**ЛЕКЦІЯ № 3**

*Дисципліна Основи біології та генетики*

*освітня програма: «Психологія»*

*освітній рівень бакалавр*

*галузь знань: 05 Соціальні та поведінкові науки*

*спеціальність: 053 Психологія*

*Укладач: Бухальська С.Є.*

**ТЕМА**: Структурно-функціональна організація клітини. Розмноження на клітинному рівні організмів.

**МЕТА:** Забезпечити набуття студентами таких компетентностей:

*- інтегральна компетентність*: здатність трактувати загально-біологічні закономірності, що лежать в основі процесів життєдіяльності людини.

*- загальна компетентність:* здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу біологічних знань; здатність постійно навчатися та набувати сучасні знання на підставі досягнень біології; здатність застосовувати набуті знання в майбутній практичній діяльності; знання та розуміння біології, застосування цих знань в оволодінні суміжними фундаментальними дисциплінами та уміння використовувати їх у практиці охорони здоров’я;

- *спеціальна компетентність:* здатність використовувати в практичній діяльності психологічного працівника знань цитологічних основ спадковості.

**АКТУАЛЬНІСТЬ І НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ**:

**Клітина** – основна генетична структурно – функціональна одиниця живих організмів, елементарна біологічна система, яка здатна до самооновлення, самовідтворення і розвитку. На клітинному рівні повністю виявляються всі ознаки життя. Клітини можуть існувати як самостійні організми, так і бути в складі багатоклітинних.

**МІЖДИСЦИПЛІНАРНА ІНТЕГРАЦІЯ**

*Таблиця 1.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Дисципліни** | |
| 1. Попередні (забезпечуючі) дисципліни | Загальна біологія, цитологія |
| 2.Наступні дисципліни, ті що забезпечуються | Професійно зорієнтовані |
| 3.Внутрішньо предметна інтеграція (між темами даної дисципліни) | Біологія організму. Основи генетики |

**ОСНОВНІ ЕТАПИ ЛЕКЦІЇ**

4.Підготовчий етап.

5.Основний етап. Викладення лекційного матеріалу за планом.

6.Заключний етап. Резюме лекції, загальні висновки. Відповіді на можливі запитання.

7.Завдання для самопідготовки студентів.

**ПЛАН**

**І**. **Структурно-функціональна організація клітини.**

1.1. Клітинна теорія.

1.2. Структурно-функціональна організація клітини.

**ВИКЛАД ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ**

**Цитологія** (від грец. nv́ros – клітина і ςоvos – вчення) – наука про будову, хімічний склад, функціонування та розвиток клітини.

Роберт Гук (1635-1703) - англійський природодослідник застосував удосконалений ним мікроскоп для вивчення природних об’єктів. Розглядаючи під мікроскоп зріз корка, виявив порожнисті утвори, подібні до бджолиних сот і назвав їх клітинами. Результати мікроскопічних досліджень виклав у праці «Мікрографія».

**Трактування сучасної клітинної теорії**

1.Клітина – основна структурно – функціональна та генетична одиниця живих організмів, найменша одиниця живого.

2. Клітини живих організмів гомологічні за будовою, хімічним складом і проявами процесів життєдіяльності.

3. Кожна наступна клітина утворюється внаслідок поділу материнської клітини.

4. Клітина – одиниця розвитку: живі організми походять від однієї клітини.

5. Клітини багатоклітинних організмів спеціалізовані за будовою і функціями та утворюють тканини, системи органів, організм в цілому, складові якого узгоджені і підпорядковані міжклітинній, нервовій і гуморальній формам регуляції.

Клітини живих організмів відрізняються за формою, розміром, особливостями організації та функціями. Розрізняють такі основні ступені організації клітин:

* *прокаріотичний тип клітин* – це клітини, які не мають сформованого ядра, генетичний матеріал представлений нуклеоїдом - замкненою в кільце молекулою ДНК (плазмідою), не відокремленою від цитоплазми оболонкою;
* *еукаріотичний тип клітин* – це клітини одноклітинних і багатоклітинних організмів, у яких наявна ядерна оболонка (каріолема) та молекули ДНК з білками утворюють хромосоми з можливою реплікацією ДНК;
* *мезокаріотичний тип клітини* – це клітини, які займають проміжне положення між про- та еукаріотами (характерні для панцерних джгутиконосців - динофлагелят).

За формою клітини бувають: кулясті (яйцеклітина), кубічні та призматичні (епітеліальні), поліедричні (печінкові–гепатоцити), видовжені та веретеноподібні (м'язові), дископодібні (еритроцити), зірчасті (нервові та ретикулярні).

Форма клітин зумовлена фізичними чинниками: поверхневим натягом і в’зкістю цитоплазми, розташуванням скелета, механічним впливом сусідніх клітин. Клітини можуть змінювати свою форму при активному русі (лейкоцити). Розміри клітин переважно визначаються їхніми функціями і сягають від 10 - 100мкм до 1-10мм. Найдрібнішими з клітин є лімфоцити – 4-5мкм; найбільшими – нейрони (нервові клітини з відростками) – понад 1м.

Організм дорослої людини складається із 1013 клітин, яких є більше 200 типів і вони суттєво різняться своїми структурними і функціональними особливостями.

**Будова та функції компонентів клітини**

**Поверхневий апарат клітини** утворений плазматичною мембраною, надмембранними і підмембранними структурами та виконує функції: обмежовує внутрішній вміст клітини; захищає від впливу зовнішнього середовища; бере участь у обміні речовин між клітиною та довкіллям.

У тваринних клітин і людини надмембранний комплекс представлений *глікокаліксом* (від грецького глікіс - солодкий та латинського калом – товста шкіра), який складається з глікопротеїдів, сполук білків з вуглеводами і частково гліколіпідів, сполук ліпідів з вуглеводами, приєднаних до плазматичної мембрани . Виконує такі функції : забезпечує зв’язок між клітинами, із зовнішнім середовищем; можливе позаклітинне травлення завдяки наявності ферментів; подразнення.

Клітини вкриті плазматичною мембраною, яка входить до складу поверхневого апарату. Клітинні мембрани оточують більшу частину органел і поділяють цитоплазму з розташованими в ній органелами на окремі функціональні ділянки – *компартменти.*

Вважають, що мембрани мають *рідинно-мозаїчну* будову: білки – глобули розташовані нерівномірно; при цьому одні з них знаходяться на поверхні, а інші занурені в біліпідний шар. Молекули ліпідів розміщені у вигляді подвійного шару, у якому вони розташовуються водонерозчинними кінцями одна до одної (всередину мембрани), а водорозчинними спрямовані назовні. Між молекулами білків є пори (канальці), заповнені водою. Молекули, які входять до складу мембран, здатні рухатись і мігрувати, завдяки чому відбувається поновлення ушкоджених частин, а також можуть зливатися одна з одною, розтягуватись й стискатись.

Плазматична мембрана визначає розміри клітини, обмежовує цитоплазму і захищає її від впливів навколишнього середовища, бере участь у процесах обміну з довкіллям. Завдяки виростам, вгинам, зморшкам, мікроворсинкам збільшується зовнішня та внутрішня поверхня клітини. Плазматична мембрана має товщину 6 – 10нм. Крізь мембрану за допомогою дифузії, а також активного або пасивного транспорту мігрують сполуки та іони, необхідні для життєдіяльності клітини.

*Дифузія* – це процес, за якого речовини проникають крізь мембрану внаслідок хаотичного теплового руху молекул без затрати енергії за градієнтом концентрації.

*Пасивний транспорт* – це процес, що забезпечує вибірковість проникнення речовин через мембрану завдяки градієнту концентрації майже без затрати енергії. Розрізняють кілька механізмів пасивного транспорту:

* транспорт речовин за участю рухомих білків – переносників, які на одній поверхні мембрани приєднують транспортовану речовину, а на іншій вона звільняється;
* перенесення речовин за рахунок зміни конфігурацій внутрішніх білків, що перетинають мембрану.

Варто пам'ятати, що дифузія і пасивний транспорт триває до моменту вирівнювання концентрації речовин зовні та всередині клітини.

*Активний транспорт речовин* через плазматичну мембрану на відміну від пасивного відбувається із затратою енергії. Джерелом її може бути енергія АТФ, або різниця концентрації іонів, що виникає з обох боків мембрани. Зокрема, на транспорт речовин через плазматичну мембрану впливає різниця концентрації іонів калію і натрію в клітині і поза нею. Цей процес називається *калієво – натрієвим* *насосом*. Концентрація йонів Калію всередині клітини вища, ніж зовні, а йонів Натрію – навпаки. Завдяки цьому виникає градієнт концентрації, внаслідок чого йони Натрію дифузно мігрують в клітину, а йони Калію з неї. Концентрація цих йонів в клітині і за її межами ніколи не вирівнюється у живих клітинах.

Сукупність процесів надходження води та солей в організм, розподіл їх у внутрішньому середовищі й виділення назовні називають *водно-сольовим* *обміном.* Солі сприяють затримці води в клітинах і зумовлюють *осмотичний тиск*.

**Відповідно розрізняють такі розчини в клітинах:**

* *ізотонічний* – концентрація сполук, розчинних у рідинах клітини знаходяться в пасивній рівновазі з концентрацією речовин в навколишньому середовищі;
* *гіпотонічний* – концентрація сполук у вмісті клітини менша, ніж концентрація речовин навколишнього середовища;
* *гіпертонічний -* концентрація речовин в клітині більша, ніж поза нею.

Поза і внутрішньоклітинний склад якісно різний. У вмісті клітин переважають йони К+ Мg+, сульфати; поза клітинами – Nа+ Са+, СI-. Ця різниця підтримується в основному діяльністю біологічних мембран. Водно-сольовий баланс забезпечує сталість внутрішнього середовища організму - *гомеостаз.*

*Ендоцитоз*, в основі якого лежить здатність клітини активно поглинати або вбирати з навколишнього середовища поживні речовини у вигляді дрібних пухирців рідини (*піноцитоз*) або твердих часток (*фагоцитоз*). Явище фагоцитозу відкрив у 1882р. видатний вітчизняний вчений І.І. Мечніков . Досліди, проведені ним над прозорими личинками морських зірок, показали, що мезодермальні клітини захищають тіло цих тварин від введених у них сторонніх тіл. Ці спостереження дали змогу припустити , що клітини - лейкоцити виконують захисну функцію щодо хвороботворних мікроорганізмів, які проникли в організм хазяїна.

Окрім поглинання речовин та їх виділення з клітини плазматична мембрана виконує й інші функції:

- *ферментативну* (на ній можуть знаходитись деякі ферменти, які беруть участь у регуляції обміну речовин та перетворення енергії);

- *захисну* (певні мембранні білки – антитіла зв’язують антигени, запобігаючи їхньому проникненню до клітини);

- *сигнальну* (за участю сигнальних білків здатна сприймати подразники та відповідним чином реагувати на них);

- *інформативну* (здійснює обмін інформації між клітиною і довкіллям);

- *енергетичну* ( взаємоперетворення різних форм енергії: механічної - рух джгутиків, війок; електричної - утворення нервового імпульсу; хімічної - синтез АТФ);

- *контактну* (забезпечує міжклітинний зв’язок у багатоклітинному організмі).

**Протоплазма** – це вміст живої клітини разом з її ядром і цитоплазмою. Для протоплазми всіх живих клітин є характерною принципова єдність фізико – хімічних властивостей і структурно – функціональної організації.

**Цитоплазма** – частина клітини без ядра і його оболонки. Складається з *гіалоплазми* (цитоплазматичний матрикс) й розміщених у ній *органел* та *клітинних* *включень.* Термін “цитоплазма” запропонував 1882р. Є. Страсбургер.

Основну частину клітини складає гіалоплазма – прозорий розчин органічних і неорганічних сполук. За хімічним складом цитоплазматичний матрикс побудований з гідрофобних білків, поліпептидів, вільних амінокислот, моно-, олігосахаридів, ліпідів, РНК, окремих нуклеотидів. Зокрема, гіалоплазма містить 75-85% води, 10-12% білків і амінокислот, 4-6% вуглеводів, 2-3% жирів і ліпідів, 10% неорганічних речовин. Ці складові утворюють колоїдний розчин, який не змішується з водою. В гіалоплазмі міститься значна кількість катіонів металів, зокрема Са2+, К+ ; аніонів вугільної та фосфорної кислот, Cl-, розчинений Оксиген.

**Будова та функції органоїдів цитоплазми**

**Органоїди (органели) –** постійні складові структури, властиві для всіх клітин, мають характерну будову, виконують певні функції, необхідні для життєдіяльності клітини.Органоїди (органели): ендоплазматична сітка, комплекс Гольджі, вакуолі, лізосоми, мітохондрії, пластиди, рибосоми, клітинний центр, пероксисоми.

**Клітинні включення** – це непостійні утвори в цитоплазмі у вигляді гранул, краплин або кристаликів, які служать для забезпечення життєдіяльності клітини або нагромаджуються внаслідок їх функціонування. Залежно від типу речовин, які в них містяться, клітинні включення поділяють на такі групи:

* *трофічні* – *білкові включення* переважно містяться в рослинах, наприклад, алейронові зерна в клітинах насіння рослин; *вуглеводневі* – гранули полісахариду глікогену – в печінці; *ліпідні включення* мають вигляд крапель, які здатні зливатися в жирових клітинах сполучної тканини;
* *пігментні* – це речовини, які мають певне забарвлення, наприклад, *гемоглобін* міститься в еритроцитах крові, *меланін* синтезується і нагромаджується в пігментоцитах шкіри, *ліпофусцин* (“пігмент старіння”) накопичується у вигляді мембранних гранул у нервових клітинах;
* *секреторні* – це включення у вигляді міхурців, в яких збираються ферменти, продукти синтезу залозистих клітин, зокрема, крапельки слини в клітинах слинних залоз, гранули зимогену – в клітинах підшлункової залози;
* *екскреторні* – це включення, що містять непотрібні, або шкідливі продукти метаболізму, які необхідно видалити з клітини (організму), наприклад, сечова кислота у клітинах нирок, жовчні пігменти у печінкових клітинах;
* *спеціальні* – це включення, які виконують особливу роль у клітинах, наприклад, вітамін С у сітчастому шарі кори надниркових залоз, елеїдин – білок у блискучому шарі епітелію шкіри;
* *неспецифічні* – невластиві клітині у нормі, наприклад, частинки туші в клітинах шкіри після татуювання, включення вугілля, кремнію у клітинах легень.

*Опорно-рухова система клітини* забезпечує функціональний зв’язок скелетних, каркасних утворів з руховими структурами та представлена :

* *цитоскелетом* – складною системою мікротрубочок, що утворює тривимірні сітки, які здійснюють функції, пов’язані з підтримкою форми клітин, забезпеченням руху і переміщенням усередині клітини;
* *мікротубулярними утворами* – динамічними структурами, що беруть участь у двох основних функціях: скелетній, яка полягає у формуванні еластичного та стійкого скелета, забезпечуючи відносно сталу форму клітини; руховій, яка зумовлює впорядкований рух у клітині. Мікротрубочки можуть бути як самостійними так і утворювати тимчасові структури, наприклад, мітотичне веретено при поділі клітин;
* *псевдоподії –* рухові утвори, осьові нитки (аксонеми) яких складаються з сотень мікротубул, упорядковано розміщених уздовж довгого цитоплазматичного виросту. При різкому охолодженні цей мікротубулярний утвір розпадається, а псевдоподія вкорочується та зникає. При піднятті температури до сприятливих показників аксонема і псевдоподії відновлюються;
* *війки і джгутики –* мікротубулярні органели, які виконують рухову функцію. Рух джгутиків змієподібний, що забезпечує просування сперматозоїда в рідині. Рух війок асиметричний: активний – швидкий, зворотний – повільний. Завдяки цьому війки переміщують дрібні частинки і таким чином забезпечують очищення слизової оболонки.

**Ядро**  – структурний компонент клітини еукаріотичних організмів, основною функцією якого є збереження і передавання генетичної інформації. Ядро існує в клітині протягом усього життя. Проте деякі клітини втрачають його під час свого розвитку, наприклад, еритроцити і тромбоцити більшості ссавців, ситоподібні трубки рослин. Ядра бувають різні за формою, що визначається контурами та функцією клітини: кулясті, еліпсоподібні, паличкоподібні, серпоподібні, лопатеподібні. Зокрема, сегменто-ядерні лейкоцити мають багатолопатеві ядра, що зумовлено великою фізіологічною активністю лейкоцитів.

Розміри ядра залежать від розмірів клітини: від 1мкм до 1 мм. При збільшенні об’єму цитоплазми збільшується об’єм ядра клітини. Абсолютні розміри ядра становлять від 2мкм до 600мкм.

*Функції ядра:* зберігає спадкову інформацію і передає її дочірній клітинам під час поділу. Саме у ядрі в процесі транскрипції на молекулах ДНК синтезуються молекули іРНК, носії інформації про структуру білків. Внаслідок мутацій може змінюватися ця спадкова інформація і виникатиме спадкова мінливість. Ядро регулює біохімічні, фізіологічні та морфологічні процеси в клітині.

*Поверхневий апарат* ядра складається із зовнішніх і внутрішніх мембран, між якими є перинуклеарний простір завширшки від 20нм до 60нм. Через пори ядерних мембран відбувається обмін між ядром і цитоплазмою. Під час поділу ядерна оболонка зникає, а між поділами – відновлюється.

*Ядерний матрикс* – внутрішнє середовище ядра – складається з каріоплазми: ядерного соку, ядерець, рибонуклеопротеїдних комплексів і ниток хроматину.

*Каріоплазма* (від грец. каріоn- ядро горіху) – містить ферменти, наявні білкові фібрили завтовшки 2 –3 нм, з яких утворюється внутрішній скелет ядра. Він об’єднує ядерця, нитки хроматину, ядерні пори.

*Ядерця* – це постійні структури, кількість яких може бути від одного і більше. Ядерця складаються з рибонуклеопротеїдних фібрил (комплексів РНК з білками), внутрішньоядерцевого хроматину та гранул. Утворення ядерець пов’язане з *хромосомами*, які мають вторинну перетяжку – ділянка з ядерцевим організатором.

**Хромосоми** (гр chroma – колір, somo –тіло) – структури клітинного ядра, що забезпечують передавання спадкової інформації від клітини до клітини та від покоління до покоління. Вперше хромосоми описав німецький вченний В.Вальдейєр 1888р., як інтенсивно забарвлені компоненти клітинного ядра.

Хромосоми можуть перебувати у двох структурно – функціональних станах: у *конденсованому* *(спіралізованому)* і *деконденсованому (деспіралізованому).*

У деспіралізованому стані вони мають вигляд ниток *хроматину* (дезоксирибонуклеопротеїдного комплексу). Виділяють: *гетерохроматичні*– компактні, конденсовані ділянки, які інтенсивно сприймають барвники і складаються з гетерохроматину; *еухроматичні* – слабозабарвлені ділянки деконденсовані у періоди між поділами, складаються з еухроматину. Вважають, що *еухроматин* містить гени, а *гетерохроматин* виконує переважно структурну функцію і знаходиться на кінцях хромосом та прилягає до центромер. Порушення гетерохроматину може не позначатися на життєдіяльності клітини. Чим дифузніший хроматин, тим інтенсивніше протікають процеси синтезу. Під час поділу клітини відбувається його конденсація. До складу хроматину входять ДНК, гістонові та негістонові білки, РНК, ферменти. Для окремих ділянок хромосом характерна різна інтенсивність забарвлення, яка зумовлена неоднаковими спіралізацією і компактністю її окремих елементів.

Найдрібнішими структурними компонентами хромосоми є *нуклеопротеїдні фібрили,* виявлені електронною мікроскопією. Фібрили ДНК попарно скручуються, утворюють *хромонеми* (грец. nemo- струна), які входять до складу *напівхроматид.* Дві напівхроматиди утворюють *хроматиду*, а дві хроматиди – *хромосому.*

**Складові хромосоми:**

*Центромера* – первинна перетяжка, яка ділить хромосому на два плеча, – місце прикріплення ниток веретена поділу. За місцем центромери хромосоми є: *рівноплечі* – метацентричні; *нерівноплечі* – субметацентричні, акроцентричні; *одноплечі* – телоцентричні (у нормі не зустрічаються).

*Теломери* – кінці плечей хромосом, спеціалізовані ділянки, які запобігають з'єднанню хромосом між собою і зберігають хромосому як дискретну індивідуальну одиницю.

*Вторинні перетяжки* відділяють ділянки хромосом – супутники. Такі хромосоми у ядрах клітин людини можуть зближуватися одна до одної, вступати в асоціації. А нитки, що сполучають супутники з плечами хромосом беруть участь у формуванні ядерець. Вторинні перетяжки є на довгому плечі 1, 9, 16 хромосом і на кінцевих ділянках коротких плечей 13 –15 і 21 –22 хромосом у людини.

*Хромомери*– більш товсті й інтенсивніше забарвлені ділянки, які чергуються з міжхромомерними нитками.

**Каріотип** – хромосомний набір ядра (відкрив Г.А.Левітський, 1924р.):

* *гаплоїдний* ( умовно позначають 1n) характерний для статевих клітин – з кожної пари гомологічних хромосом присутня лише одна хромосома;

Наприклад, у аскариди кінської – 1, мухи дрозофіли – 4, людини - 23 хромосоми.

* *диплоїдний* (2n) характерний для соматичних клітин – кожна хромосома має собі пару, подібну за розмірами та формою. При порівнянні наборів хромосом із соматичних клітин чоловічих і жіночих особин, які належать до одного виду, виявилась відмінність у одній парі хромосом – *гетеросом Х і У*. Всі інші хромосоми однакові у обох статей, їх називають *аутосомами*.
* *поліплоїдний (*3n, 4n…) характерний для соматичних клітин – число гомологічних хромосом перевищує два (3n- триплоїдний, 4n- тетраплоїдний).

Каріотип людини складається з 46 хромосом: з них 44 (22 пари) –це аутосоми, 2 (1 пара) статевих: ♀ 44 +ХХ ♂ 44 + ХУ.

**Клітинний цикл –** сукупність процесів у клітині, що відбуваються при підготовці її до поділу і безпосередньо сам поділ. Тривалість клітинного циклу неоднакова: у бактерій 20-30хв, у еукаріотів 10-80 год. Клітинний цикл складається з інтерфази та фаз поділу.

**Інтерфаза** (від лат. Іnter)- це період між поділами клітини або від поділу клітини до її загибелі. Під час інтерфази ядро перебуває в стані найвищої метаболічної та синтетичної активності: реалізується генетична інформація клітини. В інтерфазі розрізняють три періоди: *пресинтетичний,* у якому клітина росте, диференціюється, здійснює їй властиві функції та *автосинтетичний:* коли клітина готується до поділу. Останній поділяється на :

* *пресинтетичний (*61) - найтриваліший у часі (від 10год до кількох діб), відбувається синтез і нагромадження РНК і білків необхідних для поділу;
* *синтетичний* (S) –внаслідок подвоєння хроматид, клітина стає тетраплоїдної 2n; 4сДНК, а також спостерігається подвоєння центріолей клітинного центру (триває 6 –10 год);
* *постсинтетичний* (С2) - триває синтез органічних сполук, необхідних для поділу; розмноження мітохондрій і пластид, розростання ендоплазматичної сітки, акумулюється енергія (триває 3–4 години)

Тривалість інтерфази в цілому становить 90% часу всього клітинного циклу. Досягнення клітиною певних розмірів та припинення її росту свідчить про готовність її до поділу. Поділ клітини відбувається шляхом мітозу, амітозу, мейозу, ендомітозу.

**Мітоз**  (від гец. мίτος- нитка) - непрямий поділ ядра, що забезпечує тотожний рівномірний розподіл генетичного матеріалу між дочірними клітинами та неперервність і спадкоємність хромосом в ряді клітинних поколінь.

Процес мітозу поділяють на чотири фази:

***Профаза****:* ядро клітини збільшується в розмірах у 1,6 рази. Починається спіралізація ниток хроматину, які вкорочуються і потовщуються. Як наслідок стають добре помітними хромосоми. Кожна хромосома складається з двох хроматид, які прилягають одна до одної по всій довжині, але з’єднані між собою центромерою – в місці первинної перетяжки. Вкінці профази зникає ядерце і розчиняється ядерна оболонка під дією ферментів лізосом. Вміст ядра, каріоплазма з хромосомами, опиняється в цитоплазмі. Починає формуватися ахроматинова фігура, яка забезпечує рівномірний розподіл спадкового матеріалу материнської клітини між двома дочірними. Веретено поділу складається з двох полюсів – *центріолей,* що виникають при подвоєнні центросоми та двох видів *цитоплазматичних ниток*: центральних і хромосомних. Центральні зв’язують обидва полюси клітини, хромосомні – з’єднують центромери хромосом з полюсом, або з центральними нитками. У клітин вищих рослин, на відміну від тваринних, центросом немає. Нитки приєднуються до центромер і хромосоми починають рухатись до екваторіальної частини клітини.

***Метафаза***: хромосоми знаходяться в упорядкованому стані в центральній частині клітини в одній площині таким чином, що їхні центромери розміщуються на рівних відстанях від клітинних полюсів. Вкінці метафази хроматиди відокремлюються одна від одної, тому хромосоми мають Х –подібну форму.

***Анафаза:***хромосоми розділяються на дві самостійні хроматиди, які віддаляються одна від одної і рухаються до протилежних полюсів клітини. Рух хроматид зумовлений скороченням білкових ниток веретена поділу. Кожна хроматида при цьому стає самостійною сестринською, або дочірною хромосомою.

***Телофаза***: на двох протилежних полюсах клітини містяться скупчення хромосом, які починають деспіралізуватись (розкручуватись у хроматинові нитки). Навколо кожного з двох скупчень хроматид утворюється ядерна оболонка, з’являються ядерця. У цитоплазмі зникає веретено поділу і клітинаділиться на дві, шляхом “перешнурування” в екваторіальній площині у тварин, або утворенням перегородки у мембран ендоплазматичної сітки у рослин - це так званий ***цитокінез***. Органели клітини при цьому розподіляються переважно рівномірно.

*Біологічне значення мітозу* полягає у забезпеченні точної передачі спадкової інформації протягом послідовних клітинних циклів. Тільки внаслідок поділу існуючих клітин можуть утворюватись нові – дочірні. Кожна з яких одержує по одній хроматиді від материнської хромосоми, тобто зберігається стала кількість хромосом у межах виду.

**Амітоз**– прямий, один з нетипових способів поділу ядра у найпростійших, в рослинних і тваринних клітинах. Здійснюється “перешнуруванням” ядра, утворенням ядерної перегородки, фрагментацією, пупкуванням тощо.

Амітоз спостерігається у м’язевих, епітеліальних клітинах, патологічно змінених клітинах (злоякісних утвореннях). Клітини, утворені амітотично, мають змінений каріотип і переважно швидко гинуть(наприклад, клітини зародкових оболонок ссавців).

**Ендомітоз** ( від грец. ένδον – всередині та мітоз) – відтворення хромосом без формування веретена поділу клітини при збереженні ядерної оболонки. Механізмами виникнення ендомітозу є політенія та полісоматія.

При *політенії* відбувається багаторазове відтворення хроматид, як наслідок утворюється політенна хромосома і відбувається збільшення плоїдності клітини при збереженні в ній постійної кількості хромосом (наприклад, в клітинах двокрилих комах, інфузорій, зародкових мішків деяких рослин).

При *полісоматії* спостерігається нормальна репродукція хромосом без наступного поділу клітини, наслідком чого є багаторазове збільшення числа хромосом у клітині. Це явище спостерігається в клітинах печінки, м’язових волокон, шкірного епітелію тощо.

Біологічна роль ендомітозу полягає у забезпеченні збільшення розміру клітин пропорційно до кількості хромосом і ДНК в них, а відповідно й ріст організму без пропорційного збільшення кількості клітин.

**Мейоз** (грец. μείωσις- зменшення) - прямий складний поділ ядра, що забезпечує зменшення числа хромосом і кількості ДНК вдвічі.

Мейоз складається з двох послідовних поділів з одноразовим подвоєнням числа хромосом. Інтерфаза між цими поділами вкорочена, а в рослин може бути відсутня.

Цей поділ називається *редукційний*, тому що зменшується число хромосом удвічі.Складається з чотирьох фаз:

*Профаза* (І ) найтриваліша в часі, включає п’ять стадій:

1. *лептонема* (стадія тонких ниток)- ядро містить 2n диплоїдний набір хромосом–кожна хромосома складається з двох слабо – спіралізованих хроматид, сполучених між собою в місці центромери;
2. *зигонема* (стадія злиття хромосом) - гомологічні хромосоми розміщуються попарно, наближаються одна до одної зливаються по всій довжині (кон’югують). *Кон’югація* відбувається в гомологічних точках. Така попарна кон’югація називається синапсисом.

Під час кон’югації може відбуватись обмін ділянками між гомологічними хромосомами, так званий *кросинговер*. Це явище має велике біологічне значення, так як забезпечує рекомбінацію генетичної інформації у майбутніх гамет.

Внаслідок кон’югації в клітині утворюються *синаптонемальний комплекс* – тетради (4 – хроматиди), або біваленти (2-і хромосоми). Число тетрад дорівнює гаплоїдному набору хромосом;

1. *пахінема* (стадія товстих ниток) – закінчується утворення синаптонемального комплексу, хромосоми вкорочуються і потовщуються;
2. *диплонема* (стадія розходження гомологічних хромосом) – хромосоми, що кон’югували починають віддалятись одна від одної; в деяких місцях помітні перехрести – *хіазми* – це результат кросинговеру;
3. *діакінез* (стадія остаточного розходження хромосом) – гомологічні *хромосоми розходяться*, тетради розпадаються, зникають ядерця, руйнується ядерна оболонка, починає формуватись веретено поділу.

**Метафаза І.** Гомологічні хромосоми в місцях первинної перетяжки – центромери кріпляться до ниток веретена поділу і розміщується не в площині екваторіальної пластинки, як при мітозі, а попарно по обидві сторони від неї.

**Анафаза І.** Нитки веретена поділу скорочується, гомологічні хромосоми віддаляються одна від одної . Кожна складається з 2-х хроматид і рухаються до протилежних полюсів. Розходження хромосом і рух їх до того чи іншого полюсу є незакономірним, випадковим. Це також є одним із чинників спадкової мінливості.

**Телофаза І.** Біля кожного з полюсів клітини збирається гаплоїдний набір хромосом, навколо якого утворюється ядерна оболонка. У тварин хромосоми деспіралізуються і здійснюється поділ цитоплазми. У більшості рослин спостерігається тільки поділ ядра.

Внаслідок редукційного поділу утворюється дві дочірні клітини або два ядра, в яких число хромосом зменшене вдвічі. Проте кожна хромосома з них містить подвійну кількість ДНК. Між редукційним та наступним екваційним поділами інтерфаза вкорочена (редуплікація ДНК не відбувається), або взагалі відсутня.

Екваційний поділ відбувається мітотично у ІV фази. Кожна з дочірних гаплоїдних клітин зазнає аналогічних мітотичних перетворень і ділиться на дві гаплоїдні. Отже, у результаті екваційного поділу число хромосом залишається незмінним, але кількість ДНК, унаслідок розходження хроматид до дочірних клітин зменшується вдвічі.

**Біологічна роль мейозу** полягає в підтриманні сталості хромосомного набору організмів, які розмножуються статево. Мейоз у гетерозиготних організмів забезпечує виникнення статевих клітин із різною генетичною інформацією. Внаслідок кросинговеру і незалежного розходження гомологічних хромосом відбувається комбінативна мінливість.

**ПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ**

1. Положення сучасної клітинної теорії.
2. Основні складові компоненти клітин: надмембранні, підмембранні комплекси, плазматичні мембрани, цитоплазма, органоїди, ядро, клітиннІ включення.
3. Способи транспорту речовин через плазматичну мембрану. Фагоцитоз. Піноцитоз.
4. Будову, склад, функції одно мембранних, двомембранних, немембранної будови органоїдів.

**ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ**

1. Історія вивчення клітини, становлення цитології.
2. Основні методи дослідження клітин.
3. Органоїди клітин.

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛЕКЦІЇ**

1. Сабадишин Р.О., Бухальська С.Є. Медична біологія: підручник для студ. мед. закладів вищої та фахової передвищої освіти 3-тє вид., зі змінами та допов. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2020. - 344 с.: іл. ISBN 978-966-382-829-9
2. Барна І. В., Барна М. М. Біологія. Задачі та розв’язки. Навчальний посібник у 2-х частинах. – Тернопіль : Мандрівець, 2000. – 160 с.
3. Медична біологія : підруч. для студ. вищих мед. навч. закл. III–IV рівнів акредитації / В. П. Пішак [та ін.] ; ред. В. П. Пішак. – Вінниця : НОВА КНИГА, 2004. – 656 c.
4. Медична генетика: Підручник для мед. ВНЗ ІІІ–ІV рів. акред. Рекомендовано МОЗ / За ред. О. Я. Гречаніної. – К., 2007. – 536 с.
5. Медична паразитологія / В. П. Пішак, Т. М. Бойчук, Т. Є. Дьякова та ін. –. Чернивці, 2003. – 264 с.
6. Медична біологія : посіб. з практ. занять / О. В. Романенко, М. Г. Кравчук, В. М. Грінкевич та ін. ; за ред. проф. О. В. Романенка. – К. : Здоров’я, 2005. – 372 с.
7. Слюсарєв А. О., Самсонов О. В., Мухін В. М. та ін. Біологія: Навч. посібник / За ред. та пер. з рос. В. О. Мотузного. – 3-тє вид. – К. : Вища шк., 2002 р. – 622 с.
8. Тарасюк В. С., Титаренко Г. Г., Паламар І. В. та ін. Ріст і розвиток людини. – К.: Здоров’я, 2002 р. – 269 с.
9. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология : В 3-х т. : Пер. С англ. / Под ред. Р. Сопера – 3-е изд., – М. : Мир, 2005. – 454 с., ил.
10. Широбоков В. П., Янковський Д. С., Димент Г. С. Мікробна екологія людини з кольоровим атласом. Навчальний посібник. – К. : ТОВ «Червона Рута-Турс», 2009. – 312 с. (з кольоровими ілюстр.).