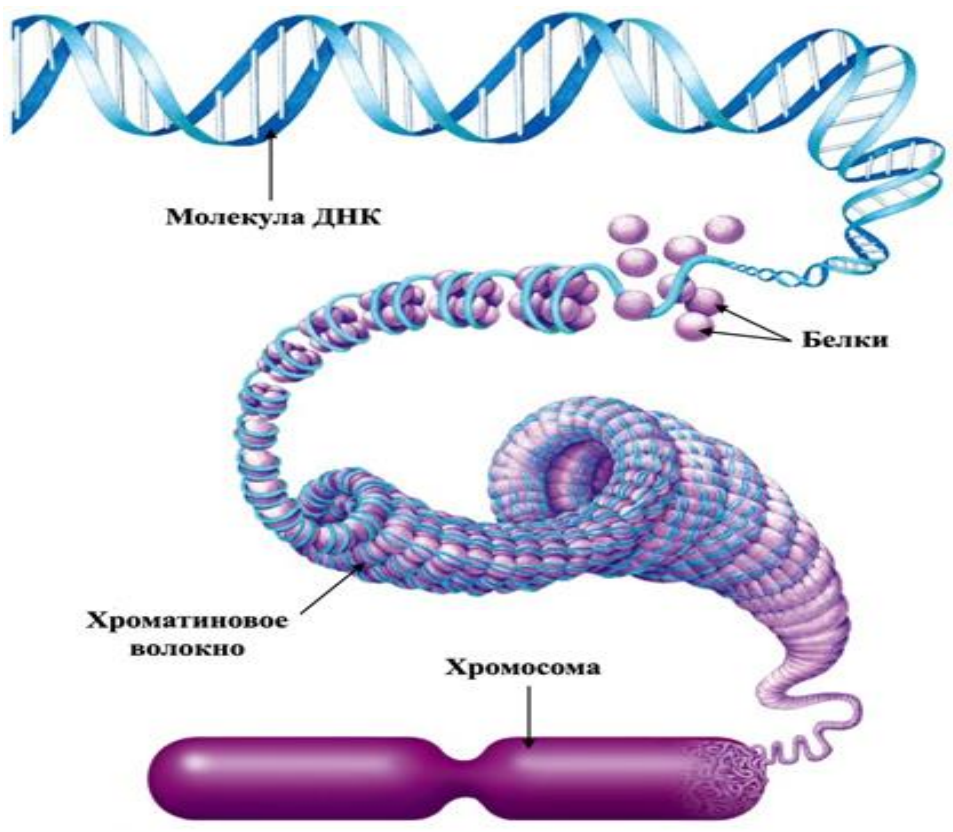
Хромосоми

Хромосоми – це щільні паличкоподібні або ниткоподібні тільця, які добре фарбуються основними барвниками і помітні в ядрі під час мітотичного поділу. У людини вони мають діаметр 0,2-2 мкм і довжину від 1,5 до 10 мкм.

Вважають, що на кожну хромосому припадає одна гігантська молекула дезоксирибонуклеопротейду (ДНП), складно укладена у відносно коротке тільце – власне хромосому. Встановлено, що в мітотичній хромосомі існують бічні петлі молекули ДНП, які у витягнутому стані можуть досягати до 30 мкм. Їх компактизація приводить до утворення структур проміжного характеру – хромонемні волокна. Взаємодія цих компонентів хромосом один з одним і їх взаємна агрегація приводить до кінцевої компактизації хроматину у вигляді мітотичної хромосоми.

У кожній хромосомі можна визначити зону первинної перетяжки (центромери), яка ділить хромосому на два плечі. Хромосома з рівними або майже рівними плечама називається метацентричною, з плечама неоднакової довжини – субметацентричною, з дуже коротким, майже непомітним другим плечем – акроцентричною. У зоні центромера розташовується кінетохор, який є центром організації мікротрубочок, які утворюють кінетохорні нитки веретена поділ. Деякі хромосоми мають вторинні перетяжки, розташовані поблизу одного з кінців хромосоми, що відділяють маленьку ділянку – супутник (сателіт) хромосоми. Вторинні перетяжки, окрім цього, називають ядерцевим організатором, оскільки саме на цих ділянках хромосом в інтерфазі утворюється ядерце. Плечі хромосом закінчуються теломерами – кінцевими ділянками. Сукупність числа, розмірів і особливостей будови хромосом називається каріотипом даного виду.

Каріотип людини характеризується наявністю 23 пар хромосом, з яких 22 пари – аутосоми і одна пара статевих хромосом (гоносом). Гоносоми бувають X і Y. Кількість хромосомних наборів у клітині позначають терміном плоїдність і буквою n. Соматичні клітини мають подвійний набір (диплоїдний) хромосом 2n, статеві клітини – одинарний (гаплоїдний) n. За розмірами хромосоми людини ділять на 7 груп - A, B, C, D, E, F, G.



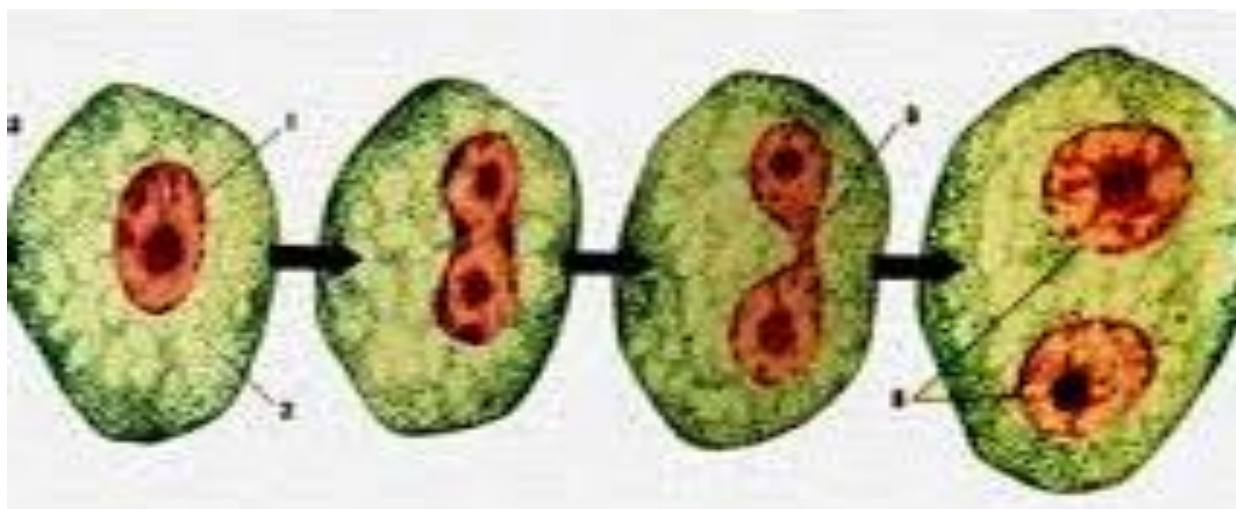
Ендомітоз

Ендомітоз (ендорепродукція) – утворення клітин із збільшеним вмістом ДНК внаслідок блокування мітозу на певних етапах його.

Зупинка мітозу можлива після G2-періоду, і тоді клітина може пройти подальший цикл реплікації ДНК, що зумовить збільшення кількості хромосомних наборів в 4-8 разів.

Зупинка мітозу можлива в профазі або в метафазі, коли порушується функція веретена поділу.

Нарешті, можливе проходження клітиною всіх фаз мітозу, але без поділу клітинного тіла, коли утворюються двоядерні клітини.

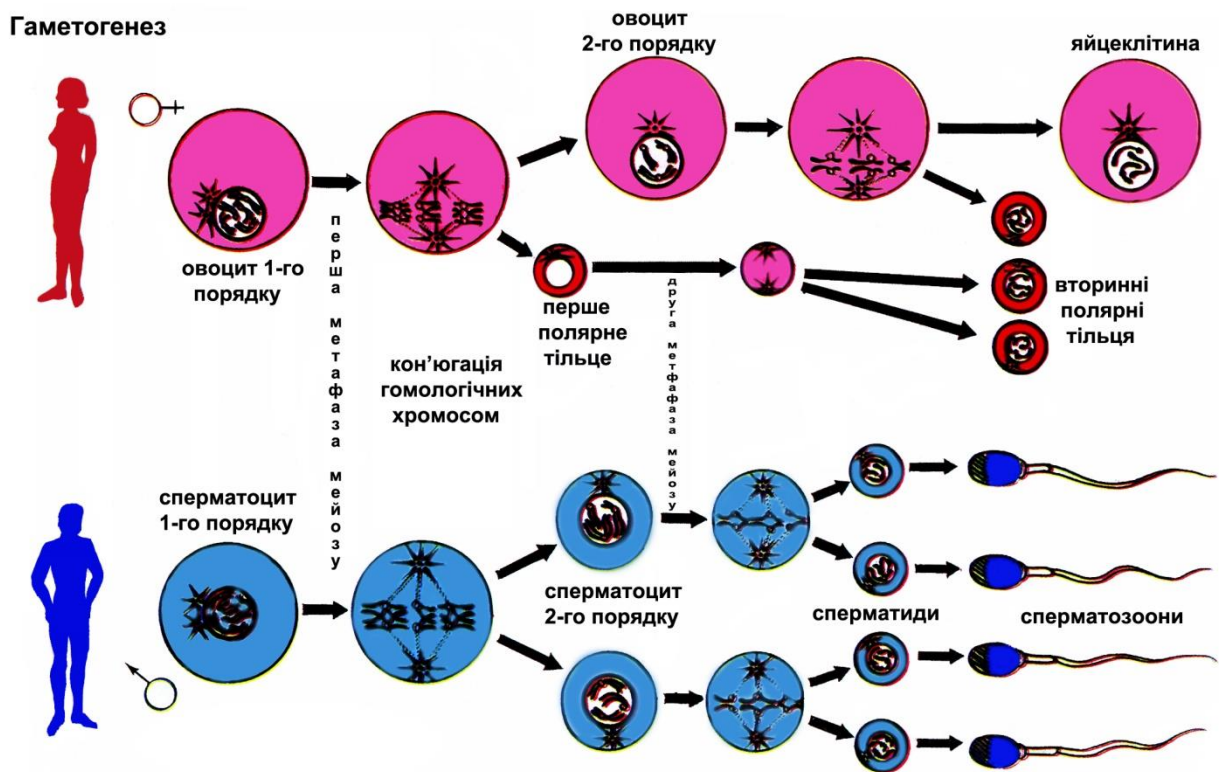


Мейоз

Мейоз – це форма клітинної репродукції, яка характерна для процесу утворення статевих клітин.

Мейоз складається з двох послідовних мітотичних поділів, між якими відсутня інтерфаза. В результаті мейозу утворюються клітини з гаплоїдним набором хромосом. Характерною особливістю профази мейозу є обмін ділянками гомологічних хромосом – кросинговер, який є одним з істотних чинників мінливості організмів.

Утворення сперматозоонів і яйцеклітини у людини



Література

Основна:

1. Гістологія. Цитологія. Ембріологія. О. Д. Луцик, А. Й. Ю. Б. Чайковський – Вінниця, «Нова книга», 2018. – стор. 175-198. ISSN978-966-382-698-1
2. Гістологія людини. О. Д. Луцик, А. Й. Іванова, К. С. Кабак, Ю. Б. Чайковський – Київ, «Книга Плюс», 2010. – стор. 158-177.
3. Гістологія людини. О. Д. Луцик, А. Й. Іванова, К. С. Кабак, Ю. Б. Чайковський – Київ, «Книга Плюс», 2003. – стор. 161-182.
4. Гістологія людини / Під ред. О. Д. Луцика, А. Й. Іванової, К. С. Кабака - Львів, Мир, 1993. – стор. 161-182.

Додаткова:

1. Гистология. А. Хем, Д. Кормак – М., 1982, т.2. – стр. 35-105.
2. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии. М.В. Алмазов, Л.С. Сутулов – М.: Медицина, 1978. – стр. 149-182.
3. Атлас. Гістологія. Цитологія. Ембріологія. О. Ю. Степаненко, О. В. Мірошніченко, Л. О. Зайченко та ін. — К.: «Медицина», 2017. — С. 46-51. ISBN 978-617-505-547-2
4. Гістологія, цитологія та ембріологія (Атлас для самостійної роботи студентів). Ю. Б. Чайковський, Л. М. Сокурєнко – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2006. – стор. 22-23.
5. Ультроструктура клітин і тканин (навчальний посібник-атлас, видання 2-е доповнене). Волков К.С., Пасєчко Н.В. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. – стор. 68-71.

ЗМІСТ

Поняття про клітини.....	4
Сучасна клітинна теорія	4
Гіалоплазма.....	5
Хімічний склад цитоплазми	5
Клітинна оболонка	7
Міжклітинні контакти.....	10
Неклітинні структури	14
Органели.....	16
Класифікація органел	16
Мембранні органели	17
Не мембранні органели	22
Ядро	30
Клітинний цикл.....	38
Література	47