

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ
СЛУЖБИ УКРАЇНИ ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО**
КАФЕДРА ПСИХОЛОГІЇ
ТА МОРАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ОСНОВИ БІОЛОГІЇ ТА ГЕНЕТИКИ, АНАТОМІЯ ТА ЕВОЛЮЦІЯ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Затверджено ректором академії
як навчально-методичний посібник



Рецензенти:

О. А. Матеюк, доктор психологічних наук, професор;
Т. В. Кюмар, доктор психологічних наук, доцент;
Н. Д. Потапчук, кандидат психологічних наук, старший науковий співробітник

Авторський колектив:

Н. А. Голярдик, кандидат психологічних наук;
О. М. Гомонюк, доктор педагогічних наук, професор;
В. Ч. Купчишина, кандидат педагогічних наук;
С. П. Шумовецька, кандидат педагогічних наук, доцент

Основи біології та генетики, анатомія та еволюція
О-75 нервової системи людини : навчально-методичний посібник / Н. А. Голярдик та ін. Хмельницький : Видавництво НАДПСУ, 2020. 128 с.

У навчально-методичному посібнику розкриті основи життєдіяльності, спадковості та мінливості, організації генетичної системи людини, що в цілому визначає її особливості як біологічного об'єкта та поведінку і психіку як соціального індивідуума. Він містить схеми та рисунки, які значно полегшують курсантам засвоєння предмета.

Призначений для курсантів і викладачів факультету іноземних мов і гуманітарних дисциплін, які вивчають біологію та генетику, анатомію та еволюцію нервової системи людини.

ВСТУП

Певні знання з біології, генетики, анатомії та еволюції нервової системи актуальні не лише для майбутніх лікарів, але й для психологів. Професійна діяльність психологів впливає певним чином на психіку людини, і саме тому ознайомлення з основами біології та генетики, анатомії та еволюції нервової системи людини дає їм змогу використовувати здобуті знання у цій галузі.

Запропонований навчально-методичний посібник побудований з урахуванням завдань навчального курсу “Основи біології та генетики, анатомії та еволюції нервової системи людини”, передбачених для курсантів, які навчаються за напрямом 053 “Психологія”.

У навчально-методичному посібнику широко висвітлені такі питання: біосоціальна природа людини, головні етапи виникнення і розвитку життя, будова еукаріотів, клітинна теорія, спеціалізація та інтеграція клітин багатоклітинних організмів, генетичний код, будова гена, геном, РНК та ДНК, структура, типи і властивості метафазних хромосом, каріотип, клітинний цикл та його періоди – інтерфаза і мітоз, генотип та фенотип людини, генетика груп крові, будова, функції спинного і головного мозку людини, нервової системи людини, а також загальні принципи й особливості структурної організації автономної нервової системи та органів чуття.

Виклад теоретичних основ курсу в навчально-методичному посібнику здійснюється з використанням досвіду апробації низки підручників і навчальних посібників для вищої школи, насамперед за авторством О. Є. Кузів, Н. А. Кулікової, І. М. Маруненко, О. Є. Неведомської, Г. І. Волковської, Р. О. Сабадишина, Т. В. Шипелік та ін.

Навчально-методичний посібник буде сприяти ефективнішій підготовці курсантів до семінарських і практичних занять, полегшить опрацювання навчального матеріалу під час самостійного вивчення.

Навчально-методичний посібник укладено відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Він має на меті, окрім перевірки рівня сформованості базових компетентностей з навчальної дисципліни, активізувати розумову діяльність, поглибити знання з біології та генетики, анатомії та еволюції нервової системи людини.

Тема 1

БІОЛОГІЯ ЯК НАУКА ПРО ЖИВІ СИСТЕМИ

План

1. Предмет біології. Біосоціальна природа людини.
2. Визначення життя. Головні етапи виникнення і розвитку життя.
3. Концепції та гіпотези виникнення життя.

1. Предмет біології. Біосоціальна природа людини

Біологія (від грец. *bios* – життя, *logos* – слово, вчення) – сукупність наук про живу природу. *Предмет біології* – це усі вияви життя: будова й функції живих істот і їх природних угруповань, розповсюдження, походження та розвиток, зв'язки одне з одним і з неживою природою.

Завдання біології – вивчення закономірностей цих явів, розкриття сутності життя, систематизація живих істот. Термін “біологія” запропонували у 1802 р. Ж. Б. Ламарк і Г. Р. Тревіранус незалежно один від одного. Він згадується також і в творах Т. Роозе (1797) й К. Бурдаха (1800).

Одними з перших в біології склалися комплексні науки за об'єктами дослідження: про тварин – зоологія, рослини – ботаніка; анатомія та фізіологія людини – основа медицини. У межах зоології сформувалися більш вузькі дисципліни, наприклад, протозоологія, ентомологія, орнітологія, теріологія та інші; у ботаніці – альгологія, бріологія, дендрологія тощо. У самостійні науки виокремилися мікробіологія, ліхенологія, вірусологія. Різноманітні організми й розподіл їх за групами вивчає систематика тварин і систематика рослин. Вивченням історії органічного світу займається палеонтологія

та її розділи – палеозоологія, палеоботаніка, палеоекологія та інші.

Інший аспект класифікації біологічних дисциплін – за властивостями, що досліджуються, і виявами (механізмами) живого. Форму та будову організмів вивчають морфологічні дисципліни – цитологія, гістологія, анатомія; склад і ультраструктуру тканин і клітин – біохімія, біофізика, молекулярна біологія; спосіб життя тварин і рослин, їх взаємовідносини з умовами середовища проживання – екологія та більш спеціально – гідробіологія, біогеографія, біогеоценологія тощо; функції живих істот вивчають фізіологія тварин і фізіологія рослин; закономірності поведінки тварин – етологія; закономірності спадковості й змінюваності – предмет вивчення генетики; закономірності індивідуального розвитку вивчає ембріологія або в більш широкому сучасному розумінні – біологія розвитку; історичний розвиток – еволюційне вчення. Широке застосування математики в розділах біології викликало до життя математичну фізіологію, біометрію.

Загалом для біології характерно взаємопроникнення ідей та методів різних біологічних дисциплін, а також інших наук – хімії, фізики, математики. У ХХ ст. виникли нові біологічні дисципліни й напрями на межах суміжних наук, а також у зв'язку з практичними потребами (радіобіологія, космічна біологія, фізіологія праці, соціобіологія тощо). Успіхи екології, а також проблеми охорони природи, що стають усе більш серйозними, привели до “екологізації” багатьох біологічних наук, сприяли затвердженню сучасного системного підходу до розвитку популяційної біології.

У розвиток окремих напрямів біологічної науки було зроблено внесок вітчизняними вченими – біологами, такими як М. М. Амосов (фізіологія серця, хірургічне лікування легеневих і серцевих захворювань, проблеми біологічної і медичної кінетики, моделювання основних психічних функцій мозку тощо); О. О. Богомолець (патологічна фізіологія, ендокринологія, онкологія, проблеми довголіття тощо); М. І. Вавілов (генетика і селекція, встановив центри походження рослин, сформулював закон гемологічних рядів);

М. Ф. Гамалей (загальна патологія, імунологія, створив протихолерну і противіспову вакцини, розробив санітарно-гігієнічні способи боротьби з чумою, холерою, тифом та іншими захворюваннями); І. І. Мечников (відкрив явище фагоцитозу, за що отримав Нобелівську премію, працював над проблемами імунітету, довголіття, захисту рослин, вивчення інфекційних захворювань); О. В. Палладій (засновник Інституту біохімії в Києві НАН України, вивчав особливості обміну речовин); К. М. Ситнік (молекулярна біологія, цитофізіологія, біохімія та екологія); М. Г. Холодний (фізіологія рослин); І. І. Шмальгаузен (еволюційна морфологія і зоологія, вивчав закономірності росту, філогенії тварин).

Прогрес біології в ХХ ст., підвищення її ролі серед наук і для існування людства визначають й інший вигляд біології порівняно з тим, який вона мала 40–50 років тому. За рівнем біологічних досліджень сьогодні можна судити про матеріально-технічний розвиток суспільства, оскільки біологія стає реальною продуктивною силою, а також раціональною науковою основою відносин між людиною і природою. Тільки на основі біологічних досліджень можливе вирішення одного із найграндіозніших і насущних завдань, що стають перед людством, – управління еволюцією біосфери з метою збереження і дотримання умов існування та розвитку людства.

Людина – біосоціальна істота, невід’ємна частина природи, живий організм, що підкоряється біологічним законам і який з огляду на особливості свідомості та психіки пристосований до суспільного способу буття разом із подібними собі. Людина органічно поєднує у своїй життєдіяльності фізичний, практичний і духовний способи існування і вона спроможна цілеспрямовано вдосконалювати світ та саму себе. Людина – душевно визначена, природно-соціальна істота, продукт трудової діяльності, вищий ступінь розвитку живих організмів на Землі.

Що таке людина – питання, яке людська думка прагне вирішити з початку свого існування.

Ти знаєш, що ти людина,
Ти знаєш про це, чи ні?

Усмішка твоя – єдина,
очі твої – одні. (В. Симоненко)

Здається, що людина не становить ніякої таємниці. Утім це неправильно, загадка людини існує. Проблеми людини, її життя, смерті, призначення та цінності, сенс існування, перспективи розвитку здавна цікавили людей. Ці питання вічні.

Людина – найскладніша з усіх відомих істот, а тому процес осмислення феноменальності людини не завершено. По-над 150 наук займаються вивченням людини.

Людина розвивається, постійно змінюється, одночасно змінюючи навколишній світ.

Людині характерні:

1. Особлива тілесна організація – анатоμο-фізіологічні характеристики людини, генетичні явища, тип нервової системи, особливості перебігу розумових процесів тощо.

Людина тілесно належить до людиноподібних істот. Тілесну організацію людини вивчають такі науки: анатомія, фізіологія, антропологія, генетика тощо.

Особливості анатомічної будови людини:

вертикальне положення тіла;

специфічна будова кінцівок;

складна організація мозку.

2. Наявність душі – сукупності психічних характеристик людини, які відображають уявлення про внутрішній світ людини.

Під душею розуміють сукупність психічних явищ, почуттів, знань, бажань, переживань тощо, носія свідомого і підсвідомого у психіці людини.

Душа – це сховище таємниць, почуттів, спогадів, усього доброго та злого, це внутрішній світ людини.

Отже, поняття душі пов'язане з функцією нервової системи.

Душевність розкривається як любов до ближнього, що розпочинається з любові до себе, як терпимість та щиросердечність, здатність до співчуття та милосердя.

Відносини, в які вступає людина протягом усього життя, усвідомлюються нею і становлять головний смисл її духовного світу, збагачують її душу.

Метою духовного самовдосконалення є досягнення гармонії між власним життям і навколишнім світом.

У релігії душа має божественне походження, спрямовує людину до Бога.

3. Свідомість – здатність людини відображати дійсність і саму себе в ідеальних образах, створювати власний внутрішній духовний світ і мову, якою виражається його зміст.

Людина – це живий організм, що має свідомість.

Свідомість – головна відмінна риса людини, якою її наділила природа.

Свідомість існує у формі думок, понять, ідей, оцінок, цілей, норм тощо, в яких відображаються різноманітні предмети, їх властивості й відносини між ними. Вона нерозривно пов'язана з мовою. Органом, за допомогою якого відбувається свідоме відображення, є мозок. Свідомість може розвиватися лише в суспільстві.

4. Суспільний характер існування означає, що людина – природно-соціальна, суспільна істота.

Вона перебуває в постійному взаємозв'язку з іншими людьми на основі спільного життя. Вона є частиною певних спільнот – сім'ї, класу, нації, держави тощо.

Тварина живе в природі й пристосовується до її умов, людина живе в суспільстві й пристосовує природу до своїх потреб. Завдяки діяльності людини суспільство – це надприродний світ, який надбудовується над природою.

5. Діяльність – спосіб існування людини, здатність її задовольняти свої потреби завдяки змінам навколишньої дійсності та самої себе.

Одна з найсуттєвіших ознак людини – здатність реалізувати себе через цілеспрямовану діяльність, яка орієнтована на створення предметів, знарядь праці, необхідних для задоволення її біологічних, соціальних і духовних потреб.

Людина перебуває в постійному взаємозв'язку з іншими людьми на основі спільної діяльності. Завдяки діяльності людина:

– змінює:

навколишній світ;

умови свого існування;

– творить:
матеріальні й духовні цінності;
культуру;
саму себе.

Отже, до основних ознак людини можна віднести:
особливий тип тілесної організації;
наявність душі;
свідомість;
суспільність;
діяльність.

2. Визначення життя.

Головні етапи виникнення і розвитку життя

Є велика кількість визначень поняття “життя”, які відображають різні підходи. Численні визначення сутності життя можна звести до трьох основних. Згідно з першим підходом життя визначається носієм його властивостей (наприклад, білком); згідно з другим підходом життя розглядають як сукупність специфічних фізико-хімічних процесів. І, нарешті, третій підхід – визначають мінімально можливий набір обов’язкових властивостей, без яких жодне життя неможливе.

У багатьох визначеннях життя акцентують увагу на певних властивостях, які відрізняють живе від неживого. Арістотель відносив до таких властивостей харчування, ріст, старіння. Павлов визначав життя як складний хімічний процес.

Великий внесок у з’ясування сутності життя зробив Ф. Енгельс, який розглядав життя як особливу форму руху матерії. “Життя є спосіб існування білкових тіл, і цей спосіб існування складається за своєю сутністю в постійному самовідновленні хімічних складових частин цих тіл”. Дотепер немає точного всеосяжного визначення, що таке життя. Нижче подано визначення цього явища, які підкреслюють ті або інші сторони життя.

О. І. Опарін: “Життя – одна з вищих форм руху й організації матерії”.

Б. М. Кедров (філософ): “Життя є спосіб існування біополімерів і насамперед білків і нуклеїнових кислот”.

Вільштеттер (фізіолог): “Життя – суворо впорядковані взаємодії ферментних систем”.

А. М. Колмогоров (математик): “Живі системи – це системи, через які течуть безперервні потоки речовини, енергії, інформації і які здатні сприймати, зберігати й переробляти інформацію”.

Л. Полінг (біохімік): “Життя – це не властивість якої-небудь молекули, а скоріше результат взаємодії між молекулами”.

В. І. Гольданський: “Життя є форма існування біополімерних тіл (систем), здатних до самореплікації в умовах постійного обміну речовиною й енергією з навколишнім середовищем”.

Сучасне визначення життя таке: “Життя – це макромолекулярна відкрита система, якій властива ієрархічна організація, здатність до самопоновлення, обмін речовин і тонкий регуляторний процес”.

Життя настільки складне явище, що піддається визначенню лише загальною. Розвиток біології у ХХІ ст. дозволяє зробити висновок, що життя – це сукупність таких особливостей, як: структурна організація (органіди клітини), сполучення потоків матерії, енергії й інформації, упорядкованість у просторі (молекулярний, клітинний, тканинний та інші рівні), упорядкованість у часі (черговість перебігу етапів обміну речовин).

Походження життя на Землі було, є і буде залишатись досить актуальною темою ще на довгий час. Донині ще не поставлена крапка в цьому питанні. Адже ніхто не може дати відповіді на нього. Ця тема буде актуальною доти, поки не будуть знайдені факти та доведена істинність даної думки.

3. Концепції та гіпотези виникнення життя

Сьогодні існує досить багато теорій або, як ще прийнято говорити, гіпотез виникнення життя на Землі. Та ми розглянемо лише ті, які є, на нашу думку, найвагомішими та найцікавішими.

Перш за все слід відзначити найпоширеніші уявлення, які заслуговують на увагу. А саме:

1) життя було створене надприродною істотою в певний час (креаціонізм);

- 2) життя виникало неодноразово з неживої речовини (ми-мовільне зародження);
- 3) життя існувало завжди (теорія стаціонарного стану);
- 4) життя занесене на нашу планету ззовні (панспермія);
- 5) життя виникло з неживої природи в результаті біохімічних процесів (еволюція).

Одні вірять у біблійну історію створення, інші – у доводи сучасного природознавства, а ще інші згодні, що життя зародилося в океані.

Т. Хейердал (норвезький етнограф, географ, археолог, мандрівник) вважав, що ні Бог, ні природа не могли б створити людину з безживної вулканічної породи. Довгий і складний розвиток, вінцем якого стала людина, починався в товщі океану, коли енергія Сонця вперше перетворила газів і продукти вивітрювання гірських порід на протоплазму й живі клітини.

Серед гіпотез біогенетичного виникнення життя (біогенезу) слід назвати **гіпотезу панспермії**, яку сформулював шведський фізик С. Арреніус, а розвинув український учений В. І. Вернадський. Прихильником був Ф. Крик. Суть цієї гіпотези ґрунтується на припущенні, що організми (точніше “зародки життя”) позаземного походження занесені на Землю з космосу із метеоритами та космічним пилом якоюсь космічною наддивілізацією. На сьогодні немає достовірних підтверджень позаземного виникнення мікроорганізмів, хоча їх і знайшли на метеоритах, тобто вони мають значну стійкість до космічного випромінювання. Можливо, це й так, але не знімається запитання: а як же там виникло життя?

Найбільш аргументована теорія походження життя на Землі розроблена російським ученим О. І. Опаріним та англійським Д. Холдейном, яка дістала назву “**гіпотеза Опаріна – Холдейна**”.

Цю гіпотезу про можливість виникнення сполук абіотичним шляхом, тобто без участі живої речовини, висловив у 1923 р. російський біохімік, академік О. І. Опарін, а вперше експериментально перевірів у 1953 р. американський аспірант С. Міллер. Вона ґрунтується на тому, що до складу пер-

винної атмосфери входили H_2O , CO_2 , CO , H_2S , NH_3 , CH_4 та інші речовини і температура її була високою. Коли температура поверхні Землі стала нижчою за 100°C , пішли зливи. Вода заповнювала западини поверхні землі, утворювались моря й океани, в яких розчинялися різні речовини атмосфери. Досить висока температура води первісного океану і значна концентрація перелічених вище сполук були сприятливими для синтезу складних високомолекулярних органічних речовин. У синтезі цих речовин важливу роль відігравали енергія електричних розрядів, ультрафіолетове випромінювання та розпечені вулканічні викиди.

Первісний океан поступово наповнювався все складнішими і складнішими органічними полімерними сполуками – вуглеводами, амінокислотами, азотистими основами тощо. Із них абіогенним шляхом формувались первинні білки, нуклеїнові кислоти.

Правомірність абіогенного синтезу органічних сполук підтверджена численними експериментами. Абіогенним шляхом синтезовано аденін, піримідин, рибозу, дезоксирибозу, АДФ, полісахариди і полінуклеотиди.

Таким був перший етап виникнення життя на Землі. Другим етапом став процес концентрування органічних речовин у “поживному бульйоні”, що супроводжувався утворенням коацерватних краплин, а далі – багатомолекулярних систем найпростішої організації – “пробіонтів”, до складу яких входили поліпептидноліпоїднополінуклеотидні комплекси. Коацерватні краплини були здатні вибірково адсорбувати речовини з навколишнього середовища і за рахунок цього “рости”, поділюватися й утворювати “дочірні” краплини. На думку О. І. Опаріна і Д. Холдейна, між коацерватними краплинами йшов добіологічний природний “добір”, який був спрямований на вдосконалення молекул білків і нуклеїнових кислот, виникнення процесів матричного синтезу. У результаті такого добору утворювалися білковонуклеїноволіпоїдні системи, які характеризувалися упорядкованим обміном речовин і самовідтворенням. Тривала еволюція хімічних процесів, яку вчені розглядали як третій етап виникнення життя на Землі,

спричинила перетворення окремих коацерватних краплин на перші примітивні живі істоти, які вступили в біологічний природний добір і започаткували органічний світ Землі.

У 1953 р. американський хімік С. Міллер провів експеримент, який, як уважалось тоді, вирішував питання про те, яким чином виникло життя на Землі. У герметичному скляному приладі вчений відтворив умови, які були характерні для первісної планети. Через газову суміш, яка вміщувала метан, аміак і водень, Міллер пропускав електричні розряди, а воду на дні приладу нагрівав, імітуючи стародавній океан. Через кілька днів дослідник виявив у колбі наявність амінокислот. Експерименти Міллера довели можливість абіогенного (небіологічного) синтезу важливих для життя молекул. Цей факт став також підтвердженням гіпотези російського вченого О. І. Опаріна про “білковий початок” розвитку життя на планеті.

Але дослідження деяких учених поставили під сумнів вихідну ідею, від якої відштовхувався у своїх експериментах С. Міллер: який був склад первісної атмосфери Землі? У результаті складних дослідів та комп’ютерного моделювання стародавньої земної атмосфери (Дж. Уокер (США) та ін.) було показано, що ультрафіолетове сонячне випромінювання, яке тоді ще не стримувалось озоновим екраном, повинно було руйнувати гідрогеновмісні молекули газів. Сьогодні передбачається, що основними компонентами первинної атмосфери були вуглекислий газ і азот. При цьому частка вуглекислого газу в атмосфері була настільки велика, що працював “парниковий ефект”, під впливом якого вода в океанах майже кипіла.

У подібних умовах синтез амінокислот був надто проблематичним.

Передбачається, що перші живі організми Землі могли бути гетеротрофами, тому що їм доступні були готові органічні молекули, які утворюються шляхом хімічного синтезу в первинному середовищі їхнього існування. З появою хемо- і фотосинтезу в атмосфері Землі з’явився і став накопичуватися кисень, після чого формувався “озоновий екран”.

Відповідно аналізуючи, синтезуючи дану теорію, можна виділити три основні етапи:

1. Утворення Землі.
2. Хімічна еволюція.
3. Біологічна еволюція.

Нещодавно науковці запропонували світу **нову гіпотезу походження життя на Землі**. Учені з Дюссельдорфського університету і дослідницького центру в Глазго вважають, що перші форми життя зародилися в так званих “неорганічних інкубаторах” – невеликих відсіках у скелях залізного колчедану на дні океану. Ця теорія суперечить загальноприйнятому уявленню про походження життя на Землі.

У науковому світі триває запекла дискусія з приводу нової і дуже суперечливої теорії виникнення життя на Землі. Один з висновків нової теорії полягає в тому, що життя все-таки може існувати на тих планетах, де, за традиційною теорією, життя не може бути зовсім.

З 1930-х років більшість учених вважає, що теорія походження клітин ґрунтується на тому, що життя з’явилося в океані завдяки впливу атмосфери.

Зараз професор Мартін з Дюссельдорфа і професор Рассел з Глазго стверджують, що спочатку на морському дні з’явилися “неживі” клітини із залізного колчедану, які були частиною поверхні Землі. Вони існували в повній темряві при низьких температурах на дні океану.

Життя, стверджують вони, зародилося внаслідок хімічної реакції конвекції на земній корі. Загалом така реакція можлива і на будь-якій іншій вологій і скелястій планеті.

Доктор Рассел так пояснює свою теорію: “Гідротермальні потоки, багаті на водень, ціанід, сульфіді й окис вуглецю, вивалилися із земної кори на дно океану, унаслідок чого в скелях залізного колчедану розпочалася хімічна реакція. З’явилися клітини, у яких негайно розпочалося зчеплення молекул. Саме там, на нашу думку, розпочалося життя”.

Якщо вірити цій теорії, то життя може існувати і на інших планетах чи великих супутниках планет – таких, як вкрита льодом Європа (супутник Юпітера).

Розглянувши лише традиційні та основні гіпотези, важко обрати з них головну. Адже кожна з них має право на існування. Відповідно більшість уявлень походження життя на Землі постійно піддаються критиці, але, не маючи доказів, які б підтверджували б якусь з них, не можна відхиляти жодної.

На нашу думку, варті уваги гіпотези Опаріна – Холдейна та панспермії. Перша має значні переваги у судженнях та є більш реальною. Але не менш приваблива й гіпотеза панспермії, якщо не зосереджуватись на питанні “білкових тіл з космосу”. Та доки не знайдено заперечень їх існування, даним уявленням не можна нівелювати. Адже космос – це ще одна нерозгадана таємниця, “невідома сторінка” людських відкриттів.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення поняття “біологія”.
2. Які вчені запропонували термін “біологія”?
3. Які дисципліни вивчають форму та будову організмів?
4. Які дисципліни вивчають склад і ультраструктуру тканин і клітин?
5. Які дисципліни вивчають спосіб життя тварин і рослин, їх взаємовідносини з умовами середовища проживання?
6. Які дисципліни вивчають закономірності спадковості й змінюваності?
7. Назвіть особливості анатомічної будови людини.
8. Які науки вивчають тілесну організацію людини?
9. Розкрийте гіпотезу панспермії.
10. Розкрийте гіпотезу Опаріна – Холдейна.
11. У чому полягає нова гіпотеза походження життя на Землі?

Виберіть правильну відповідь:

1. Відомими ученими-біологами є:
 - а) О. О. Богомолець, К. М. Ситнік, М. Г. Холодний;
 - б) Ю. Р. Іздрік, В. О. Шевчук, І. М. Андруся;
 - в) А. М. Анищенко, Ю. С. Асєєв, М. А. Левчук;
 - г) О. А. Ройтбург, М. О. Приймаченко, К. В. Білокур.

2. Свідомість – це:

а) генетичні явища, тип нервової системи, особливості перебігу розумових процесів тощо;

б) сукупності психічних характеристик людини, які відображають уявлення про внутрішній світ людини;

в) спосіб існування людини, здатність її задовольняти свої потреби завдяки змінам навколишньої дійсності та самої себе;

г) здатність людини відображати дійсність і саму себе в ідеальних образах, створювати власний внутрішній духовний світ і мову, якою виражається його зміст.

3. Діяльність – це:

а) здатність людини відображати дійсність і саму себе в ідеальних образах, створювати власний внутрішній духовний світ і мову, якою виражається його зміст;

б) спосіб існування людини, здатність її задовольняти свої потреби завдяки змінам навколишньої дійсності та самої себе;

в) сукупності психічних характеристик людини, які відображають уявлення про внутрішній світ людини;

г) жодна відповідь неправильна.

4. Гіпотезу панспермії сформулював:

а) О. О. Богомолець;

б) С. Арреніус;

в) О. І. Опарін;

г) жодна відповідь неправильна.

5. У чому полягає гіпотеза Опаріна –Холдейна;

а) виділення секреторних гранул з клітини;

б) гіпотеза про поглинання клітиною речовин;

в) гіпотеза про можливість виникнення сполук абіотичним шляхом;

г) жодна відповідь неправильна.

Тема 2

КЛІТИНА ЯК ЕЛЕМЕНТАРНА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОДИНИЦЯ ЖИВОГО

План

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

1. Про- та еукаріоти. Будова еукаріотів

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

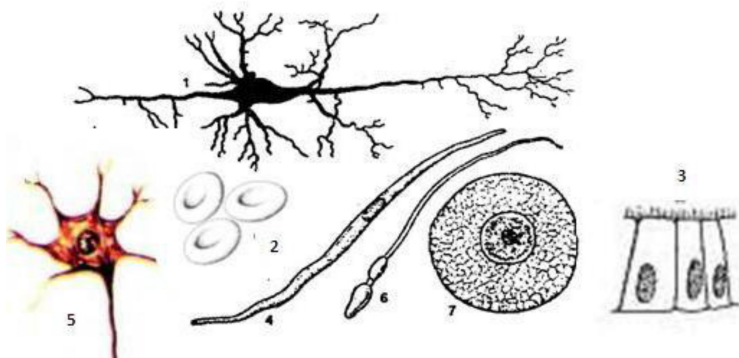


Рис. 1. Форма клітин людини:

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

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

Цитолема (рис. 2) займає в клітині граничне положення і відіграє роль напівпроникного селективного бар'єра, який, з одного боку, відділяє цитоплазму від навколишнього середовища, а з другого – забезпечує її зв'язок із цим середовищем.

Функції плазмолем (цитолем):

вибіркова проникливість;

ендоцитоз;

екзоцитоз;

розпізнавання інших клітин та прикріплення до них;

транспорт речовин у цитоплазму і з неї;

взаємодія із сигнальними молекулами (гормонами, медіаторами, цитокінами та іншими) за допомогою рецепторів, які розміщені на її поверхні;

рух клітини.

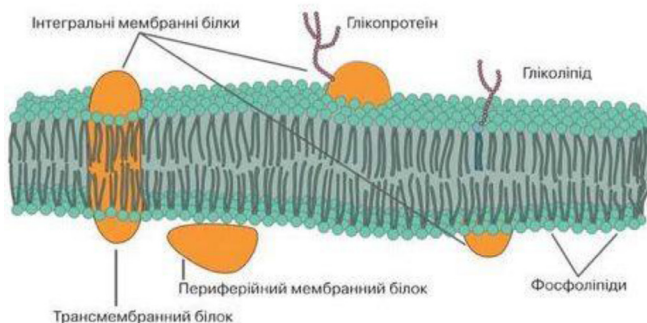


Рис. 2. Цитолема клітини

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

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

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

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

міжклітинне впізнавання;

міжклітинна взаємодія;

пристінкове травлення.

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

Екзоцитоз – виділення секреторних гранул з клітини (секреція).

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

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

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

ендоплазматичну сітку;

мітохондрії;

комплекс Гольджі;

лізосоми;

пластиди.

До немембранних органел належать:

рибосоми;

центріолі клітинного центру.

У світловому мікроскопі цитоплазма має однорідний вигляд, проте в електронному мікроскопі було виявлено складні системи мембран, які формують структуру органел (рис. 3).

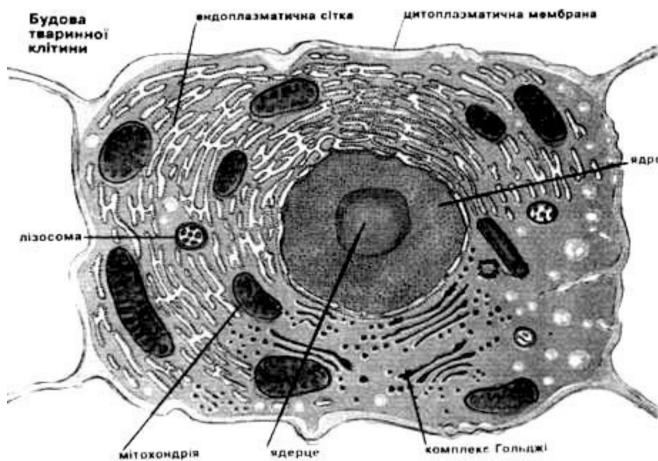


Рис. 3. Схема ультрамікроскопічної будови клітини людини

Ендоплазматична сітка – це система мембранних каналів. Розрізняють два види ендоплазматичної сітки: гранулярну (шорстка) і агранулярну (гладеньку) (рис. 4).

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

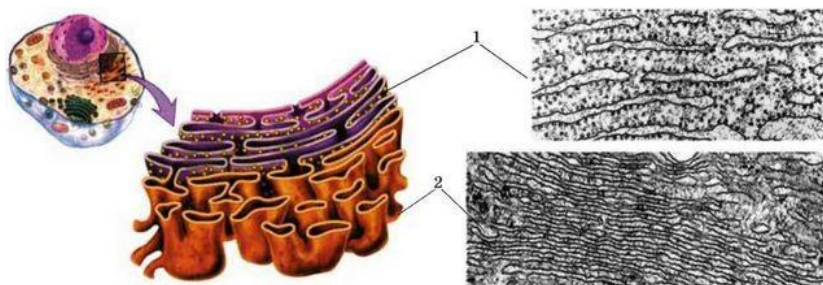


Рис. 4. Ендоплазматична сітка:

1 – зерниста, 2 – незерниста.

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

Рибосоми побудовані із великої і малої субодиниць, які містять різні типи РНК і білок (рис. 5). Рибосоми діляться на вільні і зв'язані із гранулярною ендоплазматичною сіткою. Комплекс декількох рибосом називається полірибосомами (полісоми). Основна функція – синтез білка.

Мітохондрії – органели, які можна бачити у світловому мікроскопі у вигляді палочок, зерен, ниточок (рис. 5).

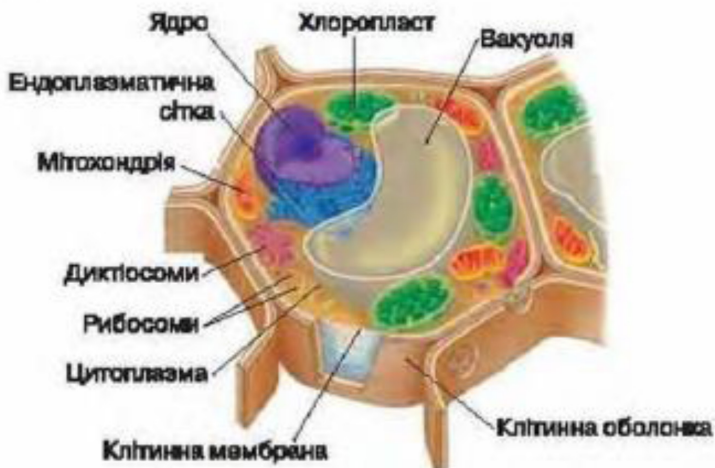


Рис. 5. Будова клітини

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

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

Ззовні хлоропласти вкриті двома мембранами, усередині заповнені напіврідкою рідиною (стромою), в якій локалізуються – **грани**. **Грани** – пакети круглих плоских мішечків (тилакоїдів), складених подібно до стовпчика монет перпендикулярно до широкої поверхні хлоропласта. Тилакоїди сусідніх гран сполучені між собою мембранними каналами в єдину взаємозв'язану систему. Хлорофіл розташований у певному порядку на поверхні і в товщі цих мембранних структур хлоропласта.

Основна функція: фотосинтез, синтез білків і ліпідів.

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

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

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

Лізосоми – дрібні органели діаметром близько 1 мкм, видимі лише в електронний мікроскоп. Вони вкриті щільною

мембраною і містять до 60 різних ферментів, здатних розщеплювати білки, жири і вуглеводи.

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

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

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

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

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

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

Ядро (рис. 6) має ядерну оболонку, яка складається із двох мембран – зовнішньої і внутрішньої, які розділені простором (перинуклеарним – нуклеус-ядро) і змикаються в ділянці ядерних пор. Зовнішня ядерна мембрана складає єдине ціле із гранулярною ендоплазматичною сіткою – на її поверхні є рибосоми, а перинуклеарний простір відповідає каналцям гранулярної ендоплазматичної сітки.

Внутрішня мембрана ядра гладенька.

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

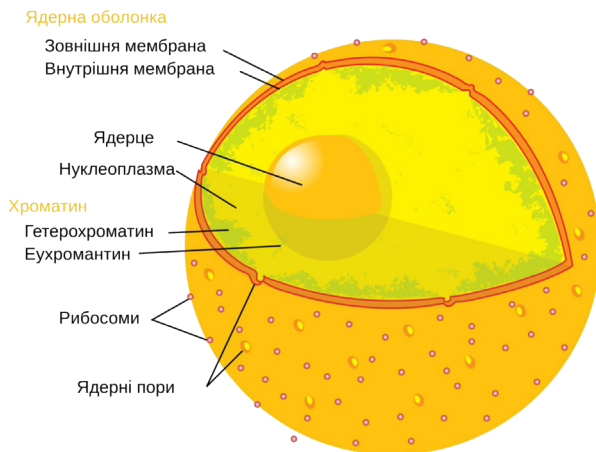


Рис. 6. Ядро клітини

Еухроматин – це деспіралізовані (розкручені) сегменти хромосом.

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

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

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

2. Клітинна теорія

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

Прогрес у вивченні клітини пов'язаний з розвитком мікроскопії у ХІХ ст. Численні відомості про тонку будову і розвиток клітин і тканин дали можливість зробити узагальнення німецькому біологу Т. Швану (1839 р.) у вигляді сформульованої ним клітинної теорії. Він стверджував, що клітини тварин і

рослин принципово подібні між собою. Розвинув і узагальнив ці уявлення німецький патолог Р. Вірхов. Він висунув положення, що клітини виникають тільки із клітин шляхом розмноження.

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

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

Суть сучасної клітинної теорії полягає в такому:

а) клітина – елементарна структурна і функціональна одиниця живих організмів;

б) клітини різних організмів гомологічні за своєю будовою;

в) розмноження клітин відбувається шляхом поділу материнської клітини;

г) багатоклітинні організми – це складні ансамблі клітин, поєднаних у цілісні, інтегральні системи тканин і органів, які підпорядковані і пов'язані між собою міжклітинними, гуморальними і нервовими формами регуляції.

Спеціалізація та інтеграція клітин багатоклітинних організмів

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

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

У процесі філогенезу із клітин сформувались тканини.

Тканина – сукупність клітин і міжклітинної речовини, яка характеризується певними структурними (морфологіч-

ними) властивостями, високою спеціалізацією і яка властива лише цьому виду тканин.

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

Епітеліальна тканина (*textus epithelialis*) покриває поверхні тіла і вистилає слизові оболонки, відокремлюючи організм від зовнішнього середовища (покривний епітелій), а також утворює залози (залозистий епітелій) (рис. 7).

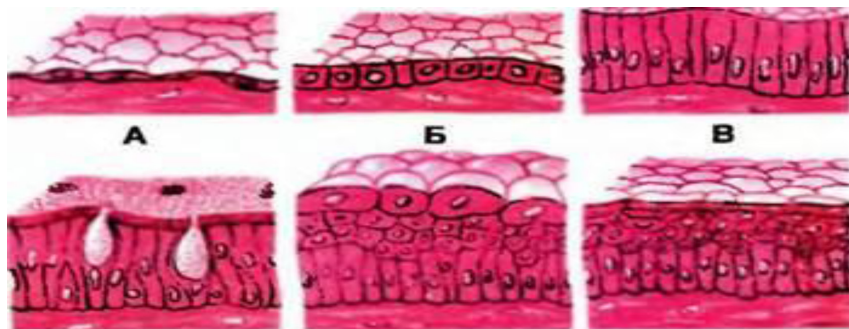


Рис. 7. Епітеліальна тканина:

А – одношаровий епітелій; Б – багатошаровий епітелій

Крім того, виділяють сенсорний епітелій, клітини якого сприймають специфічні подразнення в органах слуху, рівноваги і смаку. Деякі автори називають нейросенсорним епітелієм змінені нервові клітини, що сприймають світлові і нюхові подразнення.

Спільні риси для епітеліальної тканини є такими:

а) епітелій майже не має міжклітинної речовини і представлений лише шаром або шарами клітин, що дає йому можливість захищати нижчезрозміщені тканини від зовнішніх впливів та здійснювати обмін між внутрішнім і зовнішнім середовищем;

б) епітелій завжди розміщується на сполучнотканинній базальній мембрані;

в) епітеліальні клітини мають базальний і апікальний полюси відносно до базальної мембрани;

г) епітелій має високу здатність до регенерації (відновлення).

Епітелій виконує численні функції. Це в першу чергу бар'єрна і захисна функції, які здійснюють усі види епітелію, а також зовнішній обмін: всмоктування (одношаровий епітелій тонкої кишки, мезотелій очеревини і плеври, епітелій каналців нефрона тощо), секреція (клітин амніотичного епітелію, епітелію судинної смужки завиткового лабіринту, великі гранулярні альвеолоцити), екскреція (епітелій каналців нефрона), газообмін (дихальні альвеолоцити), моторна (здійснюється за допомогою війок і джгутиків).

Сполучна тканина (*textus connectivus*) поширена в організмі людини, на неї припадає майже половина маси тіла. Зі сполучної тканини побудовані кістки, хрящі, сухожилки м'язів, зв'язки, шкіра, каркаси органів. Сполучна тканина поділяється на *власне сполучну тканину* (пухку волокнисту, щільну волокнисту – неоформлену й оформлену), *сполучну хрящову і кісткову, тканини зі спеціальними властивостями* (ретиккулярну, пігментну, жирову). До сполучної тканини також належить кров і лімфа. На підставі будови міжклітинної речовини окремо виділяють **тканини внутрішнього середовища**, до яких належать *власне сполучна тканина, хрящова тканина, кісткова тканина, кров та лімфа*.

Сполучна тканина на відміну від епітеліальної має добре виражену міжклітинну речовину і клітини (рис. 8), а тому її функціями є:

- а) трофічна – участь в обміні речовин;
- б) захисна – шляхом фагоцитозу та участь в утворенні імунітету;
- в) механічна (опорна);
- г) різновид сполучної тканини – ретиккулярна, складає основу кровотворних органів;
- д) маючи найвищу здатність до регенерації, вона здатна заповнювати місця пошкодження інших тканин шляхом утворення сполучно-тканинних рубців.

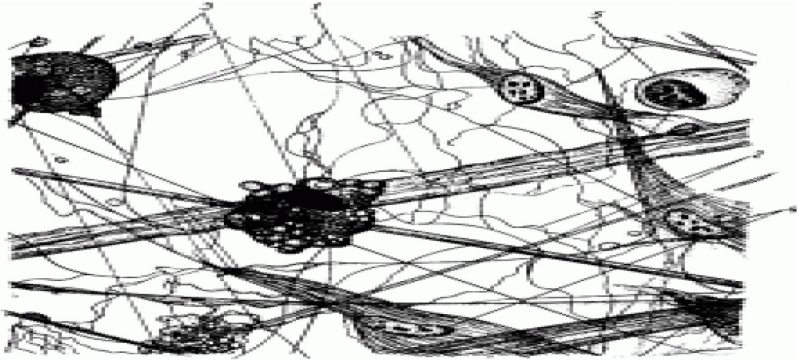


Рис. 8. Сполучна тканина:

1 – колагенові волокна; 2 – еластичні волокна; 3 – макрофаги; 4 – фібропласти; 5 – лімфоцит.

М'язова тканина (*textus muscularis*) (рис. 9) має здатність до скорочення. Забезпечують рухові функції елементів м'язової тканини спеціальні органи – *міофібрили* (*myofibrillae*). Існують три види м'язової тканини: поперем'язована скелетна м'язова тканина, серцева поперем'язована м'язова тканина, гладка м'язова тканина. Окрім того, в організмі людини виділяють м'язову тканину епідермального походження – міоепітеліальні клітини, а також гладкі м'язи райдужки ока, що розширюють і звужують зіницю, які розвиваються з нервової трубки.

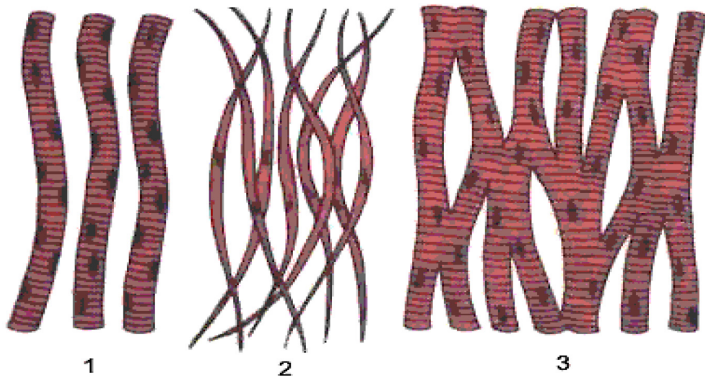


Рис. 9. М'язова тканина:

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

М'язова тканина побудована із клітин, які мають органи-ли спеціального призначення – міофібрили, що забезпечують скоротливість. М'язова тканина забезпечує пересування лю-дини і рух частин її тіла у просторі.

Нервова тканина (*textus nervosus*) (рис. 10) належить до спеціальних тканин, її елементи здатні сприймати подраз-нення, трансформувати це подразнення в нервовий імпульс, швидко його передавати, зберігати інформацію, продукувати біологічно активні речовини, завдяки чому нервова тканина забезпечує узгоджену діяльність органів і систем організму та його адаптацію до умов зовнішнього середовища.

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



Рис. 10. Нервова тканина

Контрольні запитання

1. Дайте визначення поняття “клітина”.
2. Охарактеризуйте форму, розміри та кількість клітин у багатоклітинному організмі.
3. Перерахуйте структурні компоненти тваринної клітини.

4. Розкажіть про будову зовнішньої клітинної мембрани (цитолемі).

5. Охарактеризуйте будову інтерфазного ядра і його функції.

6. Дайте коротку характеристику органел клітини та перерахуйте їхні функції.

7. Назвіть особливості будови клітин прокаріот і еукаріот.

8. Хто і коли сформулював клітинну теорію?

9. Перерахуйте основні положення клітинної теорії.

10. Дайте коротку характеристику спеціалізації та інтеграції клітин багатоклітинного організму.

Виберіть правильну відповідь:

6. Елементарною структурно-функціональною одиницею живого є:

- а) клітина;
- б) тканина;
- в) орган;
- г) міжклітинна речовина.

7. Клітини, які мають ядро, називаються:

- а) прокаріоти;
- б) цитоплазматичні;
- в) еукаріоти;
- г) жодна відповідь неправильна.

8. Плазмолема має:

- а) мозаїчну будову;
- б) двошарову будову;
- в) одношарову будову;
- г) жодна відповідь неправильна.

9. Ендоцитоз – це:

- а) виділення продуктів життєдіяльності з клітини;
- б) поглинання клітиною речовин;
- в) транспорт речовин у клітині;
- г) виділення секреторних гранул з клітини.

10. Екзоцитоз – це:

- а) виділення продуктів життєдіяльності з клітини;
- б) поглинання клітиною речовин;

- в) транспорт речовин в клітині;
- г) виділення секреторних гранул з клітини.

11. Мембранними органелами є:

- а) центріоль, ендоплазматична сітка;
- б) рибосоми, ендоплазматична сітка;
- в) ендоплазматична сітка, мітохондрії;
- г) мітохондрії, рибосоми.

12. Які органели загального призначення мають власну ДНК і РНК?

- а) рибосоми;
- б) полісоми;
- в) мітохондрії;
- г) комплекс Гольджі.

13. Як називаються пластиди, які мають червоний пігмент?

- а) хлоропласти;
- б) хромопласти;
- в) лейкопласти;
- г) жодна відповідь неправильна.

14. Основна маса ДНК клітини зосереджена в:

- а) ядрі;
- б) цитоплазмі;
- в) мітохондріях;
- г) ендоплазматичній сітці.

15. Є такі різновиди тканин:

- а) залозистий епітелій, м'язова, сполучна, покривна;
- б) покривна, нервова, м'язова і сполучна;
- в) епітеліальна, м'язова, нервова, сполучна;
- г) залозиста, покривна, сполучна і нервова.

Тема 3

СПАДКОВИЙ АПАРАТ ЕУКАРІОТИЧНИХ КЛІТИН ТА ЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ НА МОЛЕКУЛЯРНОМУ РІВНІ

План

1. Організація потоку біологічної інформації у клітині.
2. Нуклеїнові кислоти – ДНК і РНК. Реплікація ДНК.
3. Генетичний к-од, його основні властивості.
4. Будова гена. Поняття про геном.

1. Організація потоку біологічної інформації у клітині

Ядро клітини є дуже важливою складовою клітини, бо здійснює регуляцію всіма її життєвими процесами, а також виконує функцію збереження і передачі генетичної інформації. Ці функції забезпечуються ДНК, яка міститься в ядрі.

Установлення структури ДНК відкрило нову епоху в біології, розкрило механізм точного відтворення собі подібних та кодування інформації, яка необхідна для регуляції її життєдіяльності.

Дж. Уотсон і Ф. Крік показали, що ДНК побудована із двох ланцюгів полінуклеотидів, які закручені в спіраль. Мономером ланцюга є нуклеотид. Послідовність амінокислот у поліпептидному ланцюзі визначає послідовність нуклеотидів. Одна амінокислота кодується триплетом нуклеотидів (генетичний код) (рис. 11).

Як здійснюється потік інформації в клітині?

Вона здійснюється поетапно:

I крок: **транскрипція (переписування) генетичної інформації з ДНК на РНК**. Спадкова інформація ДНК записана в лінійній послідовності нуклеотидів. **Передача (реплікація (копіювання, подвоєння) інформації розпочинається поділом**

двох комплементарних ланцюгів ДНК, на кожному з яких утворюється нова молекула ДНК (рис. 12).

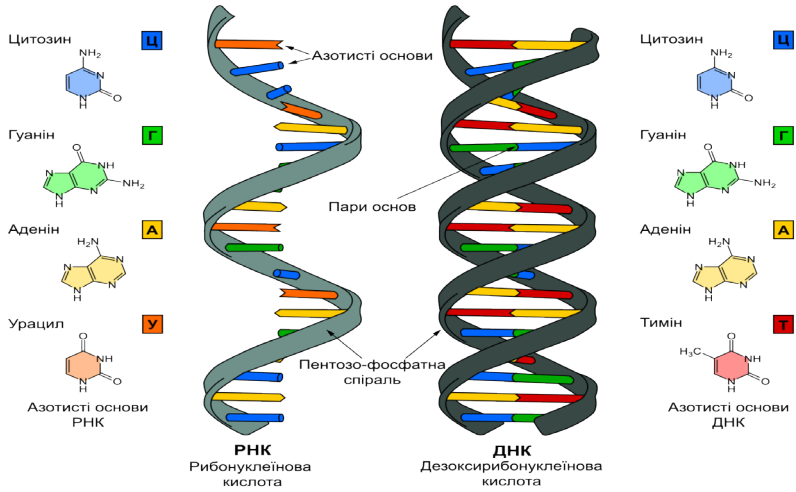


Рис. 11. Будова ДНК і РНК

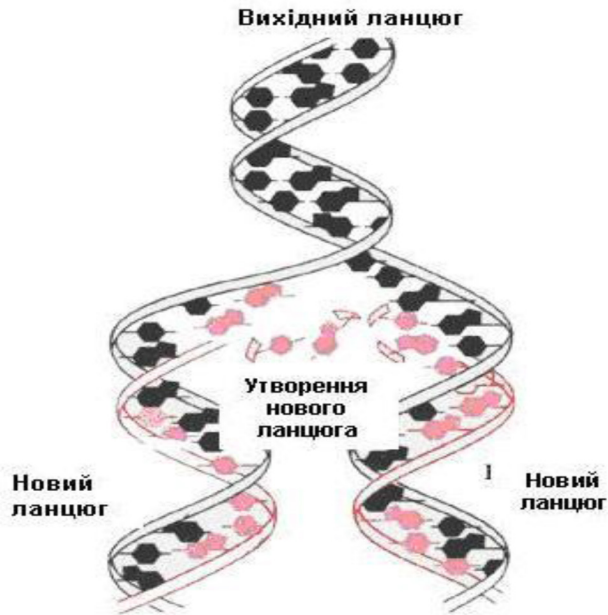


Рис. 12. Реплікація ДНК

Під час транскрипції розгорнутого ланцюга з певних ділянок ДНК утворюється РНК. Щойно після синтезу РНК подвійна спіраль ДНК відновлюється.

II крок: **трансляція (перенесення, передавання) мРНК**. Молекула мРНК покидає ядро, виходить у цитоплазму і скеровує синтез певного білка на рибосомах.

Отже, спадкова інформація зберігається в молекулі ДНК.

Проте ДНК не бере участі в життєдіяльності клітини. Роль посередників у передачі спадкової інформації від ДНК у цитоплазму відіграють РНК.

Отже, ДНК РНК синтез білка.

Розрізняють три типи РНК:

Інформаційна (є матрицею для синтезу білка) або **матрична РНК (іРНК або мРНК)** (рис. 13), як ми вже зазначали, її молекули утворюються на певних ділянках ДНК і мають назву **структурних генів**. Вони (іРНК) несуть за кодовану інформацію про первинну структуру білка в цитоплазму, де прикріплюються до рибосом і реалізують цю інформацію.

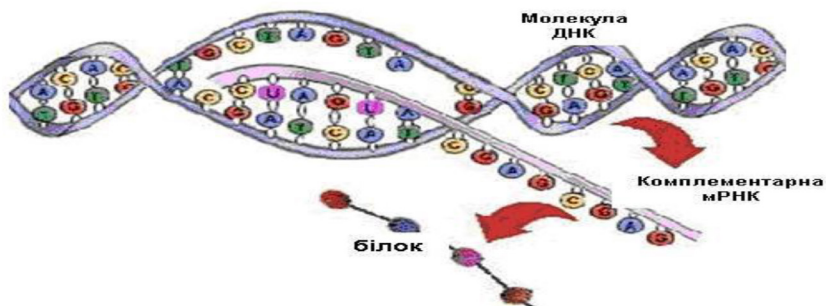


Рис. 13. Матрична РНК

Інформаційна РНК містить інформацію про порядок розташування амінокислот у синтезованому білку. Розташування амінокислот кодується чіткою послідовністю нуклеотидів у молекулі іРНК (генетичний код). Кожній амінокислоті відповідає свій **триплет нуклеотидів (кодон)**. Молекули іРНК

складаються із 300–3 000 нуклеотидів і несуть інформацію про синтез тільки однієї молекули білка.

Транспортна РНК (тРНК), молекули якої утворюються на спеціальних генах. Переносить тРНК до місця синтезу білка тільки відповідні їм амінокислоти з цитоплазми. Кожній амінокислоті відповідає своя тРНК.

Рибосомальна РНК (рРНК) утворюється на спеціальних генах ДНК в ядерці. Рибосомальна РНК утворює структурний каркас рибосом, її належить важлива роль у процесі синтезу білка. Рибосомальна РНК забезпечує зв'язування іРНК з рибосомами за допомогою певних послідовностей нуклеотидів. Таким чином встановлюється початок і рамка зчитування інформації з іРНК (рис. 14).

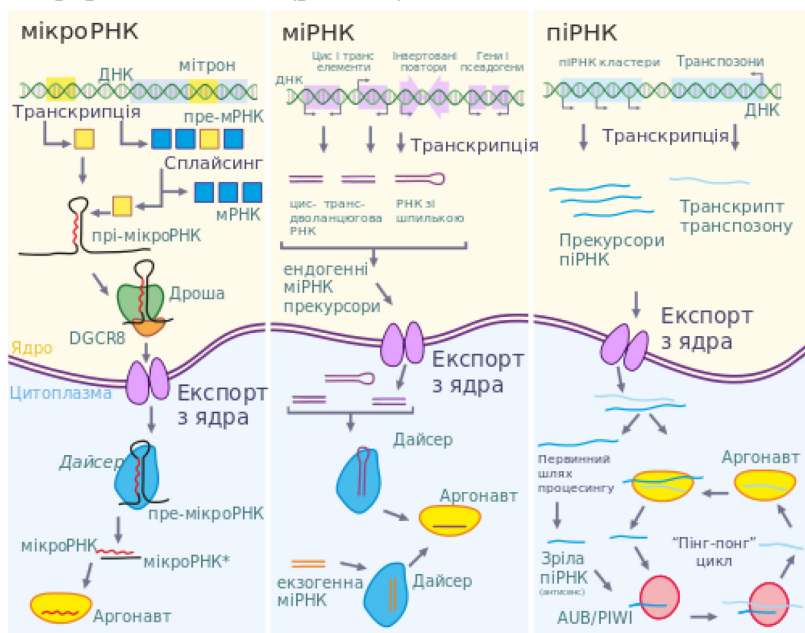


Рис. 14. Різні види РНК

Отже, генетична інформація записана в лінійній послідовності нуклеотидів ДНК. За участі РНК ця інформація надходить до рибосом, на яких відбувається синтез білка (рис. 15).

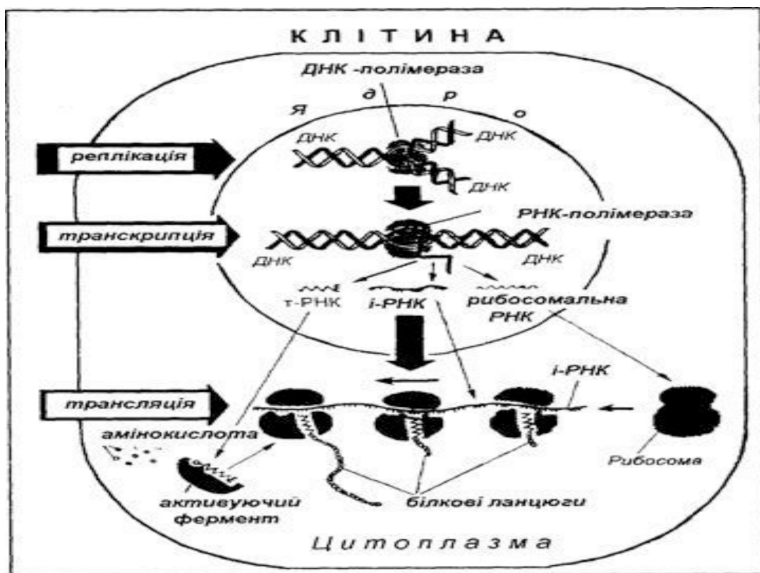


Рис. 15. Синтез білка в клітині

2. Нуклеїнові кислоти – ДНК і РНК. Реплікація ДНК

ДНК і РНК. Реплікація (копіювання, подвоєння молекул) ДНК. Уперше у 1869 р. Ф. Мішер виявив нуклеїнові кислоти. ДНК – це полімерна молекула, мономерами в якій є нуклеотиди. Сумарна довжина ДНК (46 хромосом людини) однієї клітини досягає 170–180 см.

Кожна молекула ДНК складається з двох ланцюгів нуклеотидів, які з'єднані між собою. До кожного нуклеотиду входить: 1) азотиста основа; 2) моносахариди, дезоксирибози; 3) залишок фосфорної кислоти. Усього в ДНК є 4 види азотистих основ: аденін (А), гуанін (Г), тимін (Т), цитозин (Ц). Нуклеотиди відрізняються лише за азотистими основами.

Два ланцюги, які складаються із десятків і сотень нуклеотидів, скручуються між собою і утворюють подвійну спіраль.

Азотисті основи одного ланцюга сполучені з основами другого ланцюга за допомогою водневих зв'язків у такому порядку: **аденін (А)** одного ланцюга сполучений з **тиміном (Т)**

другого ланцюга (А–Т); гуанін (Г) сполучений так само з **цитозином (Ц) (Г–Ц)**. Сполучення інших типів ніколи в нормі не виникають. Це пояснюється тим, що між такими парами нуклеодів, як аденін (А) – тимін (Т) і гуанін (Г) – цитозин (Ц) існує особливий тип зв'язку, який отримав назву **компліментарності** (з лат. доповнення). При цьому між А і Т утворюються два водневі зв'язки, а між Г і Ц – три.

Подвійна спіраль молекули ДНК здатна розкручуватись, при цьому водневі зв'язки розриваються і окремі ланцюги ДНК відходять один від одного.

Редуплікація (лат. повторення) або **реплікація** (лат. подвоєння) ДНК – процес самовідтворення макромолекул нуклеїнових кислот, який забезпечує точне копіювання генетичної інформації та передавання її з покоління в покоління. Само подвоєння молекул ДНК відбувається в період інтерфази перед поділом клітини. При цьому молекула ДНК розкручується і розривається на два ланцюги. Починається синтез другого ланцюга ДНК, який відбувається за принципом компліментарності (лат. доповнення), у результаті замість однієї молекули ДНК виникає дві молекули такого самого нуклеотидного складу, як і початкова. Один ланцюг у кожній новоутвореній молекулі ДНК походить від материнського ланцюга, а другий – синтезується заново (дочірний).

Дещо простішу будову має РНК і складається із одного полінуклеотидного ланцюга, до складу якого входять нуклеотиди 4 видів: гуанін, цитозин, аденін та **урацил**, замість **тиміну**, який є в ДНК, а також простий цукор – **рибоза** (рис. 16).

Значення реплікації:

- а) лежить в основі всіх поділів клітин про- й еукаріотів;
- б) забезпечує всі типи розмноження як одноклітинних, так і багатоклітинних організмів;
- в) підтримує сталість клітинного складу органів, тканин і організму внаслідок фізіологічної регенерації;
- г) забезпечує тривале існування видів організмів;
- д) процес сприяє точному подвоєнню інформації;
- е) у процесі реплікації можливі помилки (мутації), що може викликати патологічні зміни.

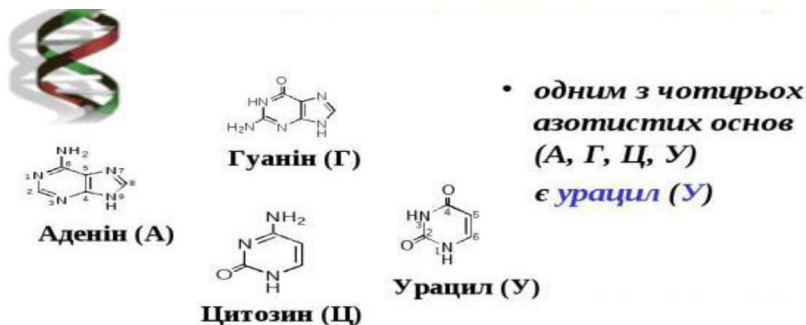


Рис. 16. Будова РНК

3. Генетичний код, його основні властивості

Унікальність кожної клітини полягає в унікальності її білків. Інформація про синтез свого специфічного білка записана у вигляді особливої послідовності азотистих основ (нуклеотидів) у ДНК і називається **генетичним кодом**. Порядок нуклеотидів у іРНК, що побудована відповідно до матриці ДНК, визначає порядок зв'язування амінокислот у синтезованому поліпептиді. Установлено, що *кожна амінокислота кодується послідовністю трьох азотистих основ (триплетом, або кодоном)*.

Генетичний код є не чим іншим, як послідовністю триплетів у молекулі ДНК, що контролює порядок розташування амінокислот у молекулі білка.

Чотири азотистих основи в комбінаціях по три, тобто 4^3 , можуть утворити 64 різних кодони. Кодони розташовуються один за одним безперервно. Кожний триплет кодує тільки одну певну амінокислоту, що свідчить про його специфічність. Установлено кодони для всіх 20 амінокислот. Послідовність триплетів у ДНК визначає порядок розташування амінокислот у молекулі білка. Численними дослідженнями встановлена універсальність генетичного коду. Це свідчить, що в усіх живих організмів (від бактерій до рослин, тварин і людини) той самий триплет кодує ту ж саму амінокислоту.

Отже, генетичний код ДНК має такі фундаментальні характеристики: 1) триплетність (три сусідні азотисті основи називаються кодоном і кодують одну амінокислоту); 2) специфічність (кожен окремий триплет кодує тільки одну певну амінокислоту); 3) неперекривність; 4) відсутність розділових знаків між триплетами; 5) універсальність; 6) відповідність: гени – поліпептиди (клітина може мати стільки поліпептидів, скільки має генів).

4. Будова гена. Поняття про геном

Ген – елементарна структурно-функціональна одиниця спадковості, яка визначає розвиток певної ознаки клітини чи організму. Унаслідок передачі генів у низці поколінь забезпечується спадкоємність ознак батьків.

1865 р. Г. Мендель уперше стверджував про одиницю спадковості і назвав її “спадковим чинником”.

1909 р. Йогансен увів термін “ген” для позначення локусу (одиниці спадковості) у хромосомі.

1948 р. Тейт і Дж. Бідлі запропонували гіпотезу “один ген – один білок”.

Відповідно до сучасної концепції гени – це ділянки ДНК, що мають унікальну послідовність нуклеотидів, які кодують певні іРНК, тРНК або рРНК. За допомогою трьох різновидів РНК відбувається синтез білків, які здійснюють метаболізм і зумовлюють розвиток ознак. Ген – це мінімальна кількість спадкового матеріалу, що необхідний для синтезу певної РНК. Мінімальні за розміром гени складаються з кількох десятків нуклеотидів, наприклад, гени тРНК. Гени великих макромолекул рРНК та іРНК містять кілька сот і навіть тисяч нуклеотидів. Наявність генів виявляється за присутності певних білків клітини або ознак організму.

Гени – це ділянки ДНК, які кодують синтез певної РНК.

Більша частина генів клітини знаходиться в неактивному (репресованому) стані і лише 5–10 % генів активні. Геном людини містить $3,5 \cdot 10^9$ нуклеотидних пар, яких достатньо для утворення 1,5 млн генів. Проте організм людини має 35–40 тис. генів, це свідчить, що ми використовуємо лише 1 % записаної інформації.

Гени в ДНК розташовані у лінійному порядку. Кожен ген має своє місцезрешташування (локус).

Функціональні характеристики гена:

1. Ген є ділянкою ДНК.
2. Певний ген кодує синтез одного білка.
3. Дія гена специфічна, тому що ген може кодувати тільки одну амінокислотну послідовність і регулює синтез одного конкретного білка.

4. На активність гена може впливати як зовнішнє, так і внутрішнє середовище.

5. Конститутивні гени – це гени, які постійно експресуються, бо білки, які ними кодуються, необхідні для постійної клітинної діяльності.

6. Неконститутивні гени – це неактивні гени, які експресуються лише тоді, коли білок, які вони кодують, необхідний клітині.

7. Мобільні гени – забезпечують рухливість генів і залучають ген у роботу.

Мобільні гени є: важливим чинником біологічної еволюції; утворюють новий генетичний матеріал, впливають на мінливість організму, порушують роботу генетичного апарату і можуть приводити до новоутворень (пухлин).

Мобільні генетичні елементи забезпечують підвищений синтез РНК і виконують такі функції:

- є важливим фактором біологічної еволюції;
- утворюють новий генетичний матеріал, який може використовуватися для формування нових генів;
- впливають на мінливість організму;
- порушують роботу генетичного апарату, що призводить до утворення ракових клітин.

Геном – сукупність всієї спадкової інформації організму. На сьогодні під геномом розуміють сумарну ДНК гаплоїдного набору хромосом.

Контрольні запитання

1. Де локалізуються в клітині хромосоми і з чого вони побудовані?

2. Яка будова ДНК за Дж. Уотсоном і Ф. Кріком? Назвіть етапи (кроки) потоку інформації в клітині?

3. Види РНК і їх функції.

4. Коли і ким вперше була виявлена ДНК?

5. Дати визначення, що таке ДНК.

6. Будова ланцюга ДНК.

7. Реплікація ДНК і значення.

8. Дати визначення генетичного коду.

9. Основні характеристики генетичного коду ДНК.

10. Будова гена.

11. Функціональна характеристика гена.

Виберіть правильну відповідь:

1. Хто вперше запропонував модель будови ДНК?

а) Дж. Уотсон і Ф. Крік;

б) Р. Вірхов;

в) Р. Гук;

г) Т. Шван.

2. З кількох ланцюгів полінуклеотидів побудована ДНК?

а) 6;

б) 4;

в) 3;

г) 2.

3. Послідовність амінокислот у поліпептидному ланцюзі ДНК визначається:

а) послідовністю нуклеотидів;

б) азотистою основою;

в) дезоксирибозою;

г) рибозою.

4. Назвіть види азотистих основ ДНК:

а) аденін-тимін, гуанін-цитозин;

б) аденін-гуанін, аденін-цитозин;

в) тимін-гуанін, аденін-цитозин;

г) аденін-гуанін, цитозин-тимін.

5. Транскрипція – це:

а) подвоєння інформації;

- б) переписування інформації;
- в) перенесення інформації;
- г) передача інформації.

6. Реплікація – це:

- а) подвоєння інформації;
- б) переписування інформації;
- в) перенесення інформації;
- г) повторення інформації.

7. Трансляція інформації – це:

- а) подвоєння інформації;
- б) переписування інформації;
- в) перенесення інформації;
- г) повторення інформації.

8. Назвіть РНК, яка несе закодovanу інформацію про структуру білка:

- а) тРНК;
- б) мРНК;
- в) рРНК;
- г) усі відповіді правильні.

9. Амінокислота кодується послідовністю:

- а) трьох азотистих основ;
- б) двох азотистих основ;
- в) чотирьох азотистих основ;
- г) однієї азотистої основи.

10. Назвіть місце локалізації гена:

- а) ділянка ДНК;
- б) ділянка РНК;
- в) ділянка мітохондрії;
- г) ділянка комплексу Гольджі.

Тема 4 ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ КЛІТИН. ПОДІЛ КЛІТИН

План

1. Структура, типи і властивості метафазних хромосом.
2. Поняття про каріотип: гомологічні хромосоми, автосоми, статеві хромосоми.
3. Клітинний цикл та його періоди – інтерфаза і мітоз.
4. Мейоз, його біологічна роль.

1. Структура, типи і властивості метафазних хромосом

Хромосоми – структури ядра клітини, в яких знаходяться гени (ДНК). Хромосоми здатні до самовідтворення. Перед кожним поділом вони подвоюються, а потім точно порівну розподіляються між дочірніми клітинами. Головним хімічним компонентом хромосом є ДНК.

Хромосоми здатні до спіралізації (конденсації) і деспіралізації (деконденсації). Під час мітозу – хромосоми спаралізовані, між поділами хромосоми деспіралізовані. Функції інтерфазних хромосом: синтез ДНК (реплікація) і синтез РНК (транскрипція). Хромосома складається із двох **сестринських хроматид**, які розташовані поруч і з'єднані між собою в ділянці первинної перетяжки (**центромери**). Центромера поділяє хромосому на два плеча. Кінці плеч називаються **теломерами**.

За положенням центромери є такі хромосоми: метацентричні, субметацентричні та акроцентричні (рис. 17).

Метацентричні – в яких центромера знаходиться посередині хромосоми, а через це її плечі є рівними.

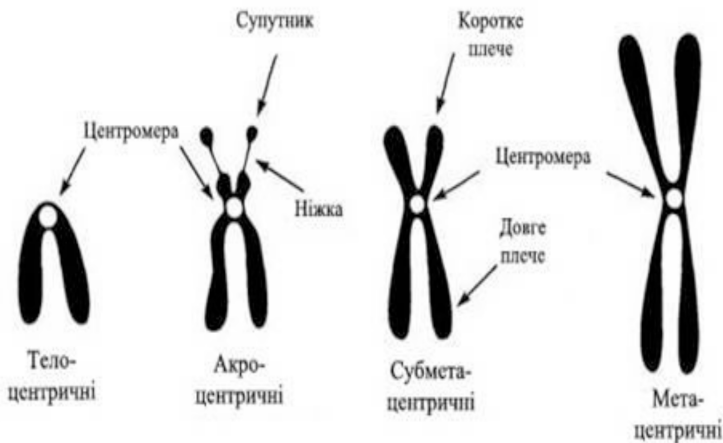


Рис. 17. Типи метафазних хромосом людини

Субметацентричні – нерівноплечеві хромосоми, у яких центромера зміщена від середини і одне плече довге, а друге – коротке.

Акроцентричні – паличкоподібні хромосоми, в яких центромера розміщена близько до одного кінця хромосоми і одне плече довге, а друге – дуже коротке.

2. Поняття про каріотип: гомологічні хромосоми, автосоми, статеві хромосоми

Каріотип – диплоїдний набір хромосом, який характеризується сукупністю ознак: кількість хромосом, їх розміри, форма і особливості будови.

Термін “каріотип” у 1924 р. увів у науку український цитолог Г. Левитинський.

Диплоїдний (подвійний) набір хромосом властивий ядрам соматичних клітин і позначається **2п**. У ньому всі хромосоми парні. Хромосоми однієї пари називаються **гомологічними**, різних пар – **негомологічними**.

Гомологічні хромосоми однакові за розмірами, формою, будовою, але одна із них – материнська, інша – батьківська. Статеві клітини мають **гаплоїдний набір хромосом**

і позначаються **п**. Усі хромосоми гаплоїдного набору різні – негомологічні.

Хромосомні набори соматичних клітин чоловічої та жіночої статі різняться між собою єдиною парою хромосом, яка отримала назву **статевих хромосом** або **гетерохромосом**. Усі інші хромосоми однакові в обох статей і називаються **автосомами**. Нормальний каріотип чоловіка $44a+xy$, а жінки – $44a+xx$.

Вивчення каріотипу називається **каріотипування**. **Ідіограма (каріограма)** – розташування пар хромосом у порядку зменшення їх розміру (рис. 18).

Статеві хромосоми (гетерохромосоми) – хромосоми, які визначають стать організму. **Х-хромосома** – середня, метацентрична і має 150 генів. **У-хромосома** – маленька, акроцентрична, у ній виявлено 7 генів і формує чоловічу стать.

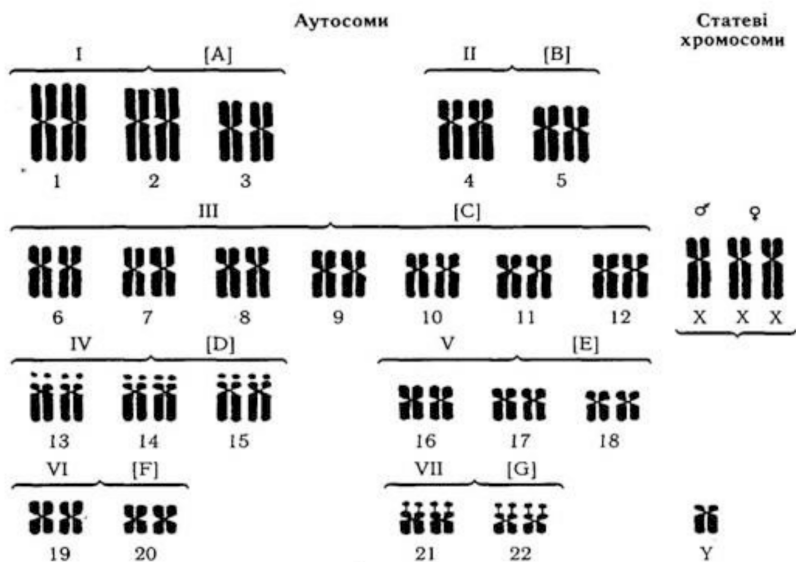


Рис. 18. Ідіограма (каріограма)

Розмноження клітин здійснюється шляхом поділу. Поділ відбувається в два етапи. Спочатку ділиться ядро (**каріокінез**), потім – цитоплазма (**цитокінез**).

Основні типи поділу еукаріотичних клітин – **мітоз, мейоз та амітоз**.

Мітозом діляться всі соматичні клітини. Мейоз відбувається при гаметогенезі. Амітоз – прямий поділ клітин, за якого ядро ділиться перетяжкою на дві частини, без утворення мітотичного веретена (злоякісні пухлини).

3. Клітинний цикл та його періоди – інтерфаза і мітоз

Клітинний цикл – період існування клітини від поділу до поділу. У ньому виділяють чотири періоди – три періоди інтерфази (пресинтетичний G_1 , синтетичний S, постсинтетичний G_2) і четвертий період – мітоз M (рис. 19).

Інтерфаза (лат. між) – проміжок існування клітини між двома поділами.

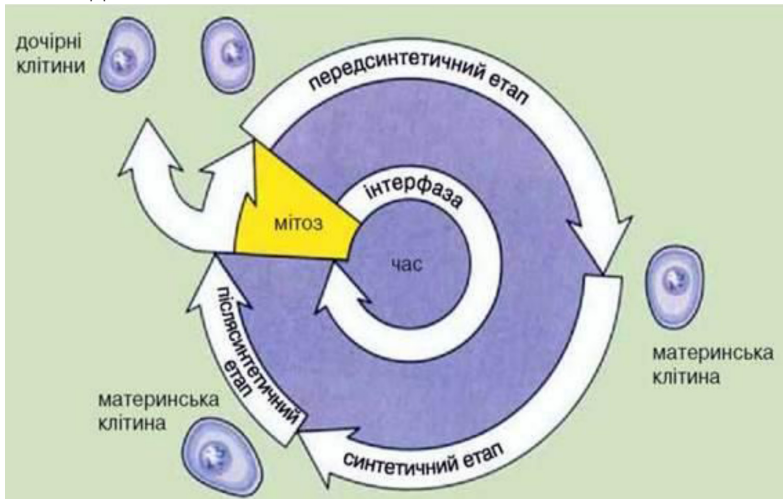


Рис. 19. Клітинний цикл

Це період підготовки клітини до наступного поділу, коли в ній відбувається інтенсивний синтез ДНК. Інтерфаза починається з **пресинтетичного періоду G_1** . Клітина посилено росте, синтезує білки, нагромаджує енергію, збільшує кількість органел. Синтез ДНК не відбувається. У клітині диплоїдний набір хромосом (2п) і відповідна кількість ДНК (2с). Хромосоми – однокроматидні і кожна з них містить одну молекулу ДНК.

У синтетичному періоді S відбувається синтез ДНК – реплікація ДНК і подвоєння хромосом. Кількість хромосом у клітині диплоїдний (2п), проте кількість ДНК збільшується вдвічі ($2c \times 2c = 4c$), отже, кожна з хромосом стає подвоєною і відтепер складається з двох ідентичних сестринських хроматид і відповідно з двох ідентичних молекул ДНК.

У постсинтетичному періоді G2 синтез ДНК припиняється, але клітина синтезує РНК і білки веретена поділу. Об'єм клітини збільшується вдвічі. Генетична формула клітини – 2п4с. Клітина готова до поділу і вступає в мітоз.

Мітоз (каріокінез, непрямий поділ) – основний тип поділу еукаріотичних клітин, результатом якого є утворення двох дочірних, які є генетично ідентичні материнській.

Виділяють чотири фази мітозу: профазу, метафазу, анафазу і телофазу (рис. 20):

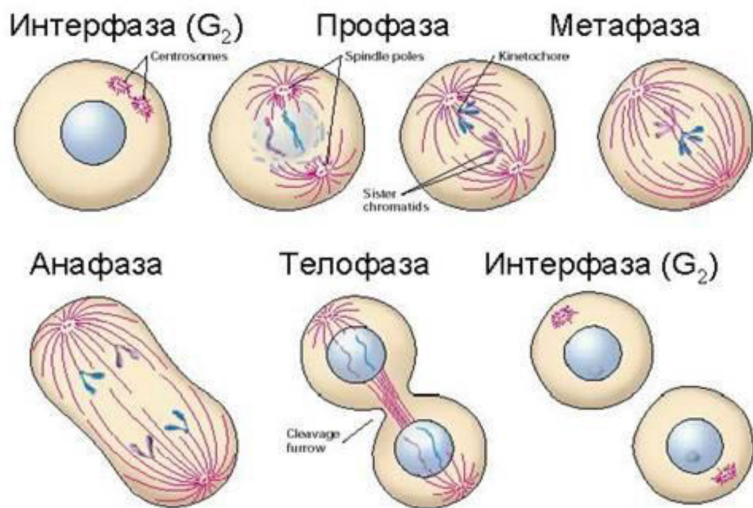


Рис. 20. Фази мітозу

профаза: а) хромосоми спіралізуються (конденсуються) і стають видимими у світловий мікроскоп (поява хромосом – найхарактерніша ознака початку мітозу); б) хромосоми вкорочуються, потовщуються і відокремлюються одна від одної.

Між хроматидами з'являється щілина; в) утворення мітотичного апарату; г) зникає ядерна оболонка;

метафаза характеризується рухом хромосом до екватора клітини (46) і формуванням метафазної пластинки або материнської зірки. Генетична формула $2n4c$;

анафаза. Центрометри веретена поділу одночасно розходяться і хроматиди (тепер їх називають дочірніми хромосомами) синхронно рухаються до протилежних полюсів. Одна хроматида (половинка) від кожної хромосоми йде до одного полюса, інша – до протилежного. На полюсах клітин формуються два ідентичні диплоїдні набори хромосом (по 46). Хромосоми – однохроматидні. Генетична формула анафази – $4n4c$;

телофаза – заключна фаза мітозу. Диплоїдні набори хромосом зупиняються на полюсах клітини. Хромосоми деспіралізуються. Зникає веретено поділу. Навколо хромосом із гранулярної ендоплазматичної сітки формується ядерна оболонка. З'являються ядерця. Потім відбувається **цитокінез** (поділ цитоплазми). Утворюються дві дочірні клітини, у кожній з яких $2n$ хромосом (диплоїдний набір) і $2c$ ДНК (генетична формула $2n2c$).

Дочірні клітини генетично ідентичні материнській, а також ідентичні між собою. Мітоз забезпечує сталість їх у низці клітинних поколінь. Завдяки мітозу збільшується кількість клітин в організмі, його ріст та регенерація.

4. Мейоз, його біологічна роль

Мейоз (грец. – зменшення) – особливий тип клітинного поділу, який зменшує число хромосом у два рази ($2n \rightarrow n$), тому цей тип поділу ще називають редукційним (лат. – зменшення). У мейозі з однієї диплоїдної клітини утворюються чотири гаплоїдні. Мейоз відбувається при гаметогенезі на стадії дозрівання гамет.

Мейоз складається з двох послідовних поділів, які швидко йдуть один за одним: першого і другого мейотичного поділу. Перший мейотичний поділ є **редукційним**, а другий – **екваційний (зрівняльний)** і практично відбувається як звичайний мітоз (рис. 21).

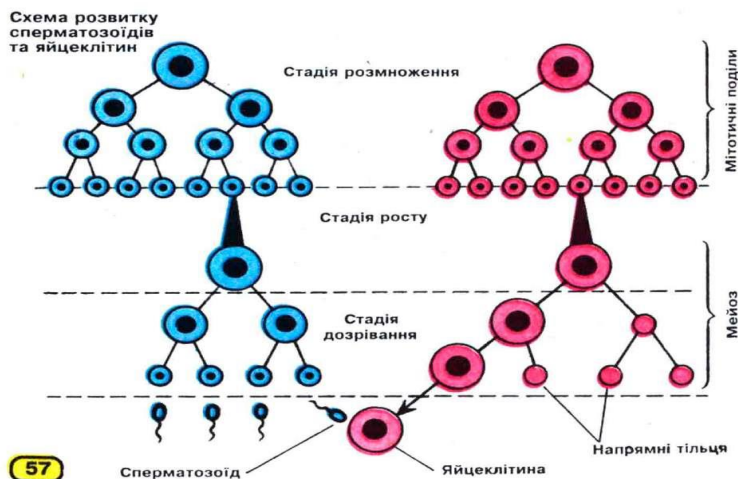


Рис. 21. Схема мейозу

Крім мітозу, клітини еукаріотів можуть ділитися й іншими способами поділу. Це амітоз й ендомітоз.

Амітоз (прямий поділ) – поділ, що відбувається без спіралізації хромосом і без утворення веретена поділу. Здійснюється перешнуровуванням ядра, утворенням перегородки тощо. Основними ознаками амітозу є: а) ядро ділиться шляхом перетяжки на дві або декілька рівних або нерівних частин; б) точного розподілу ДНК і хромосом між двома або декількома частинами ядра не буває; в) ядерце і ядерна мембрана не зникають. Амітоз, зазвичай, спостерігається у приречених на загибель клітинах, в опромінених клітинах тощо.

Ендомітоз – поділ, що супроводжується репродукцією хромосом без утворення веретена поділу при збереженні ядерної оболонки. Усі фази мітотичного поділу відбуваються всередині ядра. Зустрічається ендомітоз в клітинах різних тканин, які інтенсивно функціонують, і результатом такого поділу може бути: а) багаторазове збільшення числа хромосом у клітині (наприклад, у клітинах печінки, м'язових волокнах); б) збільшення плідності клітини при збереженні в ній постійної кількості політенних (багатохроматидних) хромосом (на-

приклад, у клітинах амеб, інфузорій, евглен, слинних залоз двокрилих комах, зародкового мішка деяких рослин).

Біологічне значення мейозу:

1. Мейоз підтримує з покоління в покоління постійне число хромосом, детерміноване певному виду (людина – 46), шляхом зменшення в два рази числа хромосом у гаметах. При заплідненні у зиготі відновлюється диплоїдний набір хромосом (2n) і всі клітини, які утворились із зиготи, будуть мати диплоїдний набір хромосом.

2. Мейоз забезпечує генетичну неоднорідність гамет. Неоднорідність гамет обумовлена таким механізмом:

кросинговер (взаємний обмін ділянками між гомологічними хромосомами) у профазі першого мейозу обумовлює нові комбінації алелей (генетичні рекомбінації) у хромосомах і відповідно у статевих клітинах;

внаслідок незалежного розходження негомологічних хромосом в анафазі першого мейозу виникають різні комбінації батьківських і материнських хромосом у гаметах. Таких комбінацій може бути 2^n , де n – число пар хромосом і у людини воно становить більше 8,4 мільйона. Незалежне розходження негомологічних хромосом становить основу третього закону Г. Менделя і разом із кросинговером є джерелом утворення комбінативної мінливості.

Гамети (статеві клітини) – сперматозоїди (чоловічі) і яйцеклітини (жіночі) – високоспеціалізовані клітини, які виконують унікальні функції: забезпечують передачу генетичної інформації з покоління в покоління. Вони характеризуються: а) гаплоїдним (n) набором хромосом; б) різко зміненим ядерно-цитоплазматичним співвідношенням; в) сперматозоїди мають здатність до руху; г) мінімальний за інтенсивністю обмін речовин; д) це високоспеціалізовані клітини, які втратили здатність до розмноження. За відсутності запліднення вони гинуть.

Сперматозоїди (спермії) (рис. 22) – дуже дрібні, до 7 мкм, рухливі чоловічі гамети, з високим ядерно-цитоплазматичним співвідношенням, здатні до запліднення. Зрілий сперма-

тозоїд складається із головки, шийки і хвоста. Головка майже повністю зайнята ядром. Ядро має гаплоїдний набір хромосом (23). Сперматозоїди за гаплоїдним набором є гетерогенні: 50 % із них мають $22a+x$, а 50 % інших – $22a+y$.



Рис. 22. Сперматозоїди

Яйцеклітина (яйце) – нерухома велика жіноча клітина, яка при заплідненні сперматозоїдом утворює зиготу, що має круглу форму, з низьким ядерно-цитоплазматичним співвідношенням (її діаметр 130 мкм і >) (рис. 23).

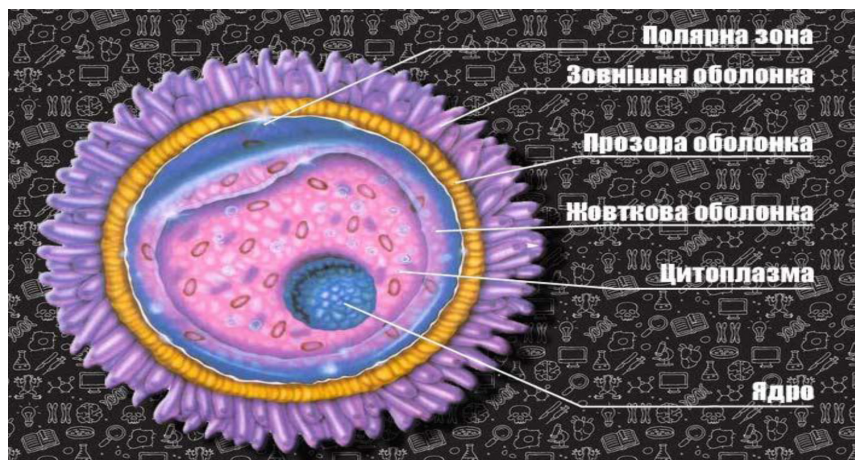


Рис. 23. Яйцеклітина

Яйцеклітини є гомогенні, їх ядро містить гаплоїдний набір однотипних хромосом: $22a+x$.

Сперматогенез відбувається в сім'яниках. Утворення сперматозоїдів у сім'яних канальцях чоловічих статевих залоз відбувається безперервно, починаючи з настання статевої зрілості до старості і утворюється їх мільйони. Стадії сперматогенезу – розмноження, ріст, дозрівання і формування. На стадії дозрівання відбувається мейоз. У результаті сперматогенезу з однієї вихідної диплоїдної клітини (сперматогонії) утворюються чотири гаплоїдні сперматозоїди.

Овогенез – процес утворення яйцеклітин, відбувається в яєчниках. Стадії овогенезу – розмноження, ріст та дозрівання. На стадії дозрівання відбувається мейоз, стадія формування відсутня. З однієї вихідної диплоїдної клітини овогонії в результаті овогенезу утворюється одна яйцеклітина і 3 редуційні тільця (для зменшення кількості хромосом). У жінки за все її репродуктивне життя (з 15 до 50 років) дозріває і може бути запліднено 400–500 яйцеклітин.

У результаті нормального мейозу утворюються гамети з нормальним гаплоїдним набором хромосом (23). Проте, за порушення розходження хромосом їх число в гаметах може змінюватись, що веде до **геномних мутацій**. Наприклад, за нерозходження хромосом однієї пари одна з гамет може мати 22 хромосоми, інша – 24. Коли відбувається запліднення гаметою із 23 хромосомами, то одна із зигот отримає $23+22 = 45$ хромосом (моносомія), а друга – $23+24 = 47$ хромосом (трисомія).

Геномні мутації полягають у зміні числа хромосом у каріотипі. Збільшення числа хромосом, кратне гаплоїдному набору хромосом, називають **поліплоїдією**. Відсутність або надмірну кількість окремих хромосом об'єднують поняттям “**анеуплоїдія**”, яку поділяють на **гіперплоїдію** (збільшення числа хромосом) і **гіпоплоїдію** (втрату окремих хромосом хромосомного набору).

Синдром Дауна – приклад геномної патології, за якої каріотип представлений 47 хромосомами, замість 46 хромосомами (норма). Геномні мутації виникають за рахунок пошкоджень у процесі мейозу, що ведуть до того, що хромосоми або

хроматиди не розходяться на дочірні клітини. Загальна частота геномних та хромосомних мутацій у соматичних клітинах людини становить близько 1 %, а в зародкових – близько 0,5 %. Мутації гена, що призводять від нормального до нового стану, називають прямими, а від мутантного фенотипу до вихідного (реверсія гена) – зворотними.

Частота порушень мейозу зростає із віком жінок (35 років і більше), наслідком чого є мимовільні викидні та народження дітей з вадами розвитку. Так, ризик народження дитини з хворобою Дауна у жінок 45 р. і старше зростає у 52 рази порівняно з дев'ятнадцятирічними.

Контрольні запитання

1. Морфофункціональна характеристика хромосом людини.
2. Хроматин: еухроматин і гетерохроматин. Статевий хроматин.
3. Каріотип людини. Автосоми і гетерохромосоми. Ідіограма хромосом.
4. Життєвий цикл клітини, його періодизація та характеристика.
5. Типи поділу клітин.
6. Характеристика фаз мітозу.
7. Особливості та біологічне значення мейозу.
8. Статеві клітини, морфогенетична спеціалізація.
9. Генетика унікальності гамет.
10. Порушення розходження хромосом у мейозі, його наслідки.

Виберіть правильну відповідь:

1. Основним хімічним компонентом хромосом є:
 - а) ДНК;
 - б) РНК;
 - в) гени;
 - г) кодон.
2. Каріотип – це набір хромосом:
 - а) гаплоїдний;

- б) диплоїдний;
- в) гомологічний;
- г) статевих.

3. У якій фазі мітозу хромосоми стають видимі в світловому мікроскопі:

- а) профаза;
- б) метафаза;
- в) анафаза;
- г) телофаза.

4. Яка генетична формула метафази:

- а) $2n2c$;
- б) $2n4c$;
- в) $4n4c$;
- г) $n+2$.

5. Назвіть генетичну формулу дочірні клітин:

- а) $2n2c$;
- б) $2n4c$;
- в) $4n4c$;
- г) $n+2$.

6. Кросинговер відбувається у фазі першого мейозу:

- а) профазі;
- б) метафазі;
- в) анафазі;
- г) телофазі.

7. Під час мітозу в культурі тканини людини хроматиди однієї хромосоми не розділилися. Скільки хромосом буде в кожній з двох новоутворених клітин:

- а) 45 і 45;
- б) 45 і 46;
- в) 45 і 47;
- г) 44 і 46.

8. Який вид поділу забезпечує передачу з покоління в покоління постійного числа хромосом даного виду:

- а) мітоз;
- б) мейоз;
- в) амітоз;

г) всі відповіді правильні.

9. Статеві клітини відрізняються від соматичних:

а) гаплоїдним набором хромосом;

б) не розмножуються;

в) мінімальним обміном речовин;

г) всі відповіді правильні.

10. У жінки якого віку частота порушень мейозу буде більшою:

а) 19;

б) 25;

в) 35;

г) 45.

Тема 5

ГЕНОТИП І ФЕНОТИП ЛЮДИНИ. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ СПАДКОВОСТІ

План

1. Генотип людини як цілісна система генів організму.
2. Фенотип людини.
3. Закономірності успадкування ознак за Г. Менделем.
4. Методи вивчення спадковості людини.

1. Генотип людини як цілісна система генів організму

Генетика (від грецького – рід, народжую) – наука, яка вивчає особливості спадковості і мінливості, які є головними характеристиками живих істот.

Тривалий час у генетиці існувало правило, згідно з яким кожний ген визначає синтез одного певного білка (“один ген – один білок”). Проте подальші дослідження показали, що відношення “ген – ознака” значно складніші, ніж здавалося раніше. Це пов’язано з явищами взаємодії неалельних генів і множинної дії генів.

Явище, за якого алелі одного гена пригнічують вияв у фенотипі алелів іншого, неалельного, гена, називають епістазом (від грец. епістазіс – зупинка, перешкода).

У людини розвиток нормального слуху також визначається домінантними алелями двох неалельних генів, один з яких відповідає за нормальний розвиток завитки внутрішнього вуха, а другий – слухового нерва. Якщо хоча б один із цих генів гомозиготний за рецесивним алелем, людина глуха від народження.

Предметом генетики людини є:

вивчення проблем збереження генетичної інформації – матеріального субстрату спадковості;

з'ясування закономірностей передачі генетичної інформації в конкретні ознаки;

вивчення явищ спадковості та мінливості в людини на всіх рівнях її організації та існування (рис. 24).

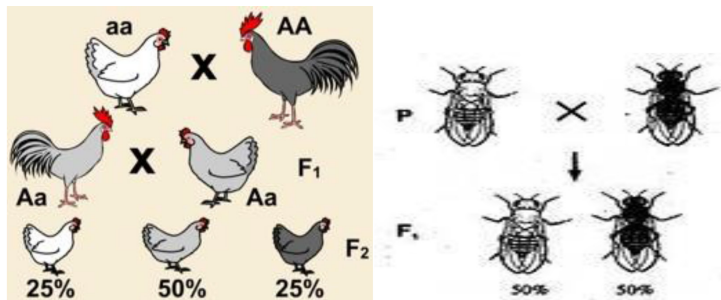


Рис. 24. Передача генетичної інформації:

P – батьки; F₁ – перше покоління; F₂ – друге покоління

Спадковість – властивість організму передавати свої ознаки потомству.

Мінливість – властивість організму набувати нових ознак або втрачати попередні в процесі розвитку.

Геном (рис. 25, б) – сукупність генів у гаплоїдному наборі хромосом. Завжди видоспецифічний. **Генотип** (рис. 25, а) – сукупність генів у диплоїдному наборі хромосом. Завжди видоспецифічний.

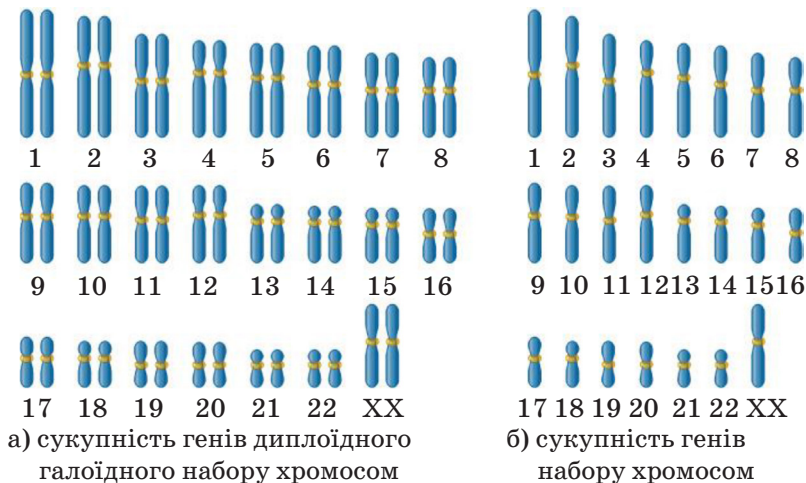


Рис. 25. Генотип і геном

Основні положення хромосомної теорії спадковості:

Гени знаходяться у хромосомах. Кожна хромосома – це група зчеплення генів. Кількість груп зчеплення у кожного виду дорівнює гаплоїдному набору хромосом.

Кожний ген у хромосомі посідає певне місце (локус). Гени у хромосомах розташовані лінійно.

Між гомологічними хромосомами може відбуватися обмін алелями гена.

Відстань між генами у хромосомі пропорційна проценту кросинговера між ними. Цю величину називають морганідою на честь генетика Т. Моргана.

Отже, основна роль у передаванні спадкових властивостей належить хромосомам. З ними пов'язані закономірності, відкриті Г. Менделем і Т. Морганом. Проте багато органел цитоплазми містить ДНК (пластиди, мітохондрії). Вони здатні до авторепродукції і з їхньою ДНК може бути пов'язана передача позахромосомної, цитоплазматичної спадковості.

Закономірності успадкування ознак єдині для всіх організмів. Вивчення їх у людини пов'язано з певними труднощами. Цілком зрозуміло, що на людині неможливо ставити експерименти. Повільна зміна поколінь, невелика кількість дітей у кожній родині також гальмують вивчення генетики людини.

2. Фенотип людини

Фенотип – це сукупність усіх ознак (зовнішніх і внутрішніх) і властивостей організму, які можна спостерігати при анатомічних, фізіологічних, морфологічних і цитологічних дослідженнях.

Фенотип залежить:

від складових генотипу;
зовнішнього середовища.

Фенотип – це результат реалізації генотипу за певних умов зовнішнього середовища. У фенотипі майже ніколи не реалізуються всі генетичні можливості, а лише частина з них, для яких умови були оптимальними. Зміна зовнішнього середовища або генотипу може викликати відхилення від нормального фенотипу. Наявність певних генів не означає, що їх дія

завершитися розвитком відповідних ознак. На дію багатьох генів впливає зміна зовнішнього середовища.



Рис. 26. Реалізація фенотипу

Алельні гени – різні форми того самого гена, це – парні гени, або гени однієї алельної пари.

Неалельні гени – гени різних алельних пар.

Алельні гени бувають **домінантними** і **рецесивними**. Домінантний ген (алель) – ген, який виявляється у фенотипі гетерозиготного організму. Рецесивний ген (алель) – ген, який не виявляється в фенотипі гетерозиготного організму. Домінантні і рецесивні алелі одного гена позначаються однаковою літерою латинського алфавіту, але **домінантний алель** пишеться великою літерою (наприклад, **A**), а **рецесивний** – маленькою літерою (**a**). На схемах **батьки** умовно позначаються літерою **P** (лат. parents – батьки), **схрещування** позначається знаком $\times$, **жіноча стать** – символом ♀ (дзеркало Венери), **чоловіча** – ♂ (щит і спис Марса), **гібридне покоління** – через літеру **F** (лат. filii – діти) з цифровим індексом, який вказує на порядковий номер: F_1 – перше покоління, F_2 – друге і т. д.

3. Закономірності успадкування ознак за Г. Менделем

Закономірності успадкування ознак уперше в 1865 р. виявив Г. Мендель.

Георг Йоганн Мендель (20.07.1822 – 06.01.1884) католицький священник, моравський біолог і ботанік, засновник сучасної генетики:

експериментально обґрунтував наявність одиниць спадковості (спадкових задатків, спадкових чинників);

описав їх важливі властивості – дискретність, стабільність, специфічність алельного стану;

гібридологічний метод.

Спадкові ознаки:

1. Розвиток спадкових ознак залежить від передачі нащадкам спадкових чинників.

2. Спадкові чинники, які контролюють розвиток окремої ознаки, є парними.

3. Чинники залежно від функції мають як домінантні, так і рецесивні ознаки.

4. Упадкові чинники характеризуються сталістю.

5. У процесі утворення статевих клітин парні алельні гени потрапляють у різні гамети (закон чистоти гамет).

6. Материнські і батьківські організми однаковою мірою беруть участь у передачі своїх спадкових чинників нащадкам. Нове покоління отримує не готові ознаки, а тільки матеріальні чинники.

Закони Георга Менделя:

Назва закону	Формулювання	Розщеплення ознак
1	2	3
Перший закон Менделя або закон одностановності гібридів першого покоління	У першому поколінні від схрещування гомозигот із домінантною та рецесивною ознаками виявляється тільки домінантна ознака	Усі нащадки мали домінантну ознаку
Другий закон Менделя або закон розщеплення	При схрещуванні гібридів першого покоління у нащадків спостерігається розщеплення фенотипових класів у співвідношенні 3:1	3:1

Продовження таблиці

1	2	3
Третій закон Менделя або закон незалежного успадкування ознак	Кожна пара альтернативних варіантів ознак успадковується незалежно від інших пар і дає розщеплення 3:1 за кожною з пар (як і при моногібридному схрещуванні). При дигібридному схрещуванні серед гібридів другого покоління спостерігаються розщеплення 9:3:3:1	9:3:3:1

Менделюючі ознаки у людини – ознаки, успадкування яких підкоряється закономірностям, установленим Г. Менделем.

Домінантні

Карі очі
 Темне волосся
 Косий розріз очей
 Ніс з горбинкою
 Широка щілина між різцями
 Зуби великі, виступають уперед
 Ямочки на щоках

Рецесивні

Блакитні очі
 Світле волосся
 Прямий розріз очей
 Прямий ніс
 Вузька щілина або відсутність її
 Звичайна форма і розміщення зубів
 Відсутність ямочок

Усі менделюючі ознаки є дискретними і контролюються одним геном (моногенне успадкування).

Типи успадкування менделюючих ознак:

- 1) автосомно-домінантний;
- 2) автосомно-рецесивний;

3) щеплений зі статтю.

Умови вияву законів Г. Менделя:

Відносна стабільність гена, який визначає дану ознаку (відсутність мутацій).

Алельний стан гена (домінантність і рецесивність).

Рівномірне утворення в мейозі гамет з алелем А і гамет з алелема.

Однакова ймовірність зустрічі таких гамет при заплідненні.

Однакова життєздатність усіх типів зигот і організмів, які з них розвиваються.

Однакова участь материнського і батьківського організму в передачі спадкових чинників.

4. Методи вивчення спадковості людини

Генеалогічний метод – простеження хвороби (ознаки) в сім'ї чи роді із зазначенням родинних зв'язків між членами родоводу. Уперше він був запропонований і введений в обіг Ф. Гальтоном (XIX ст.). Цей метод ґрунтується на простеженні будь-якої ознаки у низці поколінь з вказівкою родинних зв'язків між членами родоводу. Він передбачає обстеження членів родини, складання та аналіз родоводів. Це найбільш універсальний метод вивчення спадковості людини, який використовується у разі підозри на спадкову патологію.

Цей метод дозволяє оминати труднощі, зумовлені неможливістю схрещувань і малою чисельністю дітей у сім'ях. Він вивчає закономірності передачі спадкових ознак індивіда у низці послідовних поколінь, тип успадкування, його моногенність чи полігенність. Як правило, генеалогічний метод є відправною точкою медико-генетичного консультування і використовується не тільки для діагностики, а й з метою прогнозування. Його застосування дозволило встановити характер успадкування таких захворювань, як гемофілія, брахідактилія, ахондроплазія тощо. Він широко використовується для уточнення генетичної природи патологічного стану і при складанні прогнозу здоров'я нащадків.

Цитогенетичний метод – метод вивчення хромосом за допомогою мікроскопа (дослідження каріотипу людини із за-

стосуванням диференційного забарвлення хромосом), складання каріограм.

Він набув широкого застосування у 20-ті роки XX ст, коли було отримано перші відомості про кількість хромосом у людини. У 30-х роках були ідентифіковані перші 10 пар хромосом.

У 1956 р. шведські вчені Дж. Тийо і А. Леван уперше довели, що у людини 46 хромосом.

Цитогенетичний метод використовують:

для вивчення каріотипів організмів;

уточнення числа хромосомних наборів, кількості і морфології хромосом для діагностики хромосомних хвороб;

складання карт хромосом;

для вивчення геномного і хромосомного мутаційного процесу;

вивчення хромосомного поліморфізму в людських популяціях.

Близнюковий метод – метод порівняння досліджуваних ознак у близнят. Його широко застосовують у вивченні спадковості й мінливості людини для визначення співвідносної ролі спадковості і середовища у формуванні нормальних і патологічних ознак. Він дозволяє виявити спадковий характер ознаки, визначити пенетрантність алеля, оцінити ефективність дії на організм деяких зовнішніх чинників (лікарські препарати, навчання, виховання).

Суть методу полягає в порівнянні вияву ознаки в різних групах близнюків із зважанням на подібність або розходження їхніх генотипів. Монозиготні близнюки, що розвиваються з однієї заплідненої яйцеклітини, генетично ідентичні, оскільки мають 100 % загальних генів. Тому серед монозиготних близнюків спостерігається дуже високий відсоток конкордатних пар, у яких розвивається ознака в обох близнюків. Порівняння монозиготних близнюків, що виховуються за різних умов постембріонального періоду, дозволяє виявити ознаки, у формуванні яких істотна роль належить чинникам середовища. За цими ознаками між близнюками спостерігається дискордантність, тобто розходження.

Біохімічний метод застосовують – для виявлення спадкових захворювань обміну речовин (ензимопатій).

Біохімічні методи дуже трудомісткі, потребують спеціального обладнання, тому їх не можна використовувати для масових популяційних досліджень з метою раннього виявлення хворих зі спадковою патологією обміну. Останнім часом у різних країнах розробляють і використовують для масових досліджень спеціальні програми. Перший етап такої програми називають *скринінгом* (англ. screening – просіювання), що полягає у виокремленні серед великої кількості обстежуваних імовірно хворих, які мають певні спадкові відхилення від норми. На цьому етапі звичайно застосовують прості та доступні експрес-методи для виявлення продуктів обміну у сечі, крові. На другому етапі проводять *уточнення* (підтвердження чи спростування діагнозу) з використанням точних хроматографічних методів визначення ферментів, амінокислот тощо.

Використовують також мікробіологічні тести, які ґрунтуються на тому, що деякі штами бактерій ростуть тільки в середовищах, які містять певні амінокислоти, вуглеводи. Якщо у крові або сечі є необхідна для росту речовина, то у чашці Петрі навколо фільтрувального паперу, просоченого однією з цих рідин, спостерігається активне розмноження бактерій, чого не відбувається у разі тестування крові або сечі здорової людини.

Біохімічні методи застосовують також і для виявлення гетерозиготних носіїв спадкових аномалій, які у фенотипі виявляються невиразно. Це роблять за допомогою біохімічного тестування, мікроскопічного дослідження клітин крові та тканин, визначення активності певного ферменту, зміненого внаслідок мутації тощо. Такі заходи необхідні для своєчасного лікування та профілактики, а також визначення вірогідності народження хворої дитини в генетично ризиковій сім'ї.

Дерматогліфіка – вивчення рельєфу шкіри на пальцях, долонях і підшевних поверхнях стоп.

Дерматогліфіка поділяється: на дактилоскопію – вивчення малюнка пальців; пальмоскопію – вивчення особливостей будови долонь; плантоскопію – вивчення особливостей будови підшав. Метод запропоновано в 1892 р. Ф. Гальтоном

як один зі шляхів вивчення шкірних гребінчастих візерунків пальців і долонь, а також згинальних долонних борозен. Установлено, що візерунки є індивідуальною характеристикою людини і не змінюються впродовж життя. Дерматогліфічні дослідження мають важливе значення у визначенні зиготності близнюків, у діагностиці багатьох спадкових захворювань, а також в окремих випадках спірного батьківства.

Популяційно-статистичний метод застосовується для вивчення генетичного складу популяції – частота тих чи інших генотипів, а також окремих алелей. Він дозволяє вивчити мутаційний процес, роль спадковості і середовища у формуванні фенотипного поліморфізму людини за нормальними ознаками, виникнення хвороб зі спадковою схильністю. Цей метод використовують і для з'ясування значення генетичних чинників в антропогенезі, зокрема в расоутворенні. Наприклад, порівнюючи частоту хвороби в одній популяції людей, що живуть або працюють у різних умовах, можна визначити роль зовнішніх чинників щодо походження хвороб. При статистичному опрацюванні матеріалу, який отримано при обстеженні групи населення згідно з ознакою, важливою для дослідника, основою для з'ясування генетичної структури популяції є закон генетичної рівноваги Харді – Вайнберга. На підставі цього закону згідно з даними щодо частоти вияву в популяції рецесивного фенотипу, що має гомозиготний генотип (aa), можна розрахувати частоту вияву даного алеля (a) у генофонді покоління. Екстраполюючи зведення на найближчі покоління, можна передбачити частоту появи в них людей із рецесивною ознакою, а також гетерозиготних носіїв рецесивного алеля.

Молекулярно-генетичні методи – це велика різноманітна група методів, призначених для виявлення варіацій у структурі досліджуваної ділянки ДНК (гена, регіону хромосоми), включаючи розшифрування послідовності нуклеотидів.

У 90-ті роки ХХ ст. за допомогою молекулярно-генетичної методики були ідентифіковані та локалізовані гени, відповідальні за такі важкі спадкові хвороби нервової системи лю-

дини, як хорея Гентингтона, міотонічна дистрофія, синдром ламкої Х-хромосоми та ін. Наприклад, ген хореї Гентингтона локалізований у короткому плечі 4-ї хромосоми. Він має ділянку, де нуклеотидна послідовність представлена багаторазовим повторенням трьох основ ЦАГ (цитозин – аденін – гуанін). У нормі кількість таких повторів коливається від 11 до 34, а у хворих унаслідок мутації гена їх 37 – 86. Хвороба успадковується за аутосомно-домінантним типом, а ознака виявляється в усіх носіїв гена.

На основі молекулярно-генетичного методу сьогодні успішно розробляють технології генної терапії найпоширеніших спадкових хвороб, наприклад муковісцидозу.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення генетики як науки та сформулюйте її завдання.
2. Охарактеризуйте спадковість і мінливість.
3. Що таке каріотип людини, геном і генотип?
4. Поясніть терміни: фенотип, алельні і неалельні гени.
5. Суть першого закону Г. Менделя.
6. Другий закон Г. Менделя.
7. Третій закон Г. Менделя.
8. Розшифруйте умовні позначення: А, а; ♀; ♂; х; Р; F₁; F₂.
9. Типи успадкування менделюючих ознак у людини.
10. Умови вияву законів Г. Менделя.
11. Назвіть методи вивчення спадковості і коротко розкрийте їх суть.

Виберіть правильну відповідь:

1. Генетика як наука вивчає:

- а) спадковість і мінливість;
- б) генотип і фенотип;
- в) ДНК і РНК;
- г) всі відповіді правильні.

2. Мінливість – властивість організмів:

- а) набувати нові ознаки;

- б) зберігати наявні ознаки;
- в) передавати наявні ознаки;
- г) набувати і передавати наявні ознаки.

3. Каріотип – це така кількість хромосом:

- а) $22a+x$;
- б) $22a+y$;
- в) $44a+xy$;
- г) $44a+y$.

4. Геном – сукупність генів у:

- а) галоїдному наборі хромосом;
- б) диплоїдному наборі хромосом;
- в) автосомному наборі хромосом;
- г) статевому наборі хромосом.

5. Генотип – сукупність генів у:

- а) галоїдному наборі хромосом;
- б) диплоїдному наборі хромосом;
- в) автосомному наборі хромосом;
- г) статевому наборі хромосом.

6. Алельні гени – це:

- а) парні гени;
- б) не парні гени;
- в) домінантні;
- г) рецесивні.

7. Згідно з першим законом Г. Менделя всі нащадки мають:

- а) домінантну ознаку;
- б) рецесивну ознаку;
- в) розщеплення за фенотипом;
- г) розщеплення за генотипом.

8. Згідно з другим законом Г. Менделя у нащадків спостерігають:

- а) домінантну ознаку;
- б) рецесивну ознаку;
- в) розщеплення за фенотипом;
- г) всі відповіді правильні.

9. Як називається третій закон Г. Менделя:

- а) закон одноманітності гібридів першого покоління;

- б) закон розщеплення;
- в) закон незалежного успадкування ознак;
- г) закон чистоти гамет.

10. Типи успадкування менделюючих ознак:

- а) автосомно-домінантний;
- б) автосомно-рецесивний;
- в) зчеплений зі статтю;
- г) усі відповіді правильні.

Тема 6 ГЕНЕТИКА ГРУП КРОВІ

План

1. Еритроцитарні антигенні системи.
2. Успадкування різних груп крові.
3. Інші антигенні системи.

1. Еритроцитарні антигенні системи

Відкриття систем крові АВО належить К. Ландштейнеру (1901). У межах цієї системи розрізняють **4 фенотипи: А, В, АВ, О**, кожен з яких відрізняється за будовою антигенів на поверхні еритроцитів і антитіл плазми крові.

Система груп крові АВО у людини успадковується за типом множинних алелей одного автосомного гена, локус якого позначається літерою **I** (від слова ізогемаглютиноген). Множинних алелей є три: I^A , I^B , I^O (алель i позначається також через I^O). Алелі I^A , I^B домінують над алелями i , а між собою вони кодомінантні.

Кодомінування – взаємодія алельних генів, за якою у фенотипі гетерозиготного організму виявляються обидва алелі того самого гена. **Алель I^A контролює синтез антигена А, алель I^B – антиген В, алель i (I^O) – не синтезує антигена.** Отже, кожний алельний ген визначає свою ознаку.

Антигени містяться на поверхні еритроцитів. Кожна людина може успадкувати будь-які алелі з трьох можливих (I^A , I^B , I^O), які розташовані в дев'ятій парі хромосом, але не більше двох.

Залежно від їхньої комбінації існують 4 групи крові (4 фенотипи), відмінності між якими пов'язані з наявністю чи відсутністю особливих речовин антигенів А і В на поверхні

еритроцитів і антитіл α і β у плазмі крові. Чотирьом фенотипам відповідають шість генотипів (див. таблицю).

Групи крові за системою АВО

Групи крові	Антигени еритроцитів	Антитіла плазми крові
I(0)	–	α, β
II(A)	A	β
III(B)	B	α
IV(AB)	AB	–

Генетичні дослідження показали, що в цій системі існують такі співвідношення між генотипом і його фенотипічним виявом:

Генотип $I^A I^A$ і $I^A I^O$ дає однаковий фенотип A з антигеном A і антитілом у плазмі крові β ; **генотип $I^B I^B$ і $I^B I^O$** зумовлює однаковий фенотип B з антигеном B і антитілами в крові α ; генотип $I^A I^B$ визначає фенотип AB з антигенами A і B, але без антитіл α і β ; **генотип $I^O I^O$** зумовлює генотип O без антигенів A і B, але з антитілами α і β .

Разом антиген A і антитіло α не містяться в крові ніколи, як і антиген B з антитілом β . При взаємодії антигенів з однойменними антитілами відбувається склеювання і випадання в осад еритроцитів (**аглютинація**), що свідчить про несумісність крові донора і реципієнта. При переливанні крові необхідно, щоб антигени донора не зустрічались з однойменними антитілами реципієнта.

Отже, існує **4 групи крові**:

I група – I(O), α, β

II група – II(A), β

III група – III(B), α

IV група – IV(AB), –

Люди II групи крові: з генотипом $I^A I^A$ фенотипно зовсім не відрізняються від людей з генотипом $I^A I^O$, проте особливості мають їхні діти. У дітей від шлюбу, у якому один з батьків має генотип $I^A I^O$, а інший $I^O I^O$, одна половина дітей має фенотип A (за генотипом $I^A I^O$), а друга – фенотип O за генотипом $I^O I^O$. Якщо один із батьків має генотип $I^A I^A$, а другий $I^O I^O$, то всі діти мають фенотип A (за генотипу $I^A I^O$). Така ж різниця спостерігається і в людей з генотипом $I^B I^B$ і $I^B I^O$.

2. Успадкування різних груп крові

Отже, успадкування двох алелей з трьох можливих підкоряється менделівським закономірностям. Групи крові II(A) і III(B) успадковуються за **автосомно-домінантним** типом, I(O) група – за **автосомно-рецесивним**. Якщо батьки мають групу крові II(A), то їхні діти можуть мати II(A) і I(O), але не III(B) і не IV(AB).

Четверта група крові (AB) успадковується не за правилами Г. Менделя, а за типом кодомінування (рис. 27).

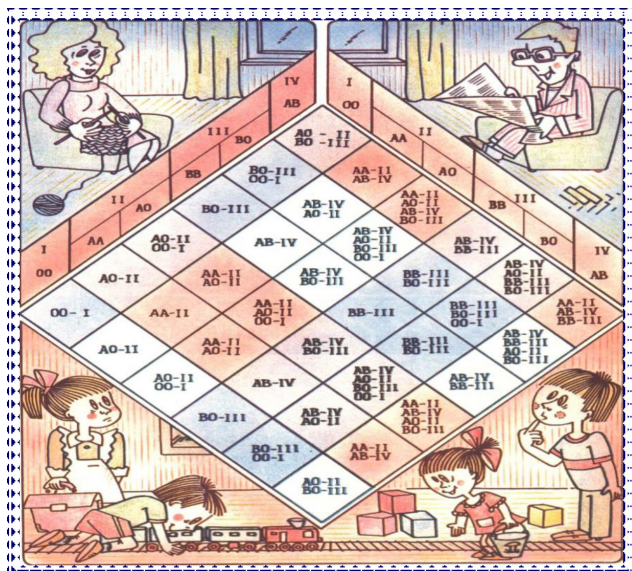


Рис. 27. Кодомінування (IV група крові)

Оскільки перша група немає антигенів, то люди з такою кров'ю називаються універсальними донорами, а люди з четвертою групою крові – універсальними реципієнтами.

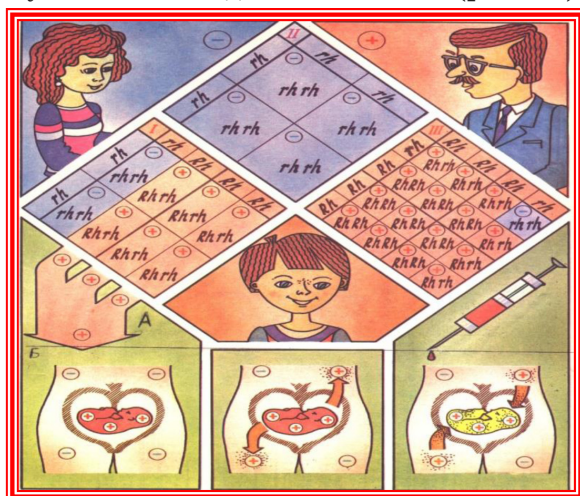
Оскільки групи крові генетично обумовлені і не змінюються протягом життя, то їх визначення може допомогти у випадку спірного батьківства. При цьому необхідно пам'ятати, що за групою крові не можна встановити, що саме цей чоловік є батьком дитини. Можна сказати, що він міг бути батьком дитини чи батьківство виключене.

Успадкування резус-фактора

Резус-фактор – білок (антиген) названий так тому, що вперше (1940 р.) був виділений з еритроцитів мавпи макаки-резуса, а потім – у людини. Близько 85 європейців здатні його синтезувати і становлять резус-позитивну групу (Rh^+), 15 % – не здатні та називаються резус – від’ємними (Rh^-).

Групи крові Rh^+ і Rh^- системи резус визначаються генами, які розташовані в першій парі хромосом. Люди за групою крові Rh^+ можуть бути гомозиготними (DD) і гетерозиготними (Dd), а Rh^- – тільки гомозиготні (dd). Групи крові резус-системи успадковуються як менделюючі ознаки (рис. 28).

Виникнення резус -
конфлікту



↑
Перша
вагітність

↑
Утворення
антитіл

↑
Друга
вагітність
резус-конфлікт

Рис. 28. Повне домінування. Успадкування резус-фактора

Резус-фактор необхідно враховувати при переливанні крові та трансплантації, тому що на нього виробляються в організмі антитіла. Резус-фактор може бути причиною резус-конфлікту між матір'ю і плодом. При шлюбі жінки, яка має резус-від'ємну кров, з чоловіком, який є резус-позитивною гомозиготою, усі діти будуть резус-позитивними, а при

його гетерозиготності – 50 % резус-позитивні та 50 % резус-від’ємні.

Конфлікт виникає в тому випадку, коли мати має резус-від’ємну кров, а дитина отримала домінантний ген D від батька і є резус-позитивною. Кров матері та плода не змішується. Тому перша вагітність завершується нормально. Але під час народження першої дитини, коли плацента відшаровується, еритроцити дитини попадають в організм матері, де на резус-антиген утворюються антитіла. За наступної вагітності ці антитіла через бар’єр плаценти проникають у кров плода, з’єднуються з резус-антигеном, виключаючи склеювання еритроцитів і їх лізис (гемолітичну хворобу новонароджених). Причому з кожними черговими пологами захворювання у дітей виявляється в більш тяжкій формі.

Але якщо резус-негативній жінці до вступу у шлюб була перелита Rh⁺ кров, то вже перша її дитина буде нежиттєздатною. Тому навіть одноразове переливання Rh⁺ крові особам жіночої статі з резус-негативною кров’ю абсолютно неприпустиме.

3. Інші антигенні системи

Крім системи АВО, є й інші системи визначення груп крові. Зокрема в 1927 р. була відкрита система MN. Ця система визначається двома алелями: I^M і I^N. Обидва алелі кодомінантні, тому існують люди з генотипом I^M і I^M (у фенотипі мають фактор M), I^NI^N (у фенотипі вони мають фактор N), I^N і I^M (у фенотипі у них обидва фактори M і N). У сироватці крові людей з тим чи іншим фенотипом за цією системою груп крові немає антитіл до відповідних антигенів, а тому при переливанні крові цю систему, зазвичай, не враховують.

Контрольні запитання

1. Дайте загальну характеристику АВО – системі крові.
2. Назвіть чотири фенотипи, яким відповідають шість генотипів.
3. За яким типом успадковуються групи крові, наведіть приклади.

4. Дайте характеристику резус-фактора.
5. Поясніть, чому першу групу крові називають універсальним донором, а четверту – реципієнтом.
6. Поясніть, чому при переливанні крові необхідно враховувати не лише групу крові, але й резус-фактор.
7. Обґрунтуйте причину виникнення гемолітичної хвороби новонароджених.
8. Яку ще систему визначення груп крові ви знаєте?

Виберіть правильну відповідь:

1. Якщо генотип ii , то яка група крові у людини:

- а) I;
- б) II;
- в) III;
- г) IV.

2. Якщо генотип $I^A i$ I^B , то яка група крові у людини:

- а) I;
- б) II;
- в) III;
- г) IV.

3. Якщо у людини генотип $I^B I^B$, $I^B i$, то яка група крові у людини:

- а) I;
- б) II;
- в) III;
- г) IV.

4. Якщо у людини генотип $I^A I^A$, $I^A i$, то яка група крові у людини:

- а) I;
- б) II;
- в) III;
- г) IV.

5. Який антиген має II група крові:

- а) A;
- б) B;

в) АВ;

г) відсутній.

6. Антигени, які визначають групу крові, знаходяться на:

а) еритроцитах;

б) лімфоцитах;

в) гранулоцитах;

г) плазмі крові.

7. Мати і батько мають І(О) групу крові, яку групу крові може мати дитина:

а) І;

б) ІІ;

в) ІІІ;

г) ІV.

8. Мати і батько мають ІІ і ІV групи крові, якої групи крові не може мати дитина:

а) І;

б) ІІ;

в) ІІІ;

г) ІV.

9. Скільки є фенотипів і відповідно їм генотипів у системі крові АВО:

а) 2 і 4;

б) 3 і 6;

в) 4 і 6;

г) 2 і 6.

10. За яким типом успадковується І група крові:

а) автосомно-домінантним;

б) автосомно-рецесивним;

в) кодомінуванням;

г) зчепленням зі статтю.

Тема 7

СПАДКОВІСТЬ І МІНЛИВІСТЬ ОРГАНІЗМІВ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ

План

1. Спадковість і мінливість організмів.
2. Модифікаційна мінливість організмів. Норма реакції.
3. Мутаційна мінливість, види мутацій і її роль у патології людини.
4. Мутагени та їх різновиди.
5. Спадкові хвороби: класифікація та їх суть і значення.

1. Спадковість і мінливість організмів

Спадковість – одна з основних властивостей живого щодо передавання своїх ознак і особливостей розвитку потомству. Вона забезпечується наявністю генетичного матеріалу (ДНК), який знаходиться в хромосомах ядра. Спадковість завжди супроводжується мінливістю.

Мінливість – властивість організмів набувати нових ознак або втрачати попередні в процесі розвитку. Мінливість забезпечує розмаїтість форм органічного світу та пристосованість їх до мінливих умов середовища. Спадковість і мінливість складають основу еволюції. Мінливість ділиться на **спадкову** і **неспадкову**. До неспадкової мінливості належить **фенотипова** (модифікаційна), до спадкової – **генотипова**.

За всіх форм мінливості змінюється фенотип, проте при **спадковій** мінливості зміни фенотипу обумовлені змінами генотипу, при **фенотиповій** мінливості – **чинниками зовнішнього середовища**.

2. Модифікаційна мінливість організмів. Норма реакції

Модифікаційна мінливість – не спадкова – не передаються дочірнім організмам зміни фенотипу, які викликані чинниками зовнішнього середовища. За цих умов генотип не змінюється, тому модифікаційні зміни не успадковуються, але вони виникають на певній генетичній основі і в певних межах, які визначаються нормою реакції.

Норма реакції – діапазон модифікаційної мінливості в межах генотипу.

Ознаки модифікаційної мінливості:

а) носять масовий, груповий характер. Під впливом певного чинника організм змінюється в одному напрямку (поширене харчування – збільшення маси тіла);

б) широко поширені та мають пристосувальний характер до дії чинників середовища;

в) більшість модифікацій короточасні та нестійкі і, зазвичай, зникають після припинення дії відповідного чинника;

г) модифікації кількісних ознак утворюють безперервну низку значень від мінімуму до максимуму, формуючи варіаційний ряд;

д) існують тривалі модифікації, обумовлені змінами ДНК мітохондрій цитоплазми яйцеклітини, передаються лише по материнській лінії, а потім все одно зникають.

3. Мутаційна мінливість, види мутацій і її роль у патології людини

Мутація – раптова стрибкоподібна зміна спадкової ознаки, зумовлена зміною генетичного матеріалу.

За походженням мутації бувають: **спонтанні** та **індуковані**.

Спонтанні (природні) мутації відбуваються рідко і без будь-якого впливу.

Індуковані (штучні) мутації виникають за дії на організм відомих чинників.

Мутації можуть виникати як у соматичних клітинах (**соматичні**), так і в статевих (**генеративні**). За локалізацією в клітині виділяють **ядерні** та **цитоплазматичні**. За характером змін мутації поділяють на **морфологічні**, **фізіологічні** та **біо-**

хімічні. За впливом на життєдіяльність діляться на корисні, шкідливі та нейтральні мутації. Серед них виділяють: 1. **Летальні (смертельні)** – мутації, які не сумісні з життям. 2. **Напівлетальні** – мутації, які викликають загибель організму в період від народження до статевого дозрівання. 3. **Умовно летальні** – мутації, які виявляють летальну дію за певних умов.

За величиною генетичного матеріалу, залученого в мутаційний процес, мутації поділяються на великі (**макромутації**) і малі (**мікромутації**). За рівнем організації генетичного матеріалу розрізняють **геномні**, **хромосомні** та **генні** мутації.

Геномні мутації зумовлені зміною числа хромосом (поліплоїдія, гетероплоїдія і гаплоїдія).

Поліплоїдія – геномна мутація, зумовлена збільшенням числа гаплоїдних наборів хромосом проти диплоїдного (2п); триплоїдія (3п) і т. д.

Гетероплоїдія (анеуплоїдія) – геномна мутація, зумовлена зміною числа окремих хромосом. Гетероплоїдії викликають велику групу хромосомних хвороб людини – синдром Дауна (трисомія по 21), синдром Едвардса (трисомія по 18), синдром Клайнфельтера (47, хху), синдром Шерешевського-Тернера (45, хо). Основна причина гетероплоїдії – нерозходження хромосом у мітозі та мейозі.

Хромосомні мутації (аберації) – це зміни структури хромосом (рис. 29).

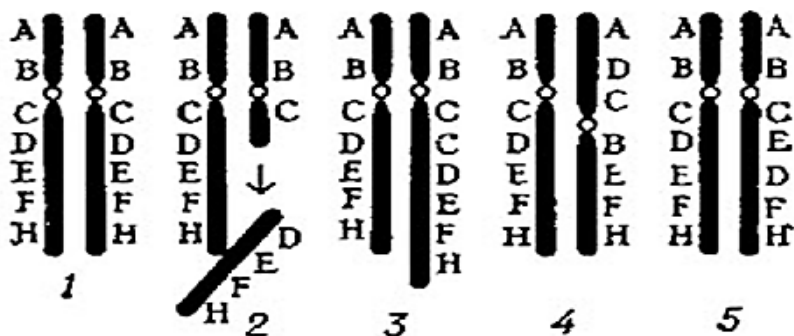


Рис. 29. Хромосомні перебудови

1 – норма; 2 – делеція; 3 – дуплікація; 4 – інверсія; 5 – транслокація.

Делеція – втрата ділянки хромосом (рис. 30). Структурна мутація (хромосомна аберація), при якій вилучається частина хромосоми або послідовність ДНК. При делеції виникає втрата генетичного матеріалу. При цьому може бути вилучене будь-яке число нуклеотидів, від одної основи до великого шматка хромосоми. Делеції можуть бути викликані помилками в генетичній рекомбінації протягом мейозу або в результаті неправильної репарації ДНК. Ця мутація є причиною деякої кількості серйозних генетичних хвороб.

ДЕЛЕЦІЯ

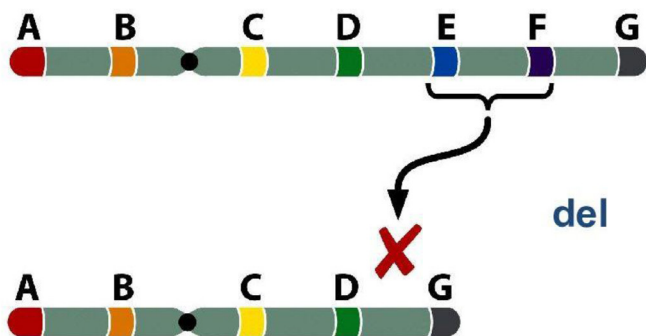


Рис. 30. Делеція

Дуплікація – подвоєння ділянки хромосом (рис. 31).

ДУПЛІКАЦІЯ

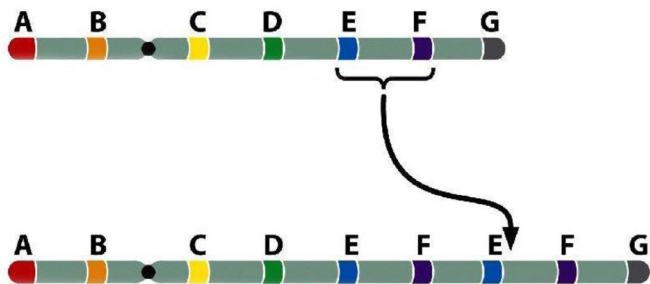


Рис. 31. Дуплікація

Дуплікація генів може відбуватися в результаті помилки при гомологічній рекомбінації, ретротранспозиції або дуплікації всієї хромосоми. Друга копія гену буде практично вільною від добірного тиску – тобто мутації в цьому гені не мають шкідливого ефекту на організм, тому вона видозмінюється із поколіннями швидше, ніж функціональний ген іншої копії.

Інверсія – поворот ділянки хромосом (рис. 32). При інверсії не відбувається втрати генетичного матеріалу, крім тих випадків, коли розрив хромосоми може торкнутися функціонально важливий ген. Тому носії обох типів інверсій не мають, як правило, будь-яких патологічних симптомів. Більше того, деякі інверсії, наприклад перичентрична інверсія в хромосомі 9, зустрічаються як нормальна ознака з досить високою частотою в деяких етнічних групах. Як і при інших збалансованих перебудовах, інверсії в мейозі можуть призводити до утворення незбалансованих гамет. Це відбувається тоді, коли в межах інверсії виникає хіазма і здійснюється кросинговер. У разі перичентричної інверсії це призводить до утворення двох комплементарних незбалансованих хромосом.

ІНВЕРСІЯ

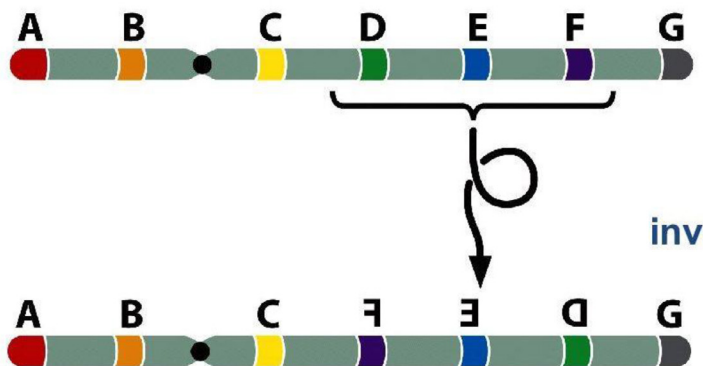


Рис. 32. Інверсія

Транслокація – переміщення ділянки хромосоми на інше місце на тій самій хромосомі (внутрішньохромосомна тран-

словація), або на іншу хромосому (міжхромосомні транслокації) (рис. 33). Окремо виділяють реципрокні транслокації, при яких відбувається взаємний обмін ділянками між хромосомами, і робертсонівські транслокації, або центричні злиття, при яких відбувається злиття акроцентричних хромосом з повною або частковою втратою матеріалу коротких плечей. У ході транслокації відбувається обмін ділянками негомологічних хромосом, але загальне число генів не змінюється. Різні транслокації призводять до розвитку лімфом, сарком, лейкозів, шизофренії.

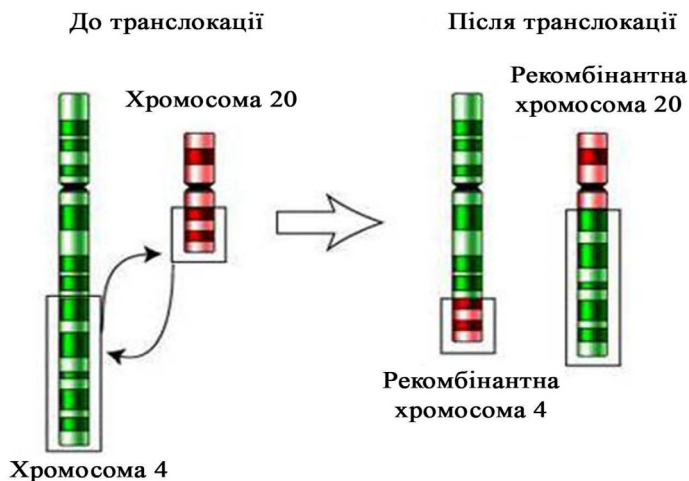


Рис. 33. Транслокація

Генні мутації – зміни хімічної структури гена (ДНК).

Соматичні – мутації, які виникають у соматичних клітинах. Не успадковуються.

Генеративні – мутації, які виникають у гаметах. Успадковуються при статевому розмноженні.

4. Мутагени та їх різновиди

Мутагени – чинники, які викликають мутації. Розрізняють фізичні, хімічні та біологічні мутагени.

Фізичні – мутагени: усі види іонізуючого випромінювання; ультрафіолетове випромінювання; висока і низька температури.

Хімічні мутагени – гербіциди, пестициди, лікарські препарати (цитостатичні та антимітотичні засоби), бензол, важкі метали: кадмій, ртуть, свинець, нікель та інші.

Біологічні мутагени – віруси, живі вакцини.

Комутагени – чинники, які підсилюють дію мутагенів (токсини гельмінтів).

Антимутагени – речовини, які знижують частоту мутацій (вітаміни, глютамін, серотонін та інші).

5. Спадкові хвороби: класифікація та їх суть і значення

Хвороби, які зумовлені геномними, хромосомними чи генними мутаціями, називаються спадковими.

Класифікація спадкових хвороб. Спадкові хвороби поділяються на 5 груп: генні; хромосомні; хвороби зі спадковою схильністю; генетичні хвороби соматичних хвороб; хвороби генетичної несумісності матері та плода.

Власне спадкові хвороби діляться на дві великі групи: генні та хромосомні.

Генні (молекулярні) хвороби – це спадкові хвороби, зумовлені генними мутаціями. Причина – порушення хімічної структури гена (ДНК). Класичні генні мутації успадковуються як менделюючі ознаки.

Хромосомні хвороби – це спадкові хвороби, які обумовлені геномними (змінami числа хромосом) і хромосомними (змінami хромосом) мутаціями. Хромосомні хвороби, як правило, не передаються потомству і зустрічаються в сім'ях як спорадичні випадки.

На відміну від генних, хромосомні мутації охоплюють значно більший обсяг генетичного матеріалу і характеризуються множинними ураженнями. Вони виявляються у двох варіантах – летальності та вроджених вадах розвитку.

Хромосомні хвороби, зумовлені зміною числа автосом.

Синдром Дауна (трисомія 21). Клінічну картину синдрому вперше описав англ. лікар Л. Даун (1866 р.). Каріотип хворих – 47,XX,21+ або 47,XY,21+

Комплекс вроджених вад розвитку, характерний для синдрому Дауна, обумовлює типовість клінічної картини “всі діти з однієї сім’ї”.

Клінічні діагностичні ознаки: низький зріст, розумова відсталість різного ступеня, черепно-лицьові аномалії: короткий розріз очей, коротка шия, плоске обличчя, короткий ніс, маленькі деформовані вуха, великий язик. Вроджені вади внутрішніх органів (серця), знижений імунітет часто є причиною смерті цих дітей.

Хромосомні хвороби, зумовлені зміною числа статевих хромосом.

Синдром Шерешевського-Тернера (1825 р.). Каріотип 45,ХО.

Клінічні діагностичні ознаки: виявляється тільки у жінок: низький зріст, коротка шия з надлишком шкіри та крилоподібними складками (шийка сфінкса), низька межа росту волосся на потилиці, грудна клітка – щитоподібної форми, дисгенезія гонад.

Синдром Клайнфельтера. Каріотип 47,XXY. Виявляється хвороба тільки у чоловіків.

Клінічні діагностичні ознаки: високий зріст, довгі кінцівки, евнухоїдизм, гінекомастія, недорозвинуті статеві органи.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення спадковості, чим вона обумовлена.
2. Мінливість – визначення та форми.
3. Розкрийте суть модифікаційної мінливості та назвіть її ознаки.
4. Мутації: визначення та класифікація.
5. Геномні мутації: причина, різновиди та їх коротка характеристика.
6. Хромосомні мутації, види і коротка характеристика.
7. Генні мутації – види і суть.
8. Наведіть визначення і класифікацію мутагенів.
9. Які хвороби називають спадковими? Дайте класифікацію спадковим хворобам.

10. Охарактеризуйте синдром Дауна.
11. Клінічна характеристика синдрому Шерешевського-Тернера.
12. Синдром Клайнфельтера – клінічні ознаки.

Виберіть правильну відповідь:

1. Мутації можуть бути:

- а) спонтанні та індуковані;
- б) соматичні та генеративні;
- в) ядерні та цитоплазматичні;
- г) усі відповіді правильні.

2. Поліплоїдія належить до мутацій:

- а) геномних;
- б) хромосомних;
- в) генних;
- г) усі відповіді правильні.

3. Гетероплоїдія належить до мутацій:

- а) геномних;
- б) хромосомних;
- в) генних;
- г) усі відповіді вірні.

4. Синдром Дауна належить до мутацій:

- а) геномних;
- б) хромосомних;
- в) генних;
- г) усі відповіді правильні.

5. Дуплікація належить до мутацій:

- а) геномних;
- б) хромосомних;
- в) генних;
- г) усі відповіді правильні.

6. Транслокація – це:

- а) втрата ділянки хромосом;
- б) подвоєння ділянки хромосом;
- в) поворот ділянки хромосом на 180°;
- г) переміщення ділянки хромосом.

7. Синдром Клайнфельтера – це:

- а) 47, XXУ;
- б) 45, ХО;
- в) трисомія по 21 хромосомі;
- г) трисомія по 18 хромосом.

8. Синдром Дауна:

- а) 47, XXУ;
- б) 45, ХО;
- в) трисомія по 21 хромосомі;
- г) трисомія по 18 хромосом.

9. Синдром Шерешевського-Тернера – це:

- а) 47, XXУ;
- б) 45, ХО;
- в) трисомія по 21 хромосомі;
- г) трисомія по 18 хромосом.

10. Спадкові хвороби зумовлені мутаціями:

- а) геномними;
- б) хромосомними;
- в) генними;
- г) усі відповіді правильні.

Тема 8

АНАТОМІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ: ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ТИПИ

План

1. Будова і функції нервової системи.
2. Функціонування синаптичних утворів.
3. Гуморальна регуляція. Залози внутрішньої секреції.

1. Будова і функції нервової системи

У нервовій системі виділяють центральну і периферійну частини. **Периферійна нервова система** представлена корінцями спинного мозку, нервовими сплетіннями, нервовими вузлами (гангліями), нервами, периферійними нервовими закінченнями. Нервові закінчення можуть бути: а) **еферентні** (рухові), які передають збудження від нервів до м'язів і залоз; б) **аферентними** (чутливими), які передають інформацію від рецептора до центральної нервової системи.

Центральна нервова система людини складається із головного і спинного мозку.

Спинний мозок є трубкою із центральним каналом, довкола якого є нейроцити (сіра речовина) і їх відростки (біла речовина), які формують провідні шляхи.

Головний мозок залягає в порожнині черепа. Топографічною границею зі спинним мозком є площина, яка проходить через нижній край великого потиличного отвору.

Анатомічно в головному мозку розрізняють півкулі, стовбур і мозочок. Стовбур мозку містить продовгуватий мозок, міст, середній мозок та проміжний мозок (рис. 34).

Від головного мозку відходять 12 пар черепно-мозкових нервів, які інervують переважно голову, шию і потилицю, а також здійснюють парасимпатичну інervацію внутрішніх органів.

Від спинного мозку відходить 31 пара спинномозкових нервів, які інervують тулуб і внутрішні органи. Сіра речовина (тіла нейронів) у центральній нервовій системі утворює два типи структур: ядра, в яких клітини лежать тісними групами, і екранні структури, в яких клітини лежать шарами (кора великих півкуль і мозочка).

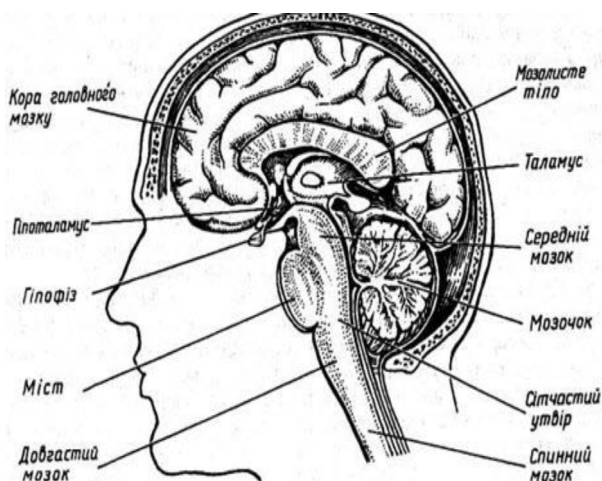


Рис. 34. Центральна нервова система людини

Нервова система побудована із нервової тканини. Нервова тканина має два структурні компоненти: нервові клітини (нейрони) і міжклітинну речовину (нейроглію).

Нейрон – це складно побудована високоспеціалізована клітина з відростками, яка здатна генерувати, сприймати, трансформувати і передавати електричні сигнали, а також здатна утворювати функціональні контакти й обмінюватись інформацією з іншими клітинами.

Міжклітинна речовина – нейроглія, представлена гліальними клітинами (рис. 35).

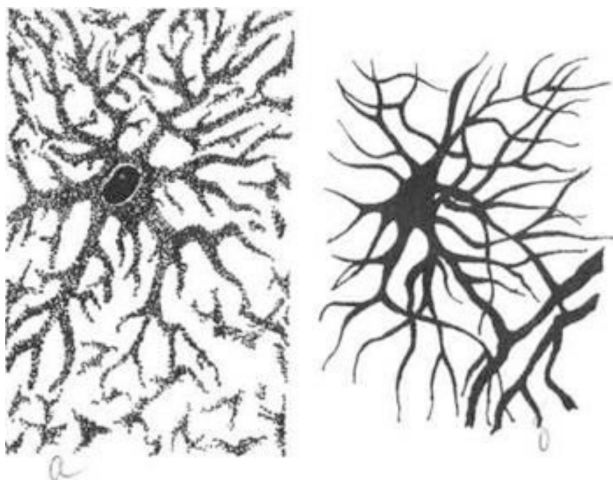


Рис. 35. Нейроглія

Нейроглія ділиться на *мікроглію (фагоцити)* і *макроглію*, яка є таких видів: *астроцити; олігодендрогліоцити; шванівські клітини; епендімогліоцити*. Макроглія виконує такі функції щодо нейронів: а) трофічну; б) ізоляцію нервових волокон і нервових закінчень; в) участь у формуванні гематоенцефалічного бар'єра; г) участь у регенерації ЦНС; д) участь в утворенні мієлінових оболонок: ж) формування “скелета” для нейронів.

Нейрон – клітина, яка має відростки, тому в ній виділяють тіло (сому) і відростки. Відростки є двох типів: аксон і дендрити. У клітині є лише один аксон, який несе інформацію з клітини, і багато дендритів, які несуть інформацію до клітини.

За формою тіла нейрони поділяються на *зірчасті, куполіподібні, пірамідні, грушеподібні, паукіподібні, веретеноподібні*.

За кількістю відростків нейрони діляться на *уніполярні* (один відросток), *біполярні* (два відростки), *псевдоуніполярні* (коли від тіла клітини нібито відходить один відросток, який далі Т-подібно ділиться на два), *мультіполярні* (багато відростків) (рис. 36).

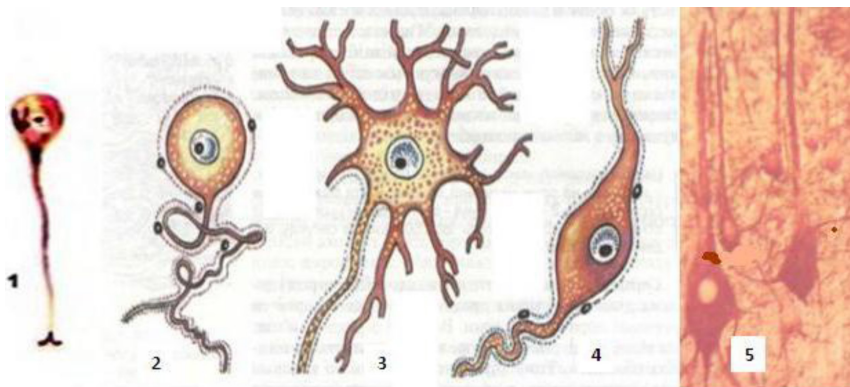


Рис. 36. Морфологічна класифікація нейронів за кількістю відростків і за формою тіла клітин:

1 – уніполярний; 2 – псевдоуніполярний; 3 – мультиполярний (зірчастий); 4 – біполярний; 5 – мультиполярний (пірамідний)

За розмірами: *дрібні* (до 10 мкм), *середні* (10–40 мкм), *великі* (50–80) мкм, *гігантські* (120 і більше мкм).

За функцією нейрони поділяються на *чутливі* (аферентні), *рухові* (еферентні) та *вставні* (асоціативні).

Основу нервової діяльності становлять процеси збудження та гальмування. **Збудження** – складний біологічний процес, який складається з імпульсів і приводить у дію той чи інший орган. **Гальмування** – складний біологічний процес, який припиняє або послаблює діяльність того чи іншого органу. Збудження і гальмування – два взаємно пов’язані процеси, бо збудження супроводжується витратою енергетичних ресурсів клітини, а гальмування – їх відновленням.

В основі діяльності нервової системи лежить рефлекс.

Рефлекс – це реакція організму на дію зовнішніх або внутрішніх чинників за обов’язковою участю ЦНС. І. Сеченов довів, що всі акти свідомого і несвідомого життя за своєю суттю є рефлексами.

Рефлекси реалізуються через рефлекторні дуги. **Рефлекторна дуга** – це ланцюг нейронів, по яких збудження рухається від рецептора до ефектора через нервовий центр.

Найпростіша рефлекторна дуга має 3 частини: *аферентну* (чутливу), *центр і еферентну* (рухову) частину. Аферентну (рецепторну, чутливу) частину рефлекторної дуги формує тіло і відростки псевдоуніполярного (чутливого) нейрона, тіла якого локалізуються в спинномозкових гангліях (вузлах). Дендрит псевдоуніполярного (чутливого) нейрона формує рецептори. **Рецептор** – спеціальне чутливе утворення, яке сприймає подразнення із зовнішнього чи внутрішнього середовища і перетворює його в нервовий імпульс. Нервовий імпульс по дендриту псевдоуніполярного нейрона передається до його тіла, а від тіла клітини по аксону збудження (нервові імпульси) надходять в ЦНС (спинний мозок) до другого нейрона найпростішої рефлекторної дуги, який за кількістю відростків є мультиполярним, а за функцією асоціативним і локалізується в задніх рогах спинного мозку. По аксонові асоціативного нейрона задніх рогів спинного мозку збудження передається до 3-го нейрона, який формує еферентну частину рефлекторної дуги. Цей нейрон за функцією є руховим (еферентним, моторним, за кількістю відростків – мультиполярним) і локалізується в моторних (рухових) ядрах передніх рогів спинного мозку. По аксону еферентного нейрона збудження надходить до робочого органу (м'яза) (рис. 37).



Рис. 37. Рефлекторна дуга спинного мозку

Усі рефлекси діляться на дві групи: безумовні та умовні. **Безумовні** – це вроджені, спадкові (ковтання, чихання, дихання, смоктання і т. д.). **Умовні** – складні пристосувальні реакції, які утворюються в процесі життя індивіда.

Уся нервова система (центральна і периферійна) функціонально поділяється на *соматичну* і *вегетативну* (автономну). **Соматична** включає ті відділи центральної і периферійної нервової системи, які іннервують скелетні м'язи і органи чуттів. До **вегетативної**, або **автономної**, нервової системи відносять відділи головного мозку і нерви з їхніми розгалуженнями, які іннервують переважно внутрішні органи: серце, судини, залози внутрішньої секреції та інші.

Вегетативна (автономна) нервова система також поділяється на *симпатичну* і *парасимпатичну*.

Вегетативна нервова система іннервує весь організм загалом, усі органи і тканини: залози, гладенькі м'язи, кровоносні судини, органи чуттів і, нарешті, головний і спинний мозок (власне ЦНС). Більшість органів іннервується одночасно як симпатичною, так і парасимпатичною нервовою системами, але вони діють на один і той же орган протилежно. Наприклад, симпатична нервова система призводить до збільшення ритму, частоти та сили серцевих скорочень, звужує судини і підвищує артеріальний тиск, сповільнює перистальтику кишок, а парасимпатична, навпаки, уповільнює ритм, частоту і силу серцевих скорочень, розширює судини і цим знижує артеріальний тиск і прискорює перистальтику кишечника.

Основні функції ЦНС: 1) рефлексорна, з фізіологічної точки зору будь-який процес є рефлексорним; 2) інтегративна – діяльність ЦНС, яка об'єднує розмаїті функції організму для злагодженої їх взаємодії у процесі досягнення поставленої мети. В основі її діяльності лежить забезпечення гомеостазу (постійності внутрішнього середовища організму) та процес адаптації (пристосування) до змін як внутрішнього, так і зовнішнього середовища; 3) координаційна – діяльність ЦНС щодо подолання антагоністичної взаємодії між рефlekсами з різним функціональним призначенням.

Координація – це підпорядкування за допомогою одного рефлекса іншому, який на даний час для організму є важливим.

2. Функціонування синаптичних утворів

Синапс – це спеціалізований контакт, через який здійснюється передача із нейрона або на нейрон збуджуючого чи гальмівного впливу.

Синапс – це розширена частина аксона, в якій локалізуються синаптичні міхурці, заповнені медіатором (адреналіном, ацетилхоліном, серотоніном, гамааміномасляною кислотою та ін.). Якщо до синапса підходить нервовий імпульс, міхурці руйнуються і медіатор надходить у синаптичну щілину – до постсинаптичної мембрани наступної нервової клітини (рис. 38).

За місцем контакту синапси діляться:

- на аксосоматичні;
- аксодендритичні;
- аксоаксонні;
- дендродендритичні.

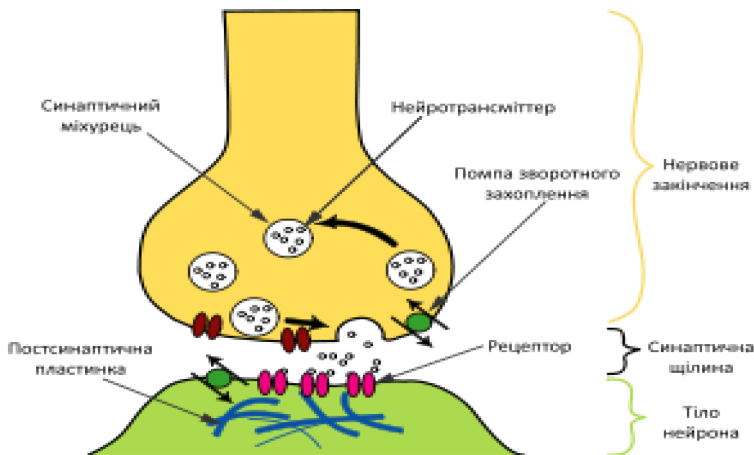


Рис. 38. Схема будови синапса:

- 1 – мікротрубочки; 2 – мітохондрії; 3 – синаптичні міхурці з медіатором; 4 – пресинаптична мембрана; 5 – постсинаптична мембрана; 6 – рецептори; 7 – синаптична щілина

Аксосоматичні, аксодендритичні, дендродендритичні синапси можуть бути як збуджуючими, так і гальмівними, а аксоаксональні – тільки гальмівні.

3. Гуморальна регуляція. Залози внутрішньої секреції

Гуморальна регуляція – це координація фізіологічних функцій організму людини через рідкі середовища: кров, лімфу, тканинну рідину. Чинниками гуморальної регуляції є біологічно активні речовини (гормони) та продукти обміну речовин. Гуморальна регуляція підпорядкована нервовій регуляції та становить з нею єдину систему нейрогуморальної регуляції.

Ендокринна система – це сукупність залоз, частин органів або окремих клітин, які секретують гормони у кров і лімфу.

Ендокринні залози на відміну від екзокринних не мають вивідних протоків, мають добре розвинуту капілярну сітку, куди виділяють свій секрет.

Ендокринна система бере участь у гуморальній регуляції функції організму і координує діяльність усіх органів та систем, а також забезпечує підтримання гомеостазу організму за мінливих умов зовнішнього середовища. Разом із нервовою та імунною системою регулює:

- ріст та розвиток організму;

- статеву диференціацію та репродуктивну функцію;

- бере участь у процесах утворення, використання та збереження енергії;

- разом з нервовою системою забезпечує емоційні реакції та психічну діяльність людини.

В ендокринній системі розрізняють центральні та периферійні відділи. **Центральні органи** тісно пов'язані з органами ЦНС і координують діяльність усіх інших ланок ендокринної системи. **Органи периферійного відділу** здійснюють багатоплановий вплив на організм, посилюючи чи послаблюючи обмінні процеси. Є органи, які поєднують виконання ендокринної функції з екзокринною (підшлункова залоза, печінка й інші) та окрему дисоційовану ендокринну систему, яка

утворена великою групою ізольованих ендокриноцитів, які розсіяні по різних органах і системах організму.

До центральних органів ендокринної системи відносимо:
гіпоталамус;
гіпофіз;
епіфіз.

До периферійних органів ендокринної системи належать:
щитоподібна залоза;
прищитоподібні залози;
надниркові залози.

До органів, які виконують ендокринну і екзокринну функції, відносимо:

сім'яники;
яєчники;
підшлункову залозу;
печінку;
плаценту.

Дисоційована ендокринна система – система ізольованих ендокриноцитів, розсіяних по всьому організму.

Гіпоталамус локалізується на передньонижній частині проміжного мозку (рис. 39). В ядрах гіпоталамуса локалізуються нейросекреторні клітини, які продукують ліберини і статини, які через кров потрапляють у передню частину гіпофіза і регулюють продукцію гормонів передньої частини гіпофіза (аденогіпофіза). У передній групі ядер гіпоталамуса виробляються гормони: антидіуретичний, який регулює водно-сольовий обмін, та вазопресин і окситоцин, які впливають на стан судинної стінки капілярів організму.

Гіпофіз – нижній мозковий придаток біля основи мозку, локалізується в турецькому сидлі. Передня частка гіпофіза виробляє *тропні* гормони (адренокортикотропний – стимулює секрецію кортикостероїдів наднирковими залозами), гонадотропні (стимулюють функцію статевих залоз), тиреотропний (стимулює функцію щитоподібної залози), гормон росту та інші (рис. 40). За гіперфункції гіпофіза розвивається гігантизм у дітей, а в дорослих – акромегалія. За гіпофункції – карликовість.

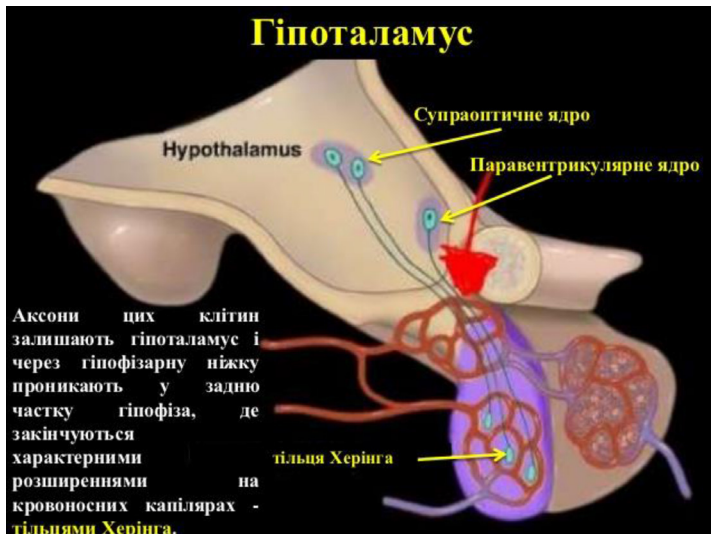


Рис. 39. Будова гіпоталамуса

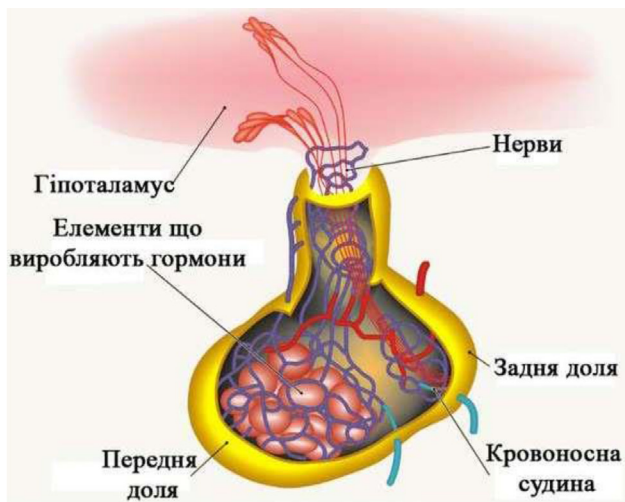


Рис. 40. Будова гіпофіза

Епіфіз – крихітна залоза, яка локалізується в проміжному мозку, у верхній частині зорового горба. Залоза мало вивчена. Відомо, що синтезує меланін і серотонін і відповідає

за фотосинтетичні процеси, а також регулює сон. Мелатонін впливає на пігмент клітин шкіри.

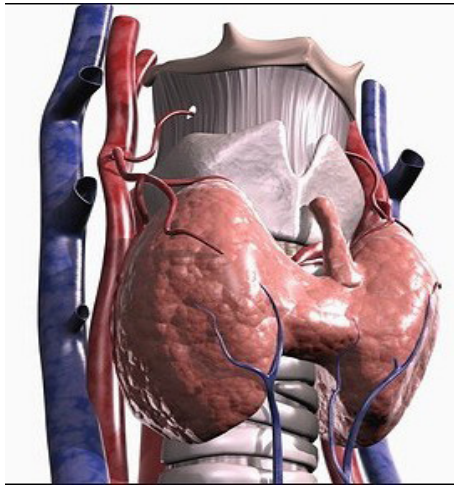


Рис. 41. Щитоподібна залоза

Щитоподібна залоза – непарна, найбільша з ендокринних залоз (маса до 60 г). Локалізується спереду від дихального горла (рис. 41). Виробляє йодовмісні гормони, основним із них є тироксин. Основний вплив на організм – регуляція обміну речовин та підвищення збудливості нервової системи. За недостатності тироксину виникають порушення обміну речовин, які викликають хворобу (мікседема). Якщо недостатність тироксину спостерігається в ранньому дитячому віці, то виникає кретинізм. У хворих дітей затримується фізичний і психічний розвиток.

За надлишку тироксину в крові розвивається тиреотоксикоз, або Базедова хвороба. При цьому підвищується інтенсивність обміну речовин, збудливість нервової системи, спостерігається тремтіння кінцівок, схуднення. Від гормонів щитоподібної залози залежить правильний ріст і розвиток, функціонування нервової системи.

Надниркові залози розміщені на верхівках нирок і складаються із двох шарів, які мають різне походження і функції (рис. 42). Внутрішній шар (мозкова речовина) виділяє гормони –

адреналін і норадреналін, які передають збудження або гальмування з нервових клітин на інші клітини нервової системи у синапсах. Адреналін викликає звуження судин шкіри, шлунково-кишкового тракту та розширення судин серця і скелетних м'язів. Адреналін раптово підвищує захисні та адаптаційні реакції організму. Зовнішній шар (кора), виділяє гормони, які називаються *кортикостероїди*. Вони впливають на обмін білків, жирів і вуглеводів та регулюють водно-сольовий обмін. Підвищення чи зниження секреції гормонів надниркових залоз може викликати захворювання. Так, гіперфункція надниркових залоз викликає раннє статеве дозрівання та різке підвищення кров'яного тиску. Гіпофункція їх призводить до розвитку бронзової хвороби.

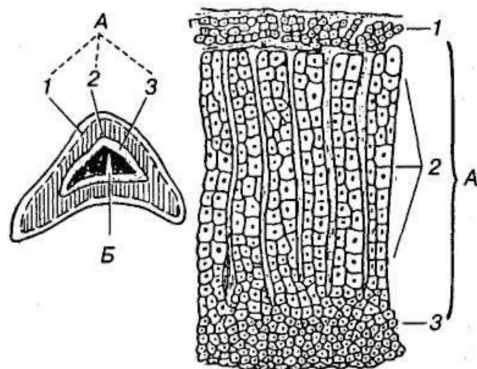


Рис. 42. Надниркові залози:

А – мікроскопічна будова кіркової речовини; Б – макроскопічна будова (мозкова речовина); 1 – клубочкова зона; 2 – пучкова зона; 3 – сітчаста зона

Залози змішаної секреції, на відміну від залоз внутрішньої секреції, свої продукти виділяють не лише в кров. Вони мають вивідні протоки, через які виділяють свої секрети на поверхню тіла або в порожнину будь-якого органа (зовнішня секреція). Наприклад, **підшлункова залоза** (рис. 43) виробляє підшлунковий сік, який за допомогою вивідних протоків виводиться в дванадцятипалу кишку (зовнішня секреція), і гормони, які надходять безпосередньо у кров (внутрішня секреція). **Гормони підшлункової залози** – інсулін і глюкагон – регулюють обмін

вуглеводів. Глюкагон сприяє розпаду глікогену печінки і м'язів до глюкози, у результаті чого рівень глюкози в крові зростає.

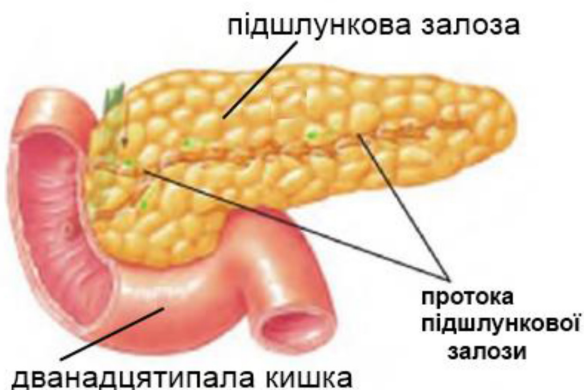


Рис. 43. Підшлункова залоза

Інсулін, навпаки, сприяє підвищенню проникливості клітинних мембран щодо глюкози та забезпечує її транспорт із крові до клітин організму. Отже, під впливом інсуліну вміст глюкози в крові знижується за рахунок надходження її в клітини організму.

У здоровому організмі інсулін і глюкагон регулюють вміст глюкози в крові та синтез глікогену з глюкози в печінці та м'язах. За гіпофункції ендокринної частини підшлункової залози розвивається захворювання – цукровий діабет.

Статеві залози виробляють статеві клітини (зовнішня секреція) і статеві гормони (внутрішня секреція).

У чоловічих статевих залозах (сім'яниках) продукуються чоловічі статеві клітини – сперматозоїди (живчики) та гормони – андрогени. Найактивніший серед них – тестостерон. Жіночі статеві залози (яйники), поряд з утворенням яйцеклітин (зовнішня секреція), синтезують жіночі статеві гормони – естрогени. У зародковий період статеві гормони контролюють диференціацію статевих органів, а під час статевого дозрівання – вторинних статевих ознак.

Контрольні запитання

1. З яких відділів складається центральна нервова система?
2. Назвіть їхні функції.

3. Дайте визначення рефлекса.
4. Опишіть складові частини рефлекторної дуги.
5. Назвіть структурні компоненти нервової тканини.
6. Дайте класифікацію нейронів за кількістю відростків, за формою тіла, за функцією.
7. Назвіть види глії та її функції.
8. Що таке синапс?
9. Опишіть структурні компоненти синапса.
10. Назвіть основні функції вегетативної (автономної) нервової системи.
11. Перерахуйте основні функції ЦНС.
12. Назвіть особливості будови залоз внутрішньої секреції.
13. Що таке гуморальна регуляція?
14. Назвіть центральні та периферійні органи ендокринної системи.
15. Назвіть основні гормони і їх вплив на організм гіпоталамуса, гіпофіза та епіфіза.
16. Гормони і їх вплив на організм периферійних залоз ендокринної системи.
17. Залози змішаної секреції: будова і функції.

Виберіть правильну відповідь:

1. Нервова система поділяється на:

- а) центральну і периферійну;
- б) вегетативну і периферійну;
- в) симпатичну і парасимпатичну;
- г) головний і спинний мозок.

2. Функції нейрона:

- а) вироблення нервових імпульсів;
- б) трансформація нервових імпульсів;
- в) обмін інформацією з іншими клітинами;
- г) усі відповіді правильні.

3. Зарисуйте і позначте структурні компоненти найпростішої рефлекторної дуги.

4. Усі рефлекси діляться на:

- а) умовні та безумовні;

- б) складні та прості;
- в) вищі та нижчі;
- г) набуті та складні.

5. Гуморальна регуляція здійснюється через:

- а) кров;
- б) лімфу;
- в) тканинну рідину;
- г) всі відповіді правильні.

6. До периферійних органів ендокринної системи належать:

- а) гіпоталамус і гіпофіз;
- б) щитоподібна і прищитоподібні залози;
- в) епіфіз і надниркові залози;
- г) гіпоталамус і щитоподібна залоза.

7. До органів, які виконують як ендокринну, так і екзокринну функцію, відносимо:

- а) гіпоталамус і гіпофіз;
- б) щитоподібну і прищитоподібні залози;
- в) епіфіз і надниркові залози;
- г) сім'яники і яєчники.

8. Тироксин виробляє:

- а) епіфіз;
- б) гіпофіз;
- в) гіпоталамус;
- г) щитоподібна залоза.

9. Тропні гормони (тиреотропний, гонадотропний та інші) виробляє:

- а) епіфіз;
- б) гіпофіз;
- в) гіпоталамус;
- г) жодна відповідь неправильна.

10. Інсулін – гормон, який виробляє:

- а) надниркова залоза;
- б) щитоподібна залоза;
- в) підшлункова залоза;
- г) яйники.

Тема 9

СПИННИЙ МОЗОК, ТОПОГРАФІЯ, ФОРМА, БУДОВА

План

1. Характеристика спинномозкових нервів, вузлів, волокон.
2. Функції та центри спинного мозку. Провідні шляхи. Основні спинальні рефлекси.

1. Характеристика спинномозгових нервів, вузлів, волокон.

Спинний мозок (*Medulla oblongata*) – це важливий відділ центральної нервової системи, який сприймає різноманітну соматичну інформацію із зовнішнього та внутрішнього середовища та передає її у висхідному напрямку до вищих центрів переднього мозку. Спинний мозок філогенетично є старішим за головний мозок (*encephalon*). Проте ці відділи центральної нервової системи знаходяться у тісному генетичному, функціональному та морфологічному зв'язку.

Спинний мозок – орган центральної нервової системи складається із **сірої речовини**, розташованої центрально (має вигляд метелика), і **білої речовини**, яка має периферійну локалізацію. Сіру речовину складають мультиполярні нейрони, гліальні клітини, безмієлінові і тонкі мієлінові волокна (рис. 44).

Спинний мозок (*medulla spinalis*) починається під великим потиличним отвором черепа і закінчується у дорослої людини між першим і другим поперековими хребцями, займаючи близько 2/3 об'єму порожнини хребетного каналу. Маса спинного мозку людини становить 25–30 г. Це округлий тяж довжиною 40–45 см з середнім діаметром 1,5 см, площа якого на поперечному зрізі близько 1 см.

Спинний мозок поділяється на сегменти, яких у людини налічується 31 (шийних – 8, грудних – 12, поперекових – 5, крижових – 5, куприковий – 1). Сегмент – ділянка спинного мозку з передніми (руховими) і задніми (чутливими) корінцями, який обмежений одним хребцем.

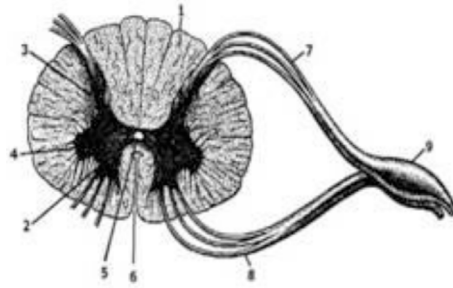


Рис. 44. Поперечний розріз спинного мозку і утворення спинномозкового нерва:

1 – спинний мозок; 2 – передній ріг сірої речовини; 3 – задній ріг сірої речовини; 4 – бічний ріг сірої речовини; 5 – спинномозковий канал у сірій спайці; 6 – передня поздовжня борозна; 7 – задній корінець спинномозкового нерва; 8 – передній корінець спинномозкового нерва; 9 – спинномозковий (міжхребцевий) вузол.

Відділи спинного мозку. У людського ембріона спинний мозок доходить до кінця хребтового каналу; але після народження в ході зростання спинний мозок росте значно повільніше, ніж хребет. Зрештою, коли зростання людини припиняється, спинний мозок закінчується на рівні 1-го поперекового хребця. Проте спинномозкові нерви продовжують виходити через ті самі міжхребцеві канали, які збігалися з межами сегментів спинного мозку на стадії ембріону. Тому нервові корінці, перш ніж вийти з хребтового каналу, спочатку йдуть вниз, доки не досягають відповідного міжхребцевого отвору. Нижче першого поперекового хребця, де власне спинний мозок вже відсутній, нерви, що йдуть до низу, формують пучок, який називається “кінський хвіст” (*cauda equina*) (рис. 45).

Спинний мозок покритий трьома сполучнотканинними оболонками: зовнішньою – тверда – міцна з товстими стінками облягає у формі мішка зовні спинний мозок, не прилягає впритул до стінок хребетного каналу, які покриті окістям (зовнішній листок твердої оболонки); павутинною – тонкий прозорий безсудинний листок прилягає зсередини до твердої оболонки; судинною – покрита ендотелієм, безпосередньо обгортає спинний мозок і містить між двома своїми листками судини. Між павутинною і судинною оболонками розташований простір, заповнений спинномозковою рідиною, що виконує захисну і трофічну функції.



Рис. 45. Відділи спинного мозку

Нейронна організація спинного мозку. Нейрони спинного мозку утворюють сіру речовину у вигляді симетрично розташованих двох передніх і двох задніх рогів у шийному, поперековому і крижовому відділах. У грудному відділі спинний мо-

зок має, крім названих, ще і бічні роги. Задні роги виконують головним чином сенсорні функції і містять нейрони, що передають сигнали у вищі центри, у симетричні структури протилежного боку або до передніх рогів спинного мозку. У передніх рогах знаходяться нейрони, які дають свої аксони до м'язів. Усі спадні шляхи центральної нервової системи, що викликають рухові реакції, закінчуються на нейронах передніх рогів.

Спинний мозок людини містить майже 13 млн нейронів, з них 3 % – мотонейрони, а 97 % – вставні. Функціонально нейрони спинного мозку можна поділити на 5 основних груп: 1) мотонейрони, або рухові, – клітини передніх рогів, аксони яких утворюють передні корінці. Серед рухових нейронів розрізняють α -мотонейрони, що передають сигнали м'язовим волокнам, і β -мотонейрони, що іннервують внутрішньоверетенні м'язові волокна; 2) до вставних нейронів спинного мозку належать клітини, які залежно від ходу відростків поділяються на спінальні, відростки яких галузяться в межах декількох суміжних сегментів, і інтернейрони, аксони яких проходять через декілька сегментів або навіть з одного відділу спинного мозку в інший, утворюючи власні пучки спинного мозку; 3) у спинному мозку є і проєкційні інтернейрони, які формують висхідні шляхи спинного мозку. Інтернейрони – нейрони, що одержують інформацію від спінальних гангліїв і розташовуються в задніх рогах. Ці нейрони реагують на больові, температурні, тактильні, вібраційні, пропріоцептивні подразнення; 4) симпатичні, парасимпатичні нейрони розташовані переважно в бічних рогах. Аксони цих нейронів виходять зі спинного мозку у складі передніх корінців; 5) асоціативні клітини – нейрони власного апарату спинного мозку, що встановлюють зв'язки всередині і між сегментами. У середній зоні сірої речовини (між заднім і переднім рогами) і на верхівці заднього рога спинного мозку утворюється так звана драглиста речовина (желатинозна субстанція Роланда), що виконує функції ретикулярної формації спинного мозку.

Функції спинного мозку. Спинний мозок виконує рефлекторну та провідникову функції.

Рефлекторна функція. Спинний мозок виконує велику кількість рефлекторних реакцій, пов'язаних з руховою діяльністю і регуляцією вегетативних функцій. Частина рефлексів забезпечується нервовими клітинами самого спинного мозку, в основному це прості рефлекси, більшість же складних рефлекторних реакцій він виконує спільно з головним мозком. Найбільш простими рефlekсами, які виконуються спинним мозком, є **сухожилкові і м'язотатичні** (або розтягувальні) **рефлекторні**, дуга яких складається з двох нейронів. Прикладом сухожилкового рефlekсу може бути колінний сухожилковий рефлекс, який виникає при ударі по сухожилку чотирьохголового м'яза стегна. При розтягуванні м'язів виникають рефлекси розтягування, що носять тонічний характер. Сухожилкові рефлекси і рефлекси розтягування виникають унаслідок подразнення рецепторів м'язів, тому ці рефлекси називають власними рефlekсами м'язів.

Згинальні рефлекси. При подразненні різних рецепторів шкіри, в основному больових, виникають згинальні рефлекси, які мають захисне значення. Згинальні рефлекси досить сильні, вони гальмують інші рефлекторні реакції.

Розгинальні рефлекси. При надавлюванні на подушечки кінцівки спинальної жаби виникає розгинальний рефлекс. Цю швидку розгинальну реакцію ще називають розгинальним поштовхом. Вона є складовою частиною більш складних рухових реакцій – стрибків, бігу. Існує значна кількість розгинальних рефлексів, які здійснюються нервовими центрами, розташованими у різних відділах головного мозку. За допомогою цих рефлексів підтримується нормальна поза, виконуються різноманітні рухи.

Ритмічні рефлекси. Ця група рефлексів характеризується чергуванням згинання і розгинання кінцівок. До ритмічних рефлексів належать рефлекси почісування, крокування.

Тонічні рефлекси. Підтримання певного положення тіла у просторі здійснюється завдяки тривалому напруженню м'язів, яке підтримується за рахунок тонічних рефлекторних впливів із спинного мозку і вищих відділів центральної нервової системи.

Рефлекси м'язів-антагонистів: скорочення згиначів і пригнічення тонусу розгиначів.

Вегетативні рефлекси – рефлекторна регуляція діяльності внутрішніх органів, судин, м'язів. У спинному мозку знаходяться спінальний центр очної мускулатури, судинно-руховий і потовидільний центри, центри регуляції функцій сечостатевого органів і прямої кишки.

Провідникова функція. Провідникова функція спинного мозку забезпечує:

проведення нервових імпульсів;

зв'язок різних відділів спинного мозку;

зв'язок головного мозку з іншими відділами ЦНС;

об'єднання рецепторів з виконавчими органами.

Провідникова функція пов'язана з проходженням через спинний мозок провідних шляхів – висхідних і низхідних. Вони розташовані в канатиках і формують білу речовину спинного мозку. Висхідні шляхи несуть інформацію від рецепторів шкіри – екстерорецепторів (тактильних, температурних, больових), м'язів (пропріорецепторів) через задні корінці у спинний мозок, де мають свої нейрони, і далі – до нервових центрів головного мозку. Отже, висхідні шляхи є чутливими. Розрізняють спинномозково-згінний шлях (шлях тактильної, больової і температурної чутливості), спинномозково-мозочкові тракти (шляхи пропріоцептивної м'язово-суглобової чутливості).

Низхідні шляхи спинного мозку проводять збудження від нервових центрів головного мозку до мотонейронів передніх рогів спинного мозку і далі – до скелетних м'язів. Це рухові тракти. Основний із них – пірамідний або кірково-спинномозковий шлях, що йде від клітин Беца (рухових зон кори великих півкуль) до мотонейронів передніх рогів спинного мозку. Це основний шлях регуляції свідомої, довільної рухової активності. Розрізняють також присінково-спинномозковий, червоноядерно-спинномозковий, сітчасто-спинномозковий шляхи. По цих трактах підтримується м'язовий тонус.

Контрольні запитання

1. Що таке спинний мозок?
2. Яку роль він виконує у діяльності організму людини?
3. На скільки сегментів поділяється спинний мозок?
4. Назвіть сегменти спинного мозку людини.
5. Яка є відділи спинного мозку людини?
6. Якими оболонками покритий спинний мозок?
7. Які функції виконує спинномозкова рідина?
8. Які функції виконує спинний мозок людини?
9. Охарактеризуйте рефлекторну функцію.
10. Охарактеризуйте провідникову функцію.

Виберіть правильну відповідь:

1. Спинний мозок складається з:

- а) сірої та червоної речовини;
- б) сірої та білої речовини;
- в) білої та зеленої речовини.

2. Скільки сегментів налічує спинний мозок?

- а) 31 сегмент;
- б) 27 сегментів;
- в) 32 сегменти.

3. Спинний мозок складається із таких відділів:

- а) грудного, поперекового, кінцевого;
- б) верхнього, середнього і нижнього;
- в) шийного, грудного, поперекового, крижового.

4. Скількома сполучнотканинними оболонками покритий спинний мозок?

- а) чотирма;
- б) трьома;
- в) двома.

5. Нейрони спинного мозку утворюють:

- а) сіру речовину;
- б) білу речовину;
- в) червону речовину.

6. Спинний мозок виконує:

- а) рефлекторну та моторну функції;
- б) провідникову і напівпровідникову функції;
- в) рефлекторну і провідникову функції.

7. Які функції виконує спинномозкова рідина?

- а) захисну і трофічну;
- б) видільну і захисну;
- в) рефлекторну і захисну.

8. Найбільш простими рефlekсами, які виконуються спинним мозком, є:

- а) міотатичні і розтягувальні;
- б) сухожилкові і міотатичні;
- в) низхідні і висхідні.

9. Вегетативні рефlekси – це...

- а) рефлекторна регуляція діяльності внутрішніх органів, судин, м'язів;
- б) скорочення згиначів і пригнічення тонузу розгиначів;
- в) група рефlekсів, яка характеризується чергуванням згинання і розгинання кінцівок.

10. Провідникова функція спинного мозку забезпечує:

- а) скорочення згиначів і пригнічення тонузу розгиначів;
- б) згинання і розгинання кінцівок;
- в) проведення нервових імпульсів.

Тема 10 ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД РОЗВИТКУ ГОЛОВНОГО МОЗКУ

План

1. Стовбур головного мозку: еволюція, структура, функції.
2. Кора півкуль головного мозку: особливості будови та значення.

1. Головний мозок. Стовбур головного мозку і мозочок

Структура головного мозку. У дорослої людини маса головного мозку – близько 1,3 кг. Хоча це складає в середньому 2 % маси тіла, до головного мозку постійно надходить до 20 % крові, що циркулює в організмі. Активність ЦНС завжди є високою, і метаболізм у ній інтенсивний. Проте власні пластичні й енергетичні запаси мозку малі, тому він надзвичайно залежить від постачання кисню, глюкози тощо.

У головному мозку вирізняють три великих відділи (рис. 46): стовбур головного мозку, мозочок, передній мозок, а у складі стовбура – довгастий мозок, міст і середній мозок. Передній мозок поділяють на проміжний мозок і кінцевий мозок (великі півкулі головного мозку). Від головного мозку відходять 12 пар черепно-мозкових нервів.

Стовбур головного мозку (рис. 47) є продовженням спинного мозку. Нейрони стовбура утворюють ядра, які формують найважливіші нервові центри життєзабезпечення: дихальний, серцево-судинний, травний. У стовбурі розташовані також центри регуляції м'язового тону, рефлексу утримання й відновлення пози, орієнтовного рефлексу на зорові й слухові подразники.

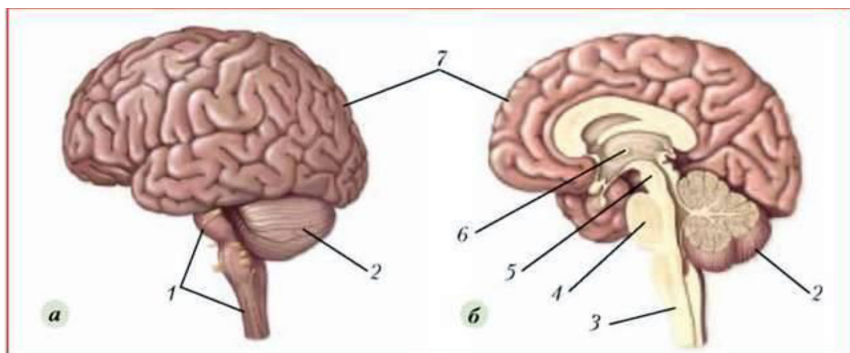


Рис. 46. Головний мозок, *а* і його подовжній розріз, *б*:
 1 – стовбур головного мозку; 2 – мозочок; 3 – довгастий мозок;
 4 – міст; 5 – середній мозок; 6 – проміжний мозок;
 7 – великі півкулі головного мозку

Волокна нейронів ядер стовбура утворюють низхідні і висхідні провідні шляхи. По висхідних шляхах інформація прямує до нервових центрів, розташованих в інших відділах головного мозку, а по низхідних – до спинного мозку.

Звідки до центрів стовбура головного мозку надходить інформація? Вони отримують її по висхідних шляхах, що йдуть зі спинного мозку, і по чутливих нейронах III–XII пар черепно-мозкових нервів. Так центри стовбура одержують інформацію про стан шкіри, опорно-рухової системи і внутрішніх органів, а також сигнали від органів слуху, рівноваги, смаку, від шкіри і м'язів голови.

Від центрів стовбура одні команди, необхідні для керування рухами і роботою внутрішніх органів, по низхідних шляхах доправляються до спинного мозку, а інші – по еферентних волокнах черепно-мозкових нервів прямують до м'язів органів зору, язика, жувальних і мимічних м'язів, м'язів голови, шиї, слинних залоз, легенів, серця, печінки, шлунка тощо.

Виявами роботи центрів стовбура мозку є відомі нам рефлекси вдиху й видиху, серцеві, судинні, ковтальний, жувальний, чхальний.

У стовбурі розташована система ядер, у яких нейрони з безліччю відростків утворюють мережі. Цю систему назива-

ють **ретикулярною формацією (РФ)**. Постійно РФ взаємодіє з усіма структурами ЦНС. Кожен її нейрон збирає інформацію одночасно від багатьох нейронів різної чутливості, підсумовує її і, залежно від отриманого результату, впливає на структури ЦНС. Вплив РФ зазвичай активує структури головного мозку, але може спричиняти й гальмівний ефект. Виявом цієї функції РФ є перехід зі стану сну до неспання і навпаки. Ретикулярна формація відіграє важливу роль у формуванні уваги. Деякі нейрони РФ спонтанно генерують імпульси, завдяки цьому РФ підтримує тонус м'язів, дихального і серцево-судинного центрів.

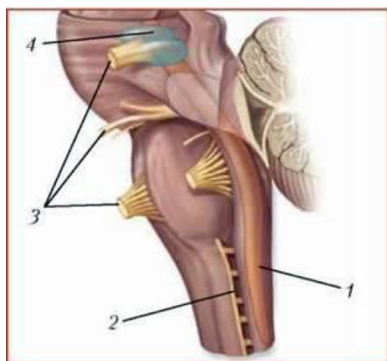


Рис. 47. Стовбур головного мозку

1 – ретикулярна формація; 2 – провідні шляхи між головним і спинним мозком; 3 – черепно-мозкові нерви; 4 – дихальний центр

Аби зрозуміти, у яких ситуаціях активуються центри стовбура, пригадайте, як ви реагуєте на несподіваний звук, що вас лякає. Ви мимоволі повертаєте голову в його напрямі – цей рух є виявом орієнтовного рефлексу, тобто реакції на новизну. Одночасно дещо збільшується частота серцевих скорочень, частота і глибина дихання, підвищується приплив крові до мозку й серця. У цьому рефлексі беруть участь центри стовбура, а РФ вибірково змінює їх активність, підтримуючи одні й гальмуючи інші.

Мозочок (рис. 48). Назва цього відділу відображає його схожість з переднім мозком. Дві півкулі мозочка вкриті склад-

частою корою, утвореною безліччю різноманітних нейронів. Мозочок сполучений зі спинним мозком, стовбуром, переднім мозком. Його ядра отримують інформацію, що стосується рухів, із спинного мозку, від кори великих півкуль, таламуса, стовбура головного мозку і РФ (зорову, слухову, рівноваги). Сигнали з мозочка спрямовуються до кори великих півкуль, до стовбура мозку, а з нього – до мотонейронів спинного мозку.

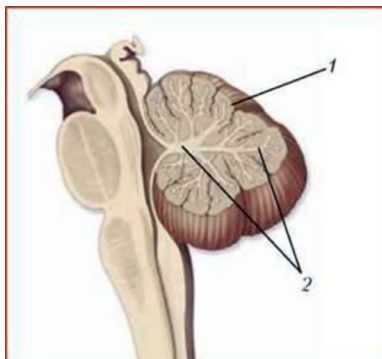


Рис. 48. Мозочок

1 – кора (сіра речовина); 2 – провідні шляхи (біла речовина)

Функція мозочка полягає у формуванні програм регуляції пози та координації точних довільних рухів, що здійснюються за командами кори великих півкуль. Програми таких рухів створюються за участю кори головного мозку, а зберігаються в корі мозочка, який контролює правильність їх виконання.

Точність і координованість рухів під час письма, рухів піаніста, фігуриста або футболіста – усе це вияви діяльності розвиненого мозочка. У людини з пошкодженим мозочком рухи ніг і рук неузгоджені, вона розгойдується під час ходьби, помиляється у визначенні відстані до предмета, не може дістати кінчика носа із закритими очима тощо.

2. Кора півкуль головного мозку: особливості будови та значення

Кора великих півкуль є вищим відділом центральної нервової системи. Згідно з сучасною класифікацією розрізняють

стародавню кору (палеокортекс), стару (архікортекс), нову кору (неокортекс), а також кору перехідного характеру – проміжну. Стародавня і стара кора регулює вегетативні функції, бере участь в емоціях і в формуванні вищої нервової діяльності: орієнтувальних рефлексів, насторожуванні, посиленні уваги. На поверхні півкуль головного мозку людини є лише 4,4 % стародавньої, старої та проміжної кори, а 95,6 % – нової. Кора являє собою шар сірої речовини товщиною від 2 до 4,5 мм, який містить у середньому біля 14 млрд (від 10 до 18 млрд) нервових клітин і ще більше гліальних клітин (проміжна тканина). Кора утворює велику кількість складок, формуючи звивини і борозни. Загальна площа поверхні кори складає біля 0,22 м², що відповідає сторонам 47 x 27 см.

На поперечному зрізі кори за розміщенням нейронів і їх зв'язків розрізняють 6 горизонтальних шарів (з поверхні вглибину) (рис. 49):

I. Молекулярний шар. Утворений в основному сплетенням нервових волокон, але в ньому мало клітин.

II. Зовнішній зернистий шар. У ньому знаходиться багато дрібних клітин різної форми.

III. Зовнішній пірамідний шар. Цей шар складається в основному з пірамідальних клітин середньої величини.

IV. Внутрішній зернистий шар. Схожий на III шар (деколи може бути відсутній).

V. Внутрішній пірамідний шар. Складається з середніх клітин і великих пірамідних клітин Беца. Від верхньої частини цих клітин відходить товстий відросток – дендрит, який численно галузиться в поверхневих шарах кори. Інший довгий відросток – аксон – великих пірамідних клітин йде в білу речовину і спрямовується до підкоркових ядер або спинного мозку.

VI. Шар веретеноподібних клітин (мультиформний). Складається в основному з клітин трикутної форми і веретеноподібних клітин.

У неокортексі виділяють три типи клітин: пірамідні, зірчасті і веретеноподібні.

Зірчасті нейрони складають у людини більше половини всіх клітин. Ці клітини мають короткі розгалужені аксони, які не виходять за межі сірої речовини кори, і короткі розгалужені дендрити.

Зірчасті клітини беруть участь у процесах сприйняття подразнень (аферентна функція) і в об'єднанні діяльності різних пірамідних нейронів.

Пірамідні нейрони здійснюють еферентну функцію кори і внутрішньокорові процеси взаємодії між віддаленими один від одного нейронами. Найбільш великі пірамідні клітини – гігантські пірамідні клітини **Беца** – знаходяться в передній центральній закрутці (моторній зоні кори). Вони вертикально орієнтовані в товщі кори, і їх аксон йде в товщу білої речовини до відділів ЦНС, що лежать нижче. Великі пірамідні клітини мають багато міжнейронних зв'язків (лише на дендритах їх біля 2–5 тисяч), що забезпечує величезне число міжцентральних взаємодій.

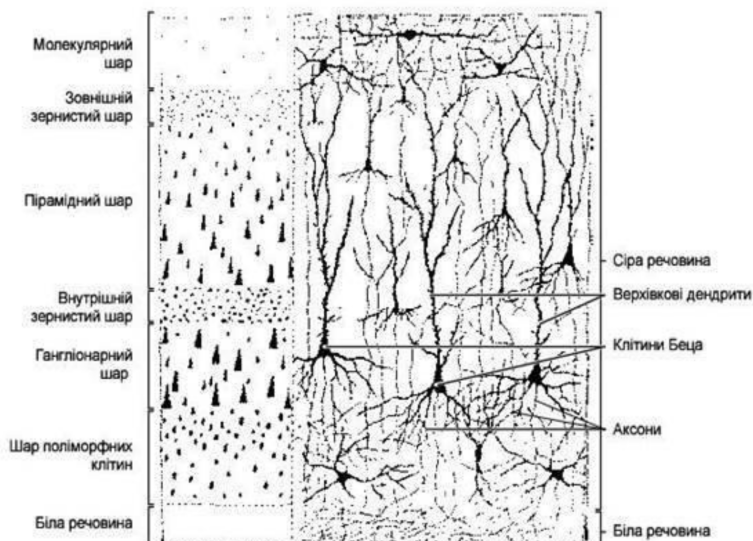


Рис. 49. Пошарова будова кори великих півкуль головного мозку людини

Функціональною одиницею кори є вертикальна колонка взаємопов'язаних нейронів. Ці колонки забезпечують обробку інформації кори головного мозку і розміщуються перпендикулярно до поверхні кори. Усі нейрони вертикальної колонки відповідають на один і той самий подразник і формують еферентні відповіді пірамідних клітин. Збудження не переходить на інші колонки, бо його обмежують процеси гальмування.

Функції кори великих півкуль:

1. За І. П. Павловим – кора – розпорядник і розподільувач усіх життєвих функцій.

2. Функція вищого аналізу і синтезу всіх аферентних подразників.

3. Замикальна функція – утворення нових рефлексів, що вдосконалює індивідуальне пристосування організму.

4. Завдяки пам'яті в корі нагромаджується великий обсяг інформації.

5. З корою пов'язані свідомість, мислення, мова.

2. Сенсорні зони кори. У кору великих півкуль надходять аферентні імпульси від усіх рецепторів організму. Ділянки кори, куди підходять імпульси, І. П. Павлов назвав центральними відділами аналізаторів, або ядерними зонами аналізаторів. Центральні відділи аналізаторів прийнято називати сенсорними зонами кори. Ці зони є корковою проекцією периферичних рецептивних полів (коркове представництво) (рис. 50), первинними полями, пов'язаними з органами відчуттів і органами руху на периферії. Вони здійснюють аналіз окремих подразнень, які надходять у кору від відповідних рецепторів. При пошкодженні первинних полів виникає так звана коркова сліпота, коркова глухота і т. д.

Представництво соматичної і вісцеральної чутливості. У кожній півкулі є дві зони представництва соматичної (шкірної і суглобово-м'язової) і вісцеральної чутливості, що називаються I і II сомато-сенсорними зонами кори. Перша сомато-сенсорна зона розмішена в задній центральній звині, а друга – у роландовій борозні. За Пенфілдом і Расму-сеном найбільшу площу займає представництво рецепторів

кисті рук, голосового апарату і обличчя, а найменшу – тулуба, бедра і гомілки.

Представництво зорової чутливості. Зорові зони розміщені на внутрішній поверхні потиличних долей обох півкуль. Вони є проекцією сітківки ока. При подразненні зорової зони у людини виникає відчуття спалаху світла, темноти, різних кольорів.

Представництво слухової і вестибулярної чутливості. Первинні поля слухової і вестибулярної чутливості знаходяться у скроневих частинах обох півкуль.

Представництва в корі великих півкуль мають і інші види чутливості: нюхової, смакової та ін. Разом з моторними зонами їх нараховують біля 50.

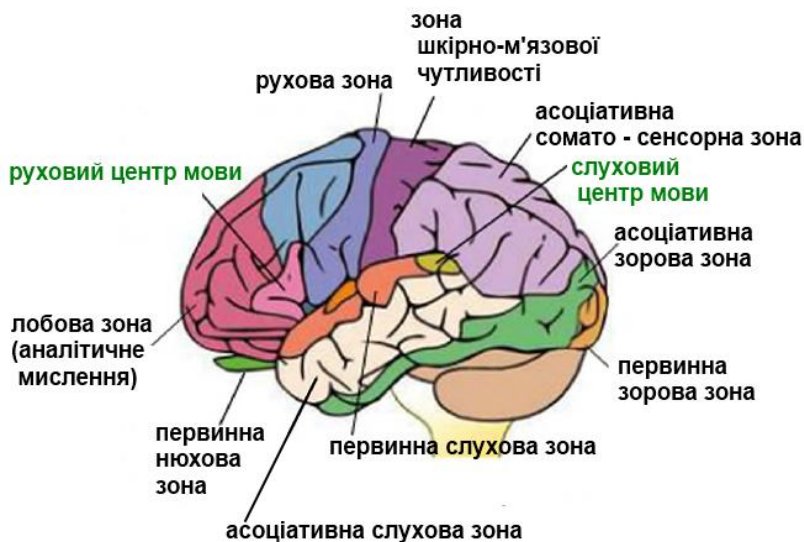


Рис. 50. Зони кори головного мозку людини

Асоціативні зони кори. Поруч з сенсорними зонами аналізаторів (первинними полями) розміщені асоціативні зони аналізаторів (вторинні поля). Вони поширюються на всі сторони від сенсорних зон на 1–5 см і пов'язані з окремими аналізаторами через сенсорні зони.

Асоціативні зони відіграють важливу роль у процесах аналізу та синтезу інформації, яка надходить у кору великих півкуль. Окремі відчуття, які утворюються в сенсорних зонах, синтезуються в асоціативних зонах у комплекси.

Видалення асоціативних зон не веде до втрати даного виду чутливості, але при цьому втрачається здатність правильно трактувати значення діючого подразника. Тобто у людини залишається здатність бачити предмети, чути звуки, але вона не впізнає їх, не пам'ятає їх значення. Так, наприклад, пошкодження вторинних слухових полів, які знаходяться на скроневій ділянці кори великих півкуль, часто призводить до втрати здатності людиною розуміти значення слів, які вона чує.

Важливою особливістю асоціативних зон у людини, на відміну від сенсорних, є те, що їх пошкодження призводить лише до тимчасового порушення тих чи інших функцій. Пізніше непошкоджені ділянки кори беруть на себе функції пошкоджених асоціативних зон і компенсують їх дію.

Крім первинних і вторинних полів, які є і у тварин, і у людини, у людини є ще третинні поля, або зони перекриття аналізаторів. Вони займають майже половину території кори і мають широкі зв'язки з іншими відділами кори і з неспецифічними відділами мозку. У цих зонах знаходяться, в основному, дрібні зірчасті клітини. Третинні поля знаходяться в задній половині кори – на межах тім'яних, скроневих і потиличних її ділянок і в передній половині – у передніх частинах лобних долей. Ці зони мають величезне значення в організації узгодженої роботи обох півкуль. Третинні поля розвиваються у людини пізніше, ніж первинні та вторинні і здійснюють найбільш складні функції кори. Тут проходять процеси вищого аналізу та синтезу, виробляється мета і завдання поведінки, проходить програмування рухів. Розвиток третинних полів у людини пов'язують з функцією мови. Мислення (внутрішня мова) можливе лише при спільній дії аналізаторів, інформація від яких об'єднується в третинних полях.

При вродженій патології, коли у людини недорозвинені третинні поля, то вона не може оволодіти мовою, а вимовляє

лише незв'язані звуки, і навіть найпростішими рухами – не може одягатись, користуватись предметами тощо.

Моторні зони кори. Провідну роль у регуляції довільних рухів відіграє кора великих півкуль (рис. 51). У корі є нервові клітини, аксони яких йдуть до нервових центрів, що лежать нижче – до підкоркових центрів, мозкового стовбура, до спинного мозку. Це гігантські пірамідні **клітини Беца**. Для них характерна вертикальна орієнтація в товщі кори. Від тіла клітини вертикально вгору відходить найбільш товстий (верхівковий) дендрит, через який інформація від інших нейронів входить у клітину, а вертикально вниз відходить довгий аксон, який зв'язує клітини Беца з центрами, що лежать нижче, у тому числі і зі спинним мозком. На дендритах пірамідної клітини нараховують від 2 до 5 тисяч синапсів. Це дає можливість координувати моторну функцію кори залежно від різноманітних змін внутрішнього та зовнішнього середовища. До пірамідних клітин надходить аферентна інформація від пропріорецепторів і від рецепторів суглобових сумок, так званий зворотний зв'язок, що полегшує управління рухами. Найбільша кількість клітин Беца знаходиться в передній центральній закрутці, попереду від роландової борозни, у так званій моторній зоні.

Рухові точки (тобто зони кори, подразнення яких викликає рухи певних м'язів), за даними У. Пенфілда і Расмусена, розміщені в моторній зоні в певному порядку і нерівномірно, їх розміщення відповідає послідовності локалізації сенсорних зон у задній центральній закрутці, яка знаходиться позаду від роландової борозни.

Найвище розташовані рухові точки нижніх кінцівок, під ними знаходяться рухові точки м'язів тулуба, ще нижче – верхніх кінцівок і найнижче – м'язів голови. Найбільшу площу займає представництво м'язів кисті рук, обличчя, губ, язика, а найменшу – тулуба і нижніх кінцівок.

Слід зазначити, що роландова борозна лише умовно розділяє моторну зону від сенсорної, що доведено гістологічними дослідженнями (в моторній зоні є багато чутливих елементів, а в сенсорній – клітин Беца) і електрофізіологічними дослідженнями.

ми (за даними Пенфілда, подразнення сенсорної зони у 25 % викликає разом з відчуттями і рухи і – навпаки). Тому ці дві зони часто об'єднують під загальною назвою сенсомоторної зони.

Пошкодження моторної зони, або порушення в ній кровообігу (наприклад, крововилив) призводить до повного або часткового паралічу м'язів протилежної частини тіла. Ці симптоми відновлюються дуже повільно, особливо здатність до дрібних рухів пальцями.

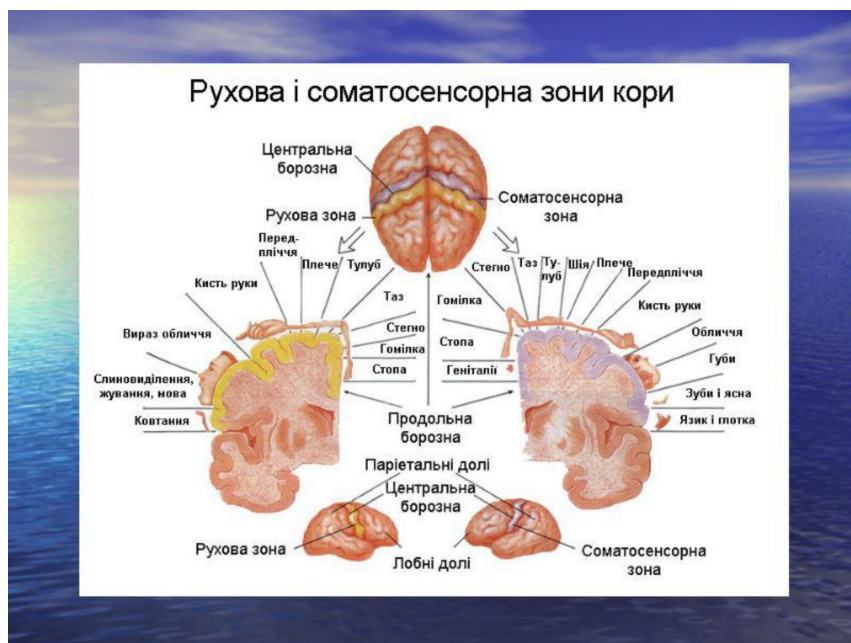


Рис. 51. Рухова і сенсомоторна зони кори головного мозку людини

Премоторна зона кори. Попереду від моторної розмішена так звана премоторна зона кори, в якій знаходиться багато пірамідних клітин. Відростки пірамідних клітин цієї зони йдуть до спинальних нейронів, а також до смугастого тіла, хвостатого ядра, червоного ядра, чорної субстанції та ін. Пошкодження цієї зони призводить до зміни тону м'язів.

Додаткова моторна зона. Розміщена на медіальній поверхні кори півкуль. У ній містяться представництва м'язів

усіх частин тіла. Вважають, що ця зона відіграє додаткову роль в управлінні позою тіла, яка керується моторною та премоторною зоною.

Контрольні запитання

1. Назвіть відділи головного мозку людини.
2. Які функції виконує кожен з відділів?
3. Як розміщені біла і сіра речовини головного мозку?
4. Де розміщений довгастий мозок?
5. Яка його будова і функції?
6. Що таке мозочок?
7. Яка будова і функції мозочка?
8. Назвіть горизонтальні шари кори головного мозку людини.
9. Охарактеризуйте їх.
10. Назвіть типи клітин кори головного мозку.
11. Які є функції кори великих півкуль?
12. Що таке сенсорні зони кори головного мозку?
13. Що таке асоціативні зони кори головного мозку?
14. Що таке моторні зони кори головного мозку?
15. Охарактеризуйте премоторну та додаткову моторну зони кори головного мозку людини.

Виберіть правильну відповідь:

1. Виберіть складову головного мозку, в якій зосереджені життєво важливі нервові центри дихання та контролю серцево-судинної системи:

- а) кінцевий мозок;
- б) проміжний мозок;
- в) довгастий мозок;
- г) середній мозок

2. Назвіть складову головного мозку, в якій розташовані нервові центри, пов'язані з рухом очних яблук:

- а) довгастий мозок;
- б) міст;
- в) середній мозок;
- г) проміжний мозок.

3. Виберіть функції, за виконання яких відповідає мозочок:

- а) координація рухів;
- б) рух очних яблук;
- в) підтримання тону м'язів;
- г) регулювання рівноваги тіла.

4. Головний мозок людини складається з:

- а) стовбура, кінцевого мозку та мозочка;
- б) стовбура, мозочка, переднього мозку;
- в) кінцевого мозку, мозочка, проміжного мозку.

5. Довгастий мозок є продовженням:

- а) середнього мозку;
- б) спинного мозку;
- в) проміжного мозку.

6. Який відділ головного мозку відповідає за координацію рухів?

- а) мозочок;
- б) стовбур головного мозку;
- в) проміжний мозок.

7. Укажіть структуру, що не входить до складу головного мозку:

- а) міст;
- б) нейроглія;
- в) кінцевий мозок.

8. Укажіть, чим утворена кора великих півкуль головного мозку:

- а) ретикулярною формацією;
- б) сірою речовиною;
- в) білою речовиною.

9. Укажіть, де в організмі людини розташовується гіпоталамус:

- а) у довгастому мозку;
- б) у великих півкулях головного мозку;
- в) у проміжному мозку.

10. Клітини Беца знаходяться:

- а) у моторній зоні;
- б) у сенсорній зоні;
- в) в асоціативній зоні.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЗАЛІКУ

1. Біологія – наука про живі системи, закономірності і механізми їх виникнення, існування і розвитку. Предмет біології.

2. Методи біології, людина як об’єкт біології. Біосоціальна природа людини.

3. Розвиток уявлень про сутність життя. Біологічні (живі) системи – особливий етап розвитку і форма руху матерії.

4. Дайте визначення поняття “клітина”. Типи клітинної організації.

5. Клітинна теорія як доказ єдності усього живого, її основні положення, сучасний стан.

6. Будова зовнішньої клітинної мембрани (цитолемі).

7. Охарактеризуйте будову інтерфазного ядра і його функції.

8. Дайте коротку характеристику органел клітини та перерахуйте їхні функції.

9. Життєвий цикл клітини, його варіанти. Основний зміст і значення періодів життєвого циклу клітини.

10. Яка будова ДНК за Дж. Уотсоном і Ф. Кріком? Назвіть етапи (кроки) потоку інформації в клітині.

11. Види РНК і їх функції.

12. Будова ланцюга ДНК.

13. Реплікація ДНК і значення.

14. Основні характеристики генетичного коду ДНК.

15. Будова гена і його функціональна характеристика.

16. Морфофункціональна характеристика хромосом людини.

17. Хроматин: еухроматин і гетерохроматин. Статевий хроматин.

18. Каріотип людини. Аутосоми і гетерохромосоми. Ідіограма хромосом.

19. Назвіть типи метафазних хромосом.

20. Характеристика фаз мітозу.

21. Особливості та біологічне значення мейозу.

22. Статеві клітини, морфогенетична спеціалізація.

23. Сперматогенез і овогенез: характеристика і відмінності між ними.

24. З яких відділів складається центральна нервова система та їхні функції?

25. Дайте визначення рефлексу.

26. Опишіть складові частини рефлекторної дуги.

27. Назвіть структурні компоненти нервової тканини.

28. Дайте класифікацію нейронів за кількістю відростків, за формою тіла, за функцією.

29. Назвіть види глії та її функції.

30. Синапс та його структурні компоненти.

31. Назвіть основні функції вегетативної (автономної) нервової системи.

32. Перерахуйте основні функції ЦНС.

33. Дайте визначення генетиці як науки та сформулюйте її завдання.

34. Охарактеризуйте спадковість і мінливість.

35. Що таке каріотип людини, геном і генотип?

36. Суть першого, другого і третього законів Г. Менделя.

37. Умови вияву законів Г. Менделя.

38. Назвіть методи вивчення спадковості і коротко розкрийте їх суть.

39. Дайте загальну характеристику АВО – системи крові.

40. Назвіть чотири фенотипи, яким відповідають шість генотипів.

41. За яким типом успадковуються групи крові? Наведіть приклади.

42. Дайте характеристику резус-фактора.

43. Дайте визначення спадковості. Чим вона обумовлена?

44. Мінливість – визначення та форми.

45. Розкрийте суть модифікаційної мінливості та назвіть її ознаки.

46. Мутації: визначення та класифікація.

47. Геномні мутації: причина, різновиди та їх коротка характеристика.

48. Хромосомні мутації, види і коротка характеристика.

49. Генні мутації – види і суть.

50. Наведіть визначення і класифікацію мутагенів.

51. Які хвороби називають спадковими? Дайте класифікацію спадковим хворобам.

52. Охарактеризуйте синдром Дауна, Шерешевського-Тернера.

53. Клінічні ознаки синдрому Клайнфельтера.

54. Спинний мозок, топографія, форма, будова.

55. Сіра та біла речовини.

56. Передні і задні корінці спинного мозку, їх функції.

57. Спинномозкові вузли. Утворення спинномозкових нервів. Нервові волокна.

58. Сегменти спинного мозку.

59. Функції та центри спинного мозку.

60. Провідні шляхи спинного мозку.

61. Основні спинальні рефлекси.

62. Загальний огляд розвитку головного мозку. Вікові зміни структури і функцій різних відділів ЦНС.

63. Стовбур головного мозку: еволюція, структура, функції.

64. Будова довгастого мозку, сіра та біла речовини. Ядра. Функції та центри довгастого мозку.

65. Задній мозок. Сіра та біла речовини. Функції мозочка та їх порушення.

66. Середній мозок. Сіра та біла речовини. Червоне ядро, чорна речовина.

67. Кора півкуль, особливості будови. Зони кори великих півкуль – сенсорні, рухові та асоціативні.

68. Зони шкірної, м'язові-суглобової та вісцеральної чутливості.

69. Зорова, слухова, смакова та нюхова сенсорні зони кори великих півкуль головного мозку.

70. Рухові зони кори великих півкуль головного мозку.

71. Асоціативні зони кори та їх роль у формуванні вищих психічних функцій та інтелекту людини.

72. Функціональне значення окремих зон кори, методи вивчення.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Афанасьев Ю. И., Юрина Н. А., Котовський Е. Ф. Гистология : учебник, 2002.

Билич Г. Л. Биология. Цитология, гистология, анатомия человека : учеб. пособие. Санкт-Петербург : Союз, 2001. 448 с.

Биология. В 2 кн. : учебник / В. Н. Ярыгин, В. И. Васильева, И. Н. Волков, В. В. Синельщикова ; [под ред. В. Н. Ярыгина]. Испр. и доп. Москва : Высшая школа, 2003. Кн. 1. 432 с. – Кн. 2. 334 с.

Биология. Современная иллюстрированная энциклопедия / гл. ред. А. П. Горкин. Москва : Росмэн-Пресс, 2006. 560 с.

Бочков Н. П. Клиническая генетика : учебник. 2-е изд., пер. и доп. Москва : ГЭОТАР-МЕД, 2002.

Волкова Т. І., Нечаева Ю. Л. Біологія. Практичний довідник. Київ : ФОП Співак В. Л., 2012. 416 с.

Гинтер Е. К. Медицинская генетика : учебник, 2003.

Кузів О. Є. Основи біології та генетики : курс лекцій. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. 92 с.

Кулікова Н. А., Ковальчук Л. Є. Медична генетика : підручник для вузів. Тернопіль : Укрмедкнига, 2004. 188 с.

Маруненко І. М., Неведомська Є. О., Волковська Г. І. Анатомія, фізіологія, еволюція нервової системи : навчальний посібник для студентів небіологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Київ : Центр навчальної літератури, 2013. 184 с.

Медична біологія : підруч. для студ. мед. вузів / ред. В. П. Пішак, Ю. І. Бажора. Вид. 2-ге, переробл. та доп. Вісниця : Нова книга, 2009. 608 с.

Мотузний В. Біологія. Поглиблений курс. Нова програма. Тестові завдання. Вид. 2-ге. Київ : Світ успіху, 2009. 751 с.

Мусієнко М. М., Славний П. С. Біологія: Основні поняття. Київ : Либідь, 1994. 96 с.

М'ясоїд П. А. Загальна психологія : навч. посіб. Київ : Вища школа, 1998. 479 с.

Новак В. П., Мельніченко А. П. Цитологія, гістологія, ембріологія : навч. посібник Біла Церква, 2005. 256 с.

Козлова Е. А., Курбатова Н. С. Общая биология. Конспект лекций. Москва : Эксмо, 2007. 160 с.

Сабадишин Р. О., Бухальська С. Є. Медична біологія : підруч. для студ. мед. вузів І–ІІ рівнів акредит. Вид. 2-ге. Вінниця : Нова Книга, 2009. 368 с.

Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д. Фізіологія людини і тварин. Київ : Вища школа, 2003. 463 с.

Шипелік Т. В. Основи біології та генетики людини : навчально-методичний комплекс. Київ : Інститут кримінально-виконавчої служби, 2014. 44 с.

Шуст І. В. Гістологія з основами ембріології : навчальний посібник. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2004. 272 с.

Зміст

Вступ	3
Тема 1. Біологія як наука про живі системи	5
Тема 2. Клітина як елементарна структурно- функціональна одиниця живого	18
Тема 3. Спадковий апарат еукаріотичних клітин та його функціонування на молекулярному рівні	33
Тема 4. Життєвий цикл клітин. Поділ клітин	44
Тема 5. Генотип і фенотип людини. Методи вивчення спадковості.....	57
Тема 6. Генетика груп крові	70
Тема 7. Спадковість і мінливість організмів та їх значення	77
Тема 8. Анатомія центральної нервової системи: основні поняття та типи	87
Тема 9. Спинний мозок, топографія, форма, будова.....	102
Тема 10. Загальний огляд розвитку головного мозку.....	110
Перелік питань до заліку.....	123
Список рекомендованої літератури	126

Наталія Анатоліївна Голярдик

Олена Михайлівна Гомонюк

Валентина Чеславівна Купчишина

Світлана Павлівна Шумовецька

ОСНОВИ БІОЛОГІЇ ТА ГЕНЕТИКИ, АНАТОМІЯ ТА ЕВОЛЮЦІЯ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Навчально-методичний посібник

Редактор О. В. Коломійчук

Коректор І. М. Бабина

Комп'ютерна верстка Л. О. Універсалуку

Здано до набору 13.06.2019. Підписано до друку xx.xx.2019

Формат 60×84/16. Гарнітура SchoolBook. Тираж xx прим.

Друк оперативний. Ум. друк. арк. 7,44. Обл.-вид. арк. 7,80

Видавництво Національної академії

Державної прикордонної служби України імені Б. Хмельницького

Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3010 від 22.10.2007

Зам. № xxx