

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

О.І. Сідашенко

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ
ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
з дисципліни «Імунологія»**

для студентів освітньо-професійної програми «Біологія»
спеціальності 091 Біологія та біохімія
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Сідашенко О.І.

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Імунологія» для студентів освітньо-професійної програми «Біологія» спеціальності 091 Біологія та біохімія / О.І. Сідашенко ; М-во освіти і науки України, НТУ «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 42 с.

Автор:

О.І. Сідашенко, канд.біол. наук, доц.

Затверджено науково-методичною комісією зі спеціальності 091 Біологія та біохімія (протокол № 7 від 17.11.2023 р.) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол № 4 від 17.11.2023 р.).

Методичні рекомендації призначені для виконання практичних робіт з дисципліни «Імунологія» студентами освітньо-професійної програми «Біологія» спеціальності 091 Біологія та біохімія першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Відповідальна за випуск завідувачка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Борисовська О.О., канд. техн. наук, доц.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Імунологія – це навчальна дисципліна, що вивчає генетичні, молекулярні та клітинні механізми реагування організму на чужорідні антигени.

Мета дисципліни полягає у формуванні у майбутніх фахівців теоретичних знань і практичних навичок щодо особливостей будови та функцій імунної системи, видів імунітету, механізмів імунних реакцій, їх регуляцію, а також у застосуванні сучасних методів оцінки та аналізу імунного статусу людини, форм взаємовідносин між мікро- та макроорганізмом.

Практичні роботи описані за єдиною схемою: назва теми практичного заняття, мета, теоретична та практична частини, контрольні запитання.

На першому занятті, перед виконанням практичних робіт, студенти мають повторити правила техніки безпеки у навчальних лабораторіях.

Виконання практичних робіт спрямовано на досягнення таких дисциплінарних результатів навчання.

❖ Знати будову, особливості процесів життєдіяльності та функцій живих організмів;

❖ Розуміти механізми регуляції фізіологічних функцій для підтримання гомеостазу біологічних систем;

❖ Знати особливості техніки безпеки при роботі з живими об'єктами та біологічними рідинами;

❖ Аналізувати форми взаємовідносин між мікро- та макроорганізмами, знати склад нормальної мікрофлори організму людини;

❖ Знати типи симбіозу між мікро- та макроорганізмом;

❖ Знати та аналізувати вплив мікроорганізмів на імунітет людини;

❖ Знати будову та функції імунної системи;

❖ Знати та розуміти клітинні та молекулярні механізми імунних реакцій;

❖ Знати види імунітету та основні механізми його формування.

❖ Знати методи оцінки імунного статусу організму.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

«ПРАВИЛА РОБОТИ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В ІМУНОЛОГІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ. БІОБЕЗПЕКА ПРИ РОБОТІ З ЖИВИМИ ОБ'ЄКТАМИ ТА БІОЛОГІЧНИМ МАТЕРІАЛОМ»

Мета роботи: ознайомитись з правилами техніки безпеки та устаткуванням імунологічної лабораторії, особливостями роботи з живими об'єктами та біологічним матеріалом,

У результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

❖ Знати особливості техніки безпеки при роботі з живими об'єктами та біологічними рідинами.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1.1 Заходи безпеки та робота з живими об'єктами та біологічним матеріалом в імунологічній лабораторії

Вимоги до роботи в імунологічній лабораторії:

1. До підготовки імунологічних досліджень потрібно приділяти багато уваги.

2. Під час виконання імунологічних робіт потрібна висока точність, охайність та стерильність.

3. Лабораторія має мати гарну вентиляцію і розташовуватися в такому приміщенні, яке має стіни, підлогу, лабораторні столи, що легко миються. Норма площі для кожного співробітника становить 12–14 м², а робоче місце – 0,9 м².

4. Залежно від профілю імунологічної лабораторії, до її складу може входити кімната для виділення і посіву бактерій, а також бокси для роботи з культурами клітин і тканин.

5. Мають бути спеціально обладнані місця для проведення імунохімічних, імунологічних та біохімічних досліджень.

6. В окремих приміщеннях слід зберігати матеріали для роботи в імунологічній лабораторії, реактиви, мити лабораторний посуд, а також утримувати тварин (віварій).

7. До імунологічної лабораторії допускаються лише у спеціальному одязі – халатах або медичних костюмах, роботу з біоматеріалом проводять у шапочках, гумових рукавичках, за потреби – у захисних окулярах та масці або спеціальних щитках.

8. На робочому місці не повинні знаходитись сторонні речі.

В імунологічній лабораторії мають бути такі прилади: водяні бані, сушильні шафи, рН-метри, терези, центрифуги, холодильники, термостати, автоклави, мікроскопи, люмінесцентні мікроскопи, спектрофотометри, фотоколориметри, прилади для імуноелектрофорезу та імуноферментного аналізу, ПЛР-аналізатори, дозатори, гомогенізатори, інші новітні засоби тощо.

Для **культивування лімфоцитів** використовують наступні середовища: Ігла, Хенкса, 199, RPMI-1640, обов'язковим компонентом для культивування є ембріональна теляча сироватка. У культуральне середовище обов'язково додають антибіотики для пригнічення росту бактерій.

Правила роботи в імунологічній лабораторії:

1. Усі роботи проводять у халатах або спеціальному одязі, під час роботи з кров'ю використовують гумові рукавички та одноразові засоби особистого захисту (шапочки, окуляри та маски).

2. Після роботи миють руки з милом і використовують дезінфікуючі засоби.

3. Посуд та матеріали, які використовували для роботи, обробляють дезінфікуючими розчинами або стерилізують у спеціальних апаратах.

4. Дотримуються вимог стерильності на робочих місцях.

5. Труп тварин спалюють або відносять в спеціальні контейнери після обробки їх дезінфекційними засобами.

Правила роботи з радіоактивними сполуками в імунологічній лабораторії:

1. Робота з радіоактивними сполуками проводиться в радіоізотопному боксі.

2. Радіоізотопи зберігають у закритих контейнерах.

3. Із ізотопами можуть працювати лише люди, які мають на це медичне і юридичне право.

4. Для роботи з даним видом речовин потрібно мати спеціального призначення одяг.

5. Працювати з ізотопами треба обережно, щоб вони не потрапили на тіло, одяг, робочі столи та обладнання.

6. Забруднивши тіло, одяг, підлогу радіоактивними сполуками, необхідно вимити їх водою з милом, детергентом або спеціальними миючими засобами, після цього провести їх перевірку радіометричною апаратурою і обов'язково попередити відповідального за радіаційну безпеку.

7. Після роботи прибрати робоче місце і дезактивувати посуд, інструменти, обладнання і за потреби – одяг.

8. Забороняється викидати та виливати радіоактивні відходи у сміттєві ящики і каналізацію загального користування.

Робота з тваринами в імунологічній лабораторії:

Для імунологічних досліджень найчастіше використовують мишей, щурів, морських свинок, марчуків, кроликів, мавп, рідше баранів, віслюків, свиней тощо. Тварин розміщують у клітках у віварії, для якого відводять сухі, добре освітлені та вентилязовані приміщення.

Підлогу у віварії роблять з нахилом до каналізаційного стоку, стіни обкладають кахлем. Вибір тварин для імунологічних дослідів має особливе значення. Необхідно зважати на загальну й індивідуальну специфіку розвитку імунологічної реакції організму на той чи інший антиген.

Головними критеріями при виборі тварин є вид, лінія, розміри, вік, генетичні й анатомічні особливості. Для отримання адекватних результатів за мінімальної кількості особин бажано використовувати чистолінійних тварин. **Чистолінійні тварини – це гомозиготні представники, отримані у результаті схрещування близьких родичів упродовж 20 і більше поколінь.** Вони дуже примхливі та мають знижену життєздатність, тому вимагають особливих умов харчування, утримання і догляду. У дослідах треба використовувати лише здорових тварин однакової ваги, статі та віку.

Під час досліду тварин нумерують. При роботі з ними треба уникати стресових ситуацій, оскільки внаслідок цього може змінюватися імунологічна реакція організму на той чи інший антиген.

Під час роботи з тваринами додатково одягають гумові рукавички, маску, шапочку, окуляри та гумовий фартук.

1.1.2 Методи роботи з тваринами та біологічними рідинами у імунологічних лабораторіях

Методи імунізації лабораторних тварин:

- Внутрішньошкірне введення;
- Підшкірне введення;
- Внутрішньом'язове введення;
- Внутрішньочеревне введення;
- Внутрішньовенне введення;
- Інтраназальне введення;
- Оральне введення.

Методи отримання крові лабораторних тварин:

1. У мишей та щурів кров можна взяти з хвоста, перед цим нагрівши його на водяній бані за температури 50–55 °С, а потім надрізавши кінчик. Після забору крові рану обробляють розчином 3 % перекису водню або 5 % розчином йоду.

2. Досить поширеним способом забору крові у мишей та щурів є отримання крові із ретроорбітального венозного сплетіння за допомогою пастерівської піпетки. Пастерівською піпеткою проколюють кон'юнктиву внутрішнього кута ока і вводять її за очне яблуко на глибину 2–4 мм. Після проколу кров надходить у піпетку із венозного сплетіння.

3. Кров із серця можна брати у мишей, щурів, морських свинок, кролів. Перед цим тварину вводять у стан медикаментозного сну (наркозу), фіксують животом догори. На місці проколу вистригають шерсть, шкіру дезінфікують етанолом. Пальпацією визначають місце серцевого удару і відступивши 2–5 мм ліворуч від грудини, роблять прокол, вводять голку за напрямом середньої лінії на глибину 0,5–1,0 см. Після забору крові із серця тварині підшкірно вводять подвійний об'єм ізотонічного розчину хлориду натрію, підігрітого до температури тіла тварини.

4. Кров у кроликів можна взяти також із вушної крайової вени. Кров збирають стерильним шприцом або у пробірку.

Серійні розведення – це набір розведень, за якого фактор розведення є однаковим на кожному етапі. Їх використовуються для приготування розчинів з високим ступенем розведення при застосуванні невеликої кількості пробірок та мінімального об'єму розчинника, традиційно для розведення беруть серологічні піпетки, проте сьогодні широко застосовують автоматичні мікропіпетки. Ця процедура часто використовується при визначенні титру антитіл у сироватці крові.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Дати визначення поняттям:

- Макротитрування – це _____;
- Мікротитрування – це _____;
- Антисироватка – це _____;
- Антикоагулянт – це _____;
- Гепарин – це _____.

Завдання 2. Розгляньте схему приготування серійного розведення антисироватки за допомогою методу макротитрування (рис. 1.1)

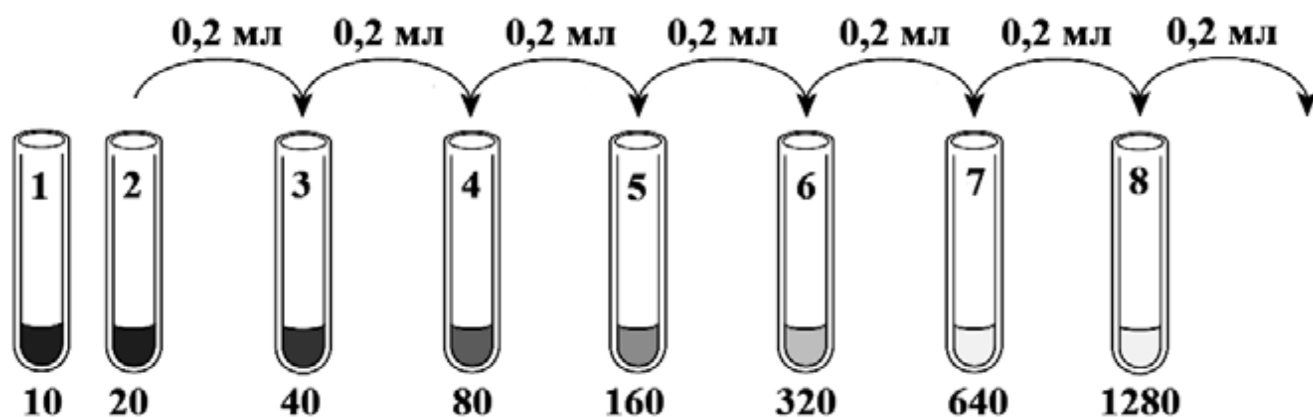


Рис. 1.1. Схема приготування серійного розведення антисироватки

З огляду на схему, дайте відповіді на питання:

- Яким чином визначають аглютинацію еритроцитів?
- Що таке аглютинація? Які види її бувають? У чому різниця?
- У якому випадку говорять про позитивну реакцію?

Завдання 3. Розгляньте метод мікротитрування, який проводять за допомогою мікротитрувального імунологічного планшету.

Пригадайте: Що таке аглютинація?

Визначте у якій лунці спостерігається позитивний, а у якій лунці – негативний результат аглютинації (рис. 1.2.)

- а –
- б –

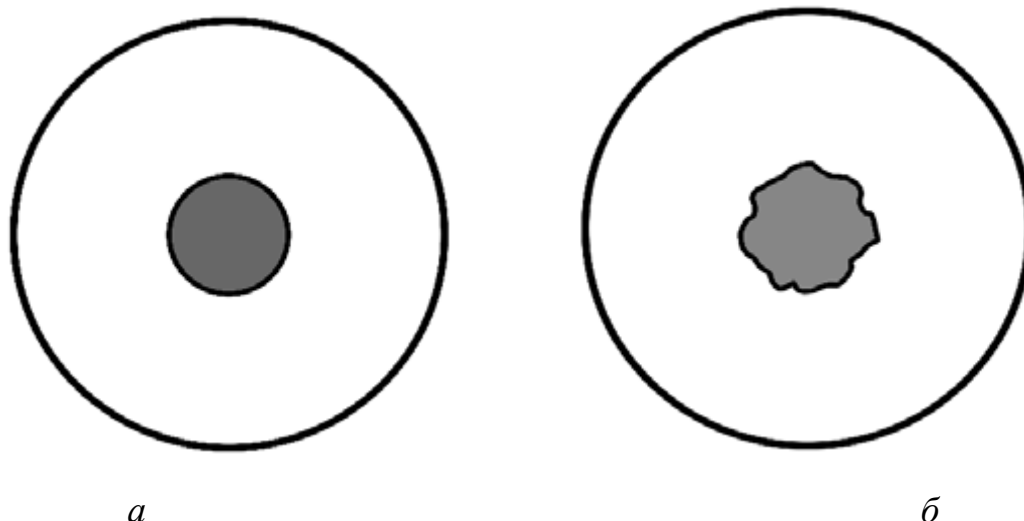


Рис. 1.2. Результати аглютинації у мікротитрувальній планшеті:

Про що свідчать:

- Рівні краї суспензії на дні лунки – це _____.
- Нерівні, зубчаті, шорсткі краї – це _____.
- Дайте визначення: титр антитіл – це _____.

Контрольні питання

1. Які правила роботи в імунологічній лабораторії?
2. Назвіть особливі умови роботи з радіоактивними речовинами у лабораторії.
3. Яких тварин використовують для імунологічних досліджень? Як необхідно з ними працювати, як їх утримувати?
4. Які існують способи імунізації тварин?
6. У чому полягають переваги та недоліки макро- і мікротитрування?
7. Охарактеризувати GMP та GLP.
8. Для чого застосовують методи мікро- та макротитрування у імунологічній практиці?
9. Як відбувається аглютинація еритроцитів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

«ОСНОВНІ ОРГАНИ ІМУННОЇ СИСТЕМИ: ТИМУС, КІСТКОВИЙ МОЗОК, СЕЛЕЗІНКА, ЛІМФАТИЧНІ ВУЗЛИ, КРОВ»

Мета роботи: вивчити основні органи імунної системи: тимус, кістковий мозок, селезінку, лімфатичні вузли, кров та ознайомитися з їх функціями і властивостями.

У результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

- ❖ Знати будову та функції імунної системи.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Лімфоїдно-макрофагальна (лімфатична) імунна система – це структурно-функціональна сукупність лімфатичної тканини, органів та вільно циркулюючих клітин, яка підтримує гомеостаз внутрішнього середовища організму і спрямована на елімінацію (знешкодження) чужерідних антигенів.

В імунній системі виділяють: **центральні** (первинні) та **периферичні** (вторинні) органи імунітету. *Центральними* називаються ті органи, в яких відбувається формування та дозрівання В- та Т-клітин, здатних розпізнавати антиген, а *периферичними* – органи, де ці клітини потім функціонують.

До центральних органів імунітету належать:

- тимус та фабрицієва бурса (сумка, *Bursa*) у птахів,
- у ссавців – кістковий мозок;

До периферичних органів відносять:

- лімфатичні вузли;
- селезінка;
- скупчення лімфоїдної тканини слизових оболонок.

Усі клітини імунної системи представлені клітинами крові незалежно від того, чи вони вільно циркулюють у крові, чи осідають у тканинах. Це – лімфоцити, моноцити, тканинні макрофаги, гранулоцити тощо. Вони різноманітні за походженням і функціями. Ті з них, що безпосередньо беруть участь в імунній відповіді (лімфоцити, моноцити, макрофаги), називаються **імуноцитами**.

У дозріванні клітин імунної системи виділяють декілька фаз, які відбуваються на різних стадіях онтогенезу. Попередницею лімфоцитів, як і всіх клітин крові, є поліпотентна **гемопоетична стовбурна клітина (ГСК)**, яка, у свою чергу, утворюється з тотипотентної **ембріональної стовбурної клітини (ЕСК)**.

1.1.1 Центральні органи імунної системи

Печінка – один із центральних органів імунної системи, у ній протягом перших тижнів ембріогенезу формуються стовбурні кровотвірні клітини, що пізніше мігрують у кістковий мозок та селезінку.

Кількість *макрофагів* у печінці дорівнює приблизно 50% від загальної кількості її клітин. В ембріональній печінці виявляються Т-клітини, які є попередниками Т-лімфоцитів. З них у печінці утворюються Т-супресори, які відіграють важливу роль у розвитку імунологічної толерантності (несприйнятливості) до власних клітин і тканин, а також, вірогідно, до компонентів їжі. Цитотоксичні клітини печінки представлені Т-кілерами, НК- та Pit-клітинами. Саме в печінці локалізована більшість особливих лімфоїдних клітин – нормальних кілерів (НК). Pit-клітини (від англ. *pit* – тутова ягода) є аналогами НК-клітин. Вони містять велику кількість лізосомальних гранул і забезпечують захист гепатоцитів від злоякісного переродження і вірусів гепатиту шляхом кілінгу (вбивання) цих клітин.

У печінці виробляється також α -фетопротеїн, що має супресорні властивості. Збільшення концентрації α -фетопротеїну в крові вагітних жінок

може свідчити про аномалії розвитку мозку ембріона, у тому числі про наявність хвороби Дауна.

Кістковий мозок є центральним органом кровотворення та імунітету, тому що він постачає поліпотентні стовбурні S-клітини, які є основою для всіх клітин крові, зокрема для чотирьох паростків кровотворення: еритроцитарного, мієлоцитного, мегакаріоцитного та лімфоцитарного. Вже у кістковому мозку йде первинне диференціювання S-клітин за кровотворним шляхом та за шляхом лімфопоезу. Повний цикл еритропоезу закінчується формуванням еритроцитів; мієлопоез постачає нейтрофіли, моноцити, еозинофіли, базофіли; мегакаріоцитопоез пов'язаний з формуванням тромбоцитів. У процесі лімфопоезу з клітини-попередниці, спільної для всіх лімфоцитів, у кістковому мозку проходить формування 3-х з 4-х її нащадків: В-лімфоцитів, нормальних кілерів (NK) і дендритних клітин (DC). Для 4-го нащадка – Т-клітин – є спеціалізований орган – тимус, де відбувається дозрівання Т-лімфоцитів. Незначна частина Т-клітин для здійснення лімфопоезу мігрує в слизові оболонки шлунково-кишкового тракту.

Червоний кістковий мозок розташований у губчастій речовині кісток та складається з ретикулярної стромы, у комірцях якої знаходяться вільні клітинні елементи – попередники різних паростків кровотворення. Той факт, що більшість кістковомозкових лімфоцитів належить до В-лімфоцитів, свідчить про те, що кістковий мозок є місцем їх виникнення та дозрівання. Тому він може вважатися аналогом сумки Фабриціуса у птахів – головного органа утворення В-лімфоцитів.

Тимус (вилочкова залоза) є одним з головних первинних органів імунної системи, закладається на першому місяці ембріогенезу, вважається ендокринним органом. У новонароджених вага тимусу становить 0,5% від загальної маси тіла. Після народження тимус росте повільніше і досягає максимальних розмірів та розвитку у віці 9-12 років – на початку статевого дозрівання. Далі настає поступова інволюція органа і заміщення лімфоїдних клітин на жирові. У 17 років лімфоїдна паренхіма становить лише 50-55% від загальної ваги тимуса, а у 60 років – всього 10%, тому у людей похилого віку відзначається деякий дефіцит клітинного імунітету при збереженні рівня продукції антитіл.

Тимус у людини розташований за грудиною і складається з двох великих долей, які, у свою чергу, поділяються на маленькі долі, розділені між собою фіброзними перетинками. Окремі сегменти включають коркову речовину, що розташована ближче до периферії органу, та мозкову речовину, що лежить ближче до центру. Строму тимуса утворюють епітеліальні клітини відрослої форми. У тимусі є також міоїдні клітини, які містять м'язові білки –актин, міозин та ін.

Сумка Фабриціуса (від лат. *Bursa fabricii*) – лімфоїдний орган знайдений у птахів на дорсальній поверхні клоаки. Це основне місце формування В-лімфоцитів – попередників плазматичних клітин, які продукують антитіла. Основним структурним компонентом є лімфоїдний вузлик, що складається з коркового шару (містить декілька щільних шарів лімфоцитів), базального

епітеліального шару та центрального мозкового шару. При міграції з коркового шару в мозковий, великі лімфоїдні клітини, у цитоплазмі яких виявляються μ -ланцюги (Н-ланцюги IgM), перетворюються у дрібні В-лімфоцити. У міру їх дозрівання на поверхні цитоплазматичної мембрани спочатку з'являються IgM-, а потім IgD-рецептори, що свідчить про функціональну повноцінність цих лімфоцитів.

1.1.2 Периферичні органи імунної системи

- Лімфатичні вузли – розташовані у різних частинах тіла, їх кількість досягає 450-500, а розміри – від 1-2 мм до 3 см.
- Селезінка – знаходиться поблизу шлунка, її маса становить 150-200 г, містить майже 16% резервної крові. Через селезінку проходить приблизно 50% усіх лімфоцитів, є “цвинтарем” еритроцитів та інших елементів крові.
- Пейєрові бляшки кишківника – групові лімфатичні фолікули, які розташовані у підслизовому шарі тонкого кишківника та представляють собою сукупність окремих зародкових центрів, оточених компактними скупченнями лімфоцитів, що нагадує корковий шар *Bursa*.
- Аденоїди, тонзили, апендикс.
- Імунні підсистеми слизових оболонок – це скупчення неінкапсульованої лімфоїдної тканини власне у слизовій оболонці та у підслизовому шарі у вигляді окремих лімфоїдних клітин чи їх агрегатів з центрами розмноження всередині (вторинні фолікули).

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Позначте на рисунку 2.1 основні органи лімфоїдної системи людини.

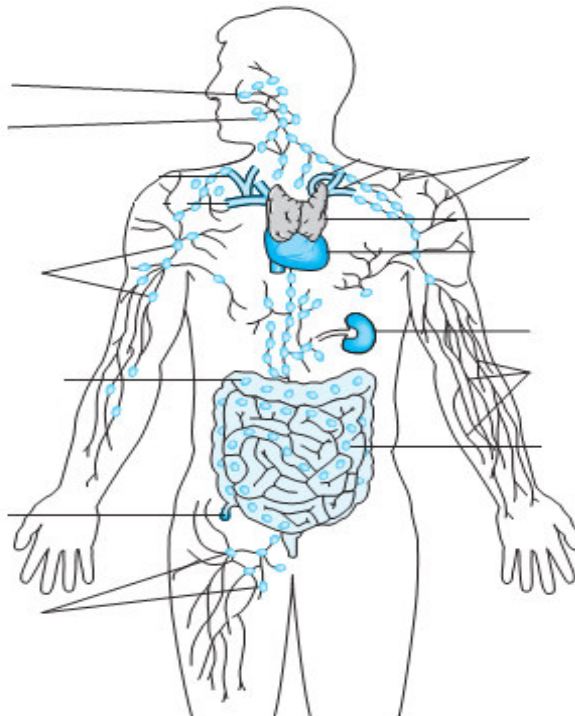


Рис. 2.1 Основні органи лімфоїдної системи людини

Завдання 2. Укажіть на рисунку 2.2 основні структурні фрагменти

лімфатичного вузла.

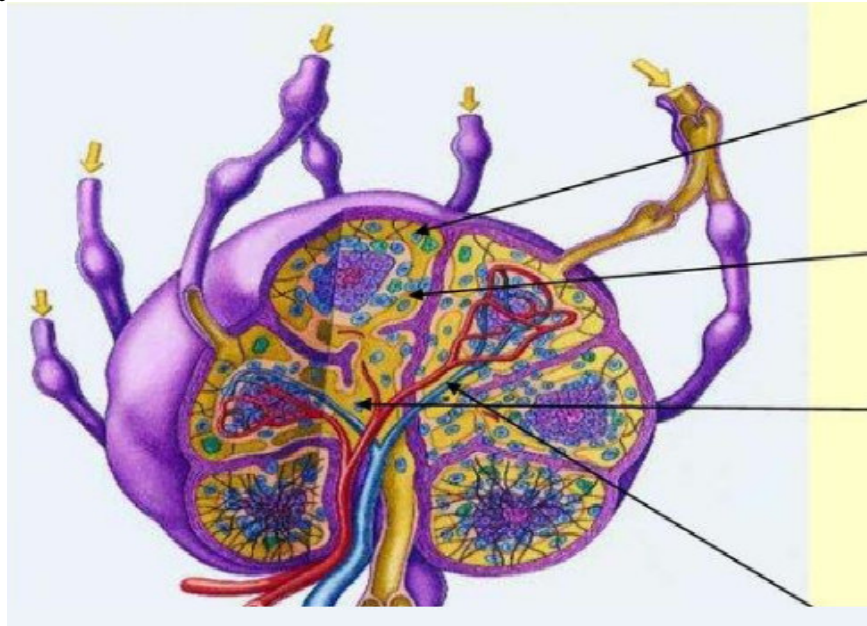


Рис. 2.2. Будова лімфатичного вузла

Дайте відповідь на питання: Яку функцію виконують лімфатичні вузли в організмі людини? Що таке лімфоїдна тканина?

Завдання 3.

- Уважно розгляньте топографію лімфоїдних органів мишей (рис. 2.3), замалюйте їх.
- Порівняйте органи імунної системи миші та людини. Зробіть висновки щодо подібності та відмінності будови імунної системи людини та миші.



Рис. 2.3. Топографія лімфоїдних органів мишей: 1 – поверхневий шийний лімфатичний вузол; 2 – пахвовий лімфатичний вузол; 3 – селезінка; 4 – глибокий пахвовий та стегновий лімфатичні вузли; 5 – підколінний лімфатичний вузол; 6 – поверхневий пахвовий лімфатичний вузол; 7 – брижовий лімфатичний вузол; 8 – плечовий лімфатичний вузол; 9 – тимус

Завдання 4. Підпишіть основні структурні елементи центральних органів людини:

Селезінки (рис. 2.4):

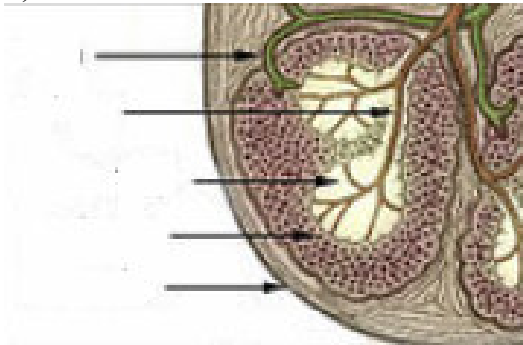


Рис. 2.4. Будова селезінки

Тимус (рис. 2.5):

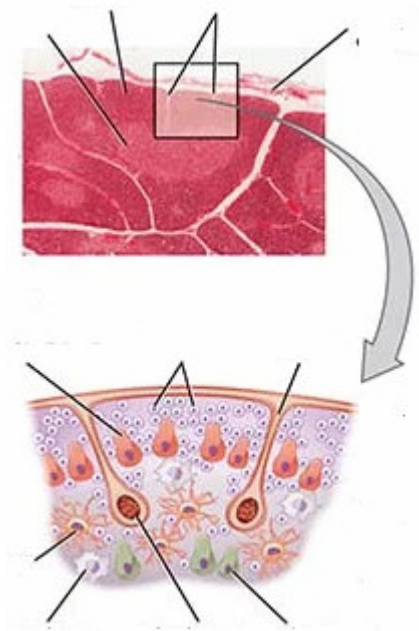


Рис. 2.5. Будова тимусу

Кістковий мозок (рис. 2.6):

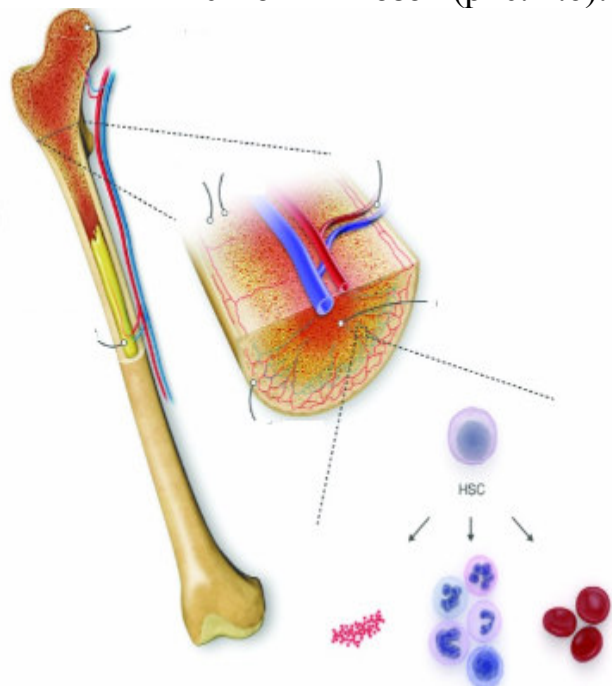


рис. 2.6. Кістковий мозок

Завдання 4. Уважно розгляньте схему гемопоезу (рис. 2.7), розшифруйте поняття та дайте відповіді на питання:

- Тотипотентні, плюрипотентні, поліпотентні, уніпотентні стовбурові клітини – це _____.
- Гемопоетична клітина (ГСК) – це _____.
- Назвіть всі паростки кровотворення.
- Від якої стовбурові клітини бере початок лімфоцитарний паросток?
- Попередниками яких клітин є Т- та В-клітини?
- Розшифруйте: Тк, Ts, Th, Тm, К, НК. Яка їх функція та роль в організмі?

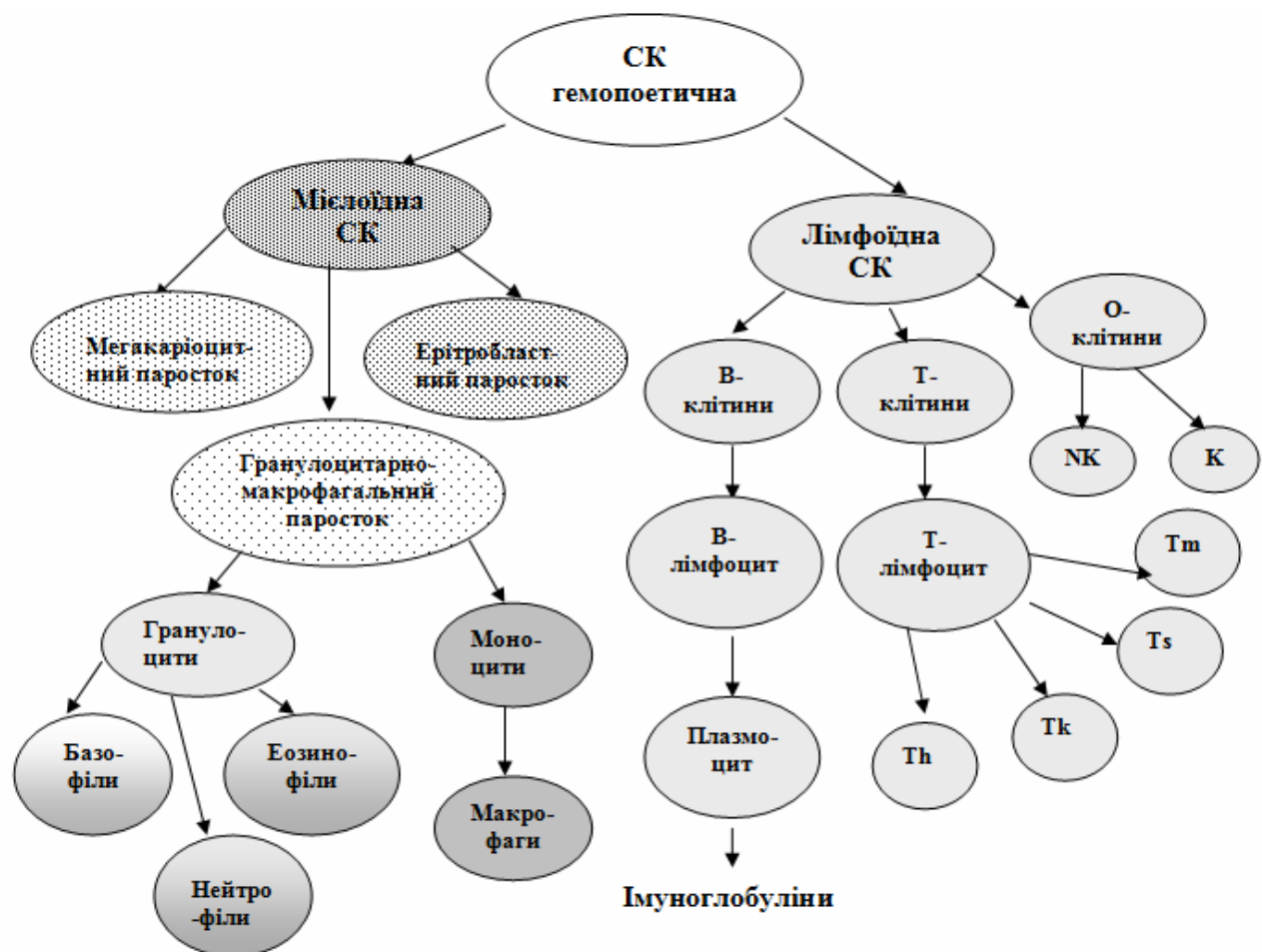


Рис. 2.7. Гемопоєз (схема утворення різних паростків кровотворення)

Завдання 5. Розгляньте рисунок (2.8), на якому представлено клітини крові. Зверніть увагу на особливості їх будови, назвіть різницю. Використовуючи теоретичні знання, ідентифікуйте клітини імунної системи, вкажіть їх назву:

А) Гранулоцити:

- Базофіли;
- Нейтрофіли;
- Еозинофіли

Б) Агранулоцити:

- Моноцити;
- Лімфоцити.

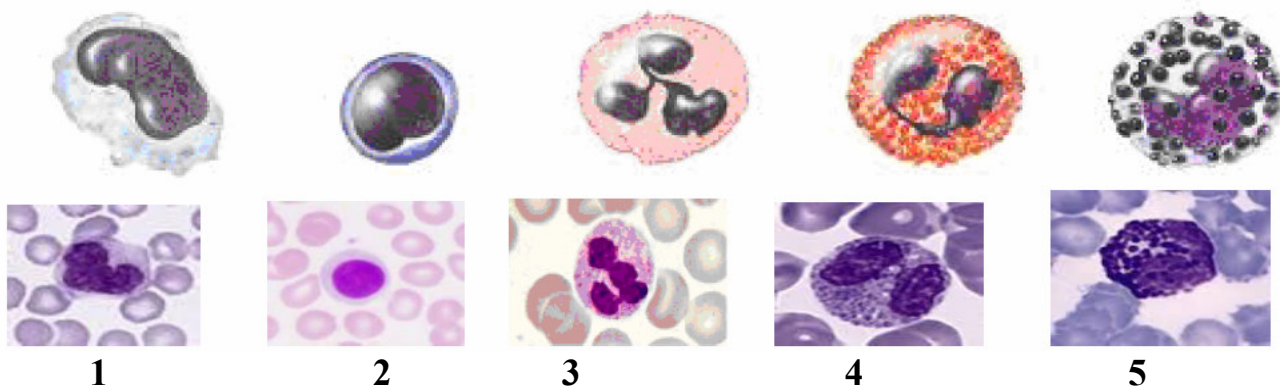


Рис. 2.8. Імунні клітини крові

Заповніть таблицю 2.1:

Дайте відповідь на питання: що таке лейкоцити? Які клітини відносять до лейкоцитів?

Таблиця 2.1 – Морфологічні особливості лейкоцитів

Тип клітин, номер на рисунку	Характерні особливості будови (середній діаметр, мкм)	Функції
Гранулоцити		
Нейтрофіл		
Еозинофіл		
Базофіл		
Агранулоцити		
Моноцит		
Лімфоцит		

Завдання 6. Розташуйте клітини імунної системи у ряд відповідно до відсоткового вмісту в крові (від найменшого до найбільшого).



Завдання 7. Охарактеризуйте А-клітини організму:

- Що це за група клітин?
- До якого паростка кровотворення відноситься?
- Залежно від локалізації у тканинах які групи даних клітин розрізняють?

Завдання 8. Наведіть функції та властивості В-лімфоцитів.

Завдання 9. Опишіть взаємодію ТКР з комплексом МНС на антигенпрезентуючій клітині покроково.

Уважно розгляньте рис. 2.9, який процес на ньому зображено?

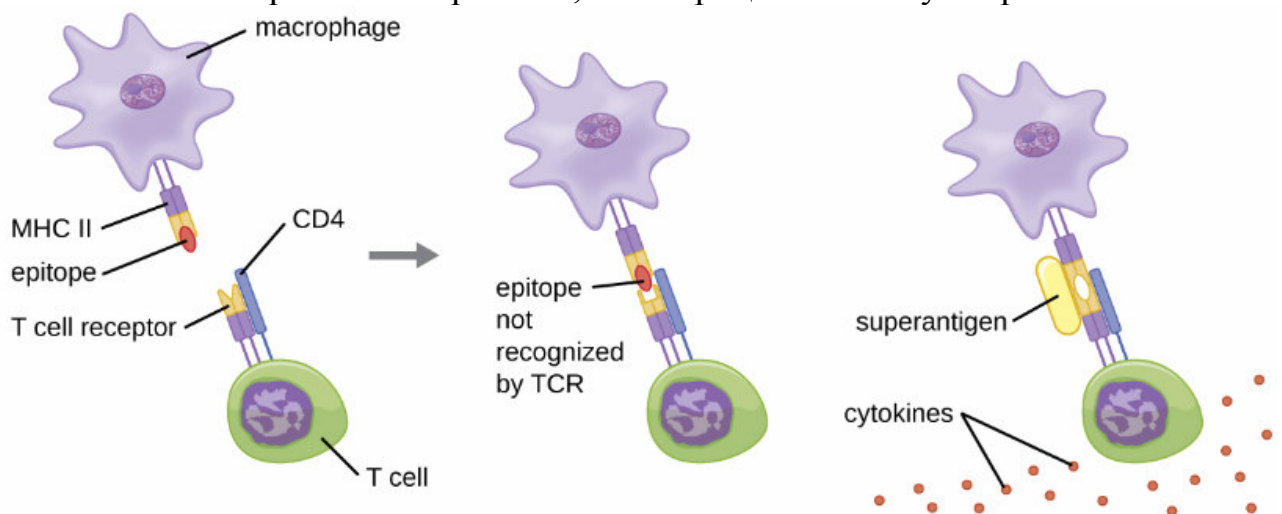


Рис. 2.9. Реакція взаємодії макрофагу у якості антигенпрезентуючої клітини та Т-лімфоциту

Завдання 10. Теоретично визначити кількість лейкоцитів крові, розглянувши рисунок 2.10.

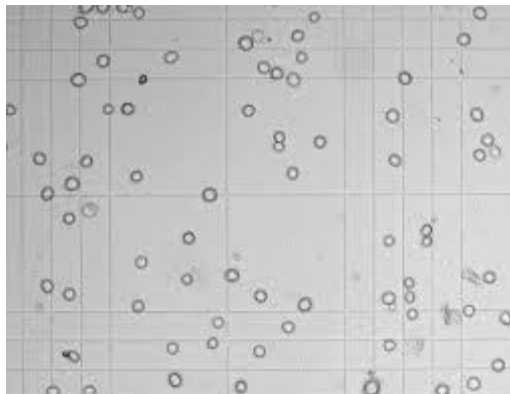


Рис. 2.10. Розташування лейкоцитів у камері Горяєва

Загальну кількість лейкоцитів у крові розрахувати за формулою 2.1:

$$X = a \times 50 \times 10^6 / \text{л} \quad (2.1)$$

де X – кількість лейкоцитів у 1 л крові;

a – сума лейкоцитів у 100 великих квадратах;

10^6 – перерахунок із мікролітрів у літри.

Норма – $4-9 \times 10^9 / \text{л}$.

Дайте відповіді на питання:

- Що таке лейкопенія? Які стани її провокують? Наведіть приклади захворювань.
- Що таке лейкоцитоз? Для яких патологічних станів від характерний?

Завдання 11. Опишіть функції, що виконують в організмі людини наступні органи:

- Апендикс;
- Мигдалики;
- Тонзили.

Завдання 12. Виконайте тестові завдання, оберіть правильну відповідь.

1. Які з перелічених клітин безпосередньо беруть участь в імунній відповіді?

- А) еритроцити і тромбоцити;
- Б) еозинофіли, нейтрофіли;
- В) Т- і В-лімфоцити;
- Г) моноцити, макрофаги;
- Д) нульові клітини.

2. Які ознаки нехарактерні для макрофагів:

- А) походять від моноцитів;
- Б) походять від В-лімфоцитів;
- В) належать до системи моноклеарних фагоцитів;
- Г) на мембрані експресовані Fc-рецептори до Ig;
- Д) в цитоплазмі багато фагосом і лізосом.

3. Виберіть твердження, які характеризують імунний фагоцитоз:

- А) здійснюється гранулоцитами;
- Б) здійснюється макрофагами за участю антитіл;

- В) є механізмом неспецифічної резистентності;
- Г) FcR на поверхні макрофагів приймають участь у цьому процесі;
- Д) імунний фагоцитоз важливий для подвійного розпізнавання антигенів.

4. Процес перетворення Т- і В-лімфоцитів під впливом антигену з неімуних в імунні:

- А) лімфопоез; Б) імуногенез; В) homing; Г) бласттрансформація;
- Д) експресія.

5. У якому центральному органі імунної системи вже протягом перших тижнів ембріогенезу формуються стовбурні кровотворні клітини?

- А) червоний кістковий мозок;
- Б) печінка;
- В) тимус;
- Г) сумка Фабриціуса;
- Д) Пейєрові бляшки кишківника.

6. Які компоненти тимуса відповідають за перетворення тимоцитів у Т-лімфоцити?

- А) пакети Кларка; Б) тільця Гассала; В) відросчасті клітини;
- Г) клітини-доглядальниці (nurse cells); Д) корковий шар.

7. До периферичних (вторинних) органів імунної системи відносять:

- А) тимус, селезінку, лімфовузли, скупчення лімфоїдних клітин у слизових оболонках шлунково-кишкового тракту, верхніх дихальних шляхів, сечо-статевого тракту, шкіри;
- Б) селезінку, лімфовузли, скупчення лімфоїдних клітин у слизових оболонках шлунково-кишкового тракту, верхніх дихальних шляхів, сечо-статевого тракту, шкіри;
- В) кістковий мозок, тимус, Пейєрові бляшки кишківника, сумку Фабриціуса,
- Г) селезінку, лімфовузли, кістковий мозок;

8. У структурі лімфовузла можна виділити такі складові:

- А) біла пульпа, червона пульпа, трабекули, кортикальний та паракортикальний шари, ретикулярна тканина;
- Б) аферентні та еферентні судини, красвидний синус, коркова та мозкова речовина, медулярні тяжі, первинні та вторинні фолікули;
- В) сполучно-тканинна капсула, коркова та мозкова речовина, пакети Кларка, лімфатичний проток;
- Г) капсула, трабекули, аферентні та еферентні судини.

9. Яка зона лімфатичного вузла вважається В-залежною?

- А) кортикальна; Б) паракортикальна; В) мозкова; Г) крайовий синус;
- Д) медулярні тяжі.

10. Для селезінки, як органа імунної системи, не характерно:

- А) є первинним органом імунної системи;
- Б) до її складу входять біла та червона пульпа;
- В) імунними зонами є періартеріальні муфти в білій пульпі;
- Г) паракортикальна зона муфт є Т-залежною;
- Д) через неї проходить понад 50% лімфоцитів.

11. Роль яких імунокомпетентних клітин виконують клітини Купфера у печінці?

А) Т-хелперів; Б) Т-кілерів; В) Т-супресорів; Г) В-лімфоцитів;
Д) Макрофагів.

Контрольні питання:

1. Який основний критерій класифікації органів імунної системи?
2. Які існують первинні та вторинні органи імунної системи?
3. Як класифікують імунокомпетентні клітини?
4. У чому полягає функція селезінки? Як анатомічна будова селезінки забезпечує її функції?
5. Яка різниця між гуморальним та клітинним імунітетом?
6. Наведіть схему лімфопоезу та назвіть клітини, що приймають у цьому участь.
7. Назвіть клітини імунної системи, що відповідальні за клітинний імунітет.
8. Що таке 0-клітини та НК-клітини?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 «НЕСПЕЦИФІЧНІ ФАКТОРИ ІМУННОГО ЗАХИСТУ. ФУНКЦІЇ ЛІЗОЦИМУ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ»

Мета роботи: вивчити неспецифічні фактори імунного захисту людини, розглянути та ознайомитися з функціями лізоциму і його властивостями у біологічних рідинах.

У результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

- ❖ Знати будову, особливості процесів життєдіяльності та функцій живих організмів;
- ❖ Знати та аналізувати вплив мікроорганізмів на імунітет людини.

1.1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Лізоцим – один із головних факторів неспецифічної резистентності організму, що має бактерицидну дію. Виявлений у всіх теплокровних і холоднокровних тварин. За хімічною природою лізоцим – низькомолекулярний білок (12 – 14 кД). Це фермент, який належить до класу гідролаз (підклас глікозидази), субстратом дії якого є гліканові ланцюги у муреїні клітинних стінок бактерій. Оптимальна активність лізоциму проявляється за невеликої іонної сили розчинів – 0,1 М, концентрації фермента 0,01 – 0,1 мкг/мл, рН 5,0 – 7,0, температурний інтервал досить широкий – 30 – 60°C, але максимальна активність спостерігається за температури 60°C.

У людини і ссавців лізоцим утворюється переважно макрофагами та нейтрофілами, але синтез ферменту відбувається також у синовіальних оболонках, слинних та молочних залозах, хрящовій тканині, його виявляють у сльозах, сироватці крові, у сечі, у слизі з кишківника та носової порожнини, виділеннях статевих органів, скелетних м'язах, мозку, внутрішніх органах, навколоплідних водах та плодкових оболонках. У плазмі концентрація лізоциму відносно постійна (8,5 мкг/мл). Щоденно в організмі людини його синтезується

близько 150 мг.

При гострих інфекційних захворювань (і хронічних у стадії загострення), запаленні легень, сальмонельозі, ревматизму (у стадії активації процесу), атрофії епітелію верхніх дихальних шляхів тощо – концентрація лізоциму в сироватці знижується. Низькі титри лізоциму виявляються в дітей та людей похилого віку (2 – 4 мкг/ мл).

Лізоцим є важливим фактором неспецифічної резистентності та виконує в організмі різноманітні функції. Він має бактерицидну та бактеріостатичну дію. Найбільш чутливі до лізоциму Грам-позитивні коки (*Micrococcus lysodeikticus*, *Staphylococcus aureus*) і *Corynebacterium diphtheriae*. Відносно Грам-негативних бактерій – ешерихій, шигел, сальмонел – літична активність лізоциму виражена менше. Лізоцим, руйнуючи муреїн клітинних стінок бактерій, спричиняє посилення їх фагоцитовування макрофагами та нейтрофілами (майже у 2 рази), стимулює імунні ефекторні механізми і, зокрема, синтез антитіл; він здатний нейтралізувати деякі мікробні токсини. Виявлена протизапальна дія лізоциму, особливо в разі профілактичного застосування. Лізоцим підсилює дію антибіотиків. Деякі автори вказують на можливість вірусостатичної дії лізоциму щодо вірусу грипу та арбовірусів.

Для виявлення лізоциму в біологічних рідинах можна застосовувати ферментативну реакцію з використанням клітин *Micrococcus lysodeikticus* у якості субстрату. Клітини мікрококів мають тонкий шар пептидоглікану в клітинних стінках, тому під впливом лізоциму він швидко лізується, що можна спостерігати після прояснення суміші мікробів із ферментом за оптимальної температури (45 – 50°C). У якості джерела лізоциму застосовують слину та виділення шкіри.

1.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Охарактеризуйте механізми неспецифічної резистентності організму:

- Система комплементу та шляхи його активації;
- Фагоцитоз;
- Реакції лізису, лізоцим;
- Ендогенні антибіотики;
- Летини, LPS-реактивні білки, цитокіни, ліпідні медіатори.
- Вкажіть різницю між реакцією кілінгу та лізисом клітин.

У чому полягає різниця між специфічними та неспецифічними реакціями організму?

Пригадайте: Що таке реакція преципітації?

Завдання 2. Опишіть різницю між класичним та альтернативним шляхами активації комплементу.

- Що таке опсонізація?
- Розкрийте поняття «мембраноатакуючий комплекс» (МАК).

Завдання 3. Опишіть механізм дії лізоциму (рис. 31.).

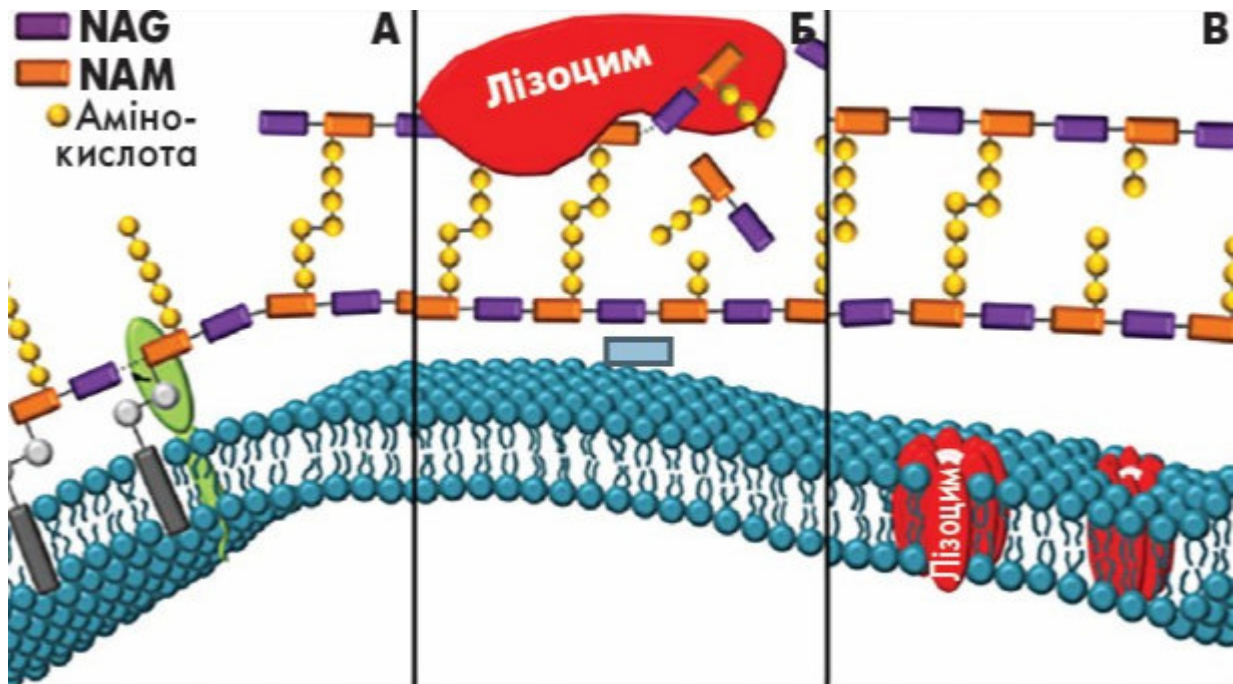


Рис. 3.1. Механізми лізису бактерій:

А – синтезований мономер PG складається з дисахариду NAG, з'єданого з NAM білковим містком, NAM закріплена на мембрані ліпідним носієм (сірий колір); Б – до гетерополісахариду за участі глікозилтрансферази (зелений колір) додаються мономери. Лізоцим гідролізує β -1,4-глікозидний зв'язок між NAM одного мономера та NAG прилеглого мономера. Гідроліз муреїну під дією лізоциму спричинює нестабільність клітинної стінки та загибель бактеріальної клітини; В – катіонний кілінг бактерій під впливом лізоциму, що пов'язаний з його катіонною природою (червоні циліндри)

Примітки: PG – муреїн; NAG-N – ацетилглюкозамін; NAM-N – ацетилмурамова кислота.

Завдання 4. Наведіть основні функції лізоциму як важливого фактору неспецифічної резистентності організму.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Завдання 5. Дайте відповіді на питання:

- Що таке запалення?
- Вкажіть та розкрийте 5 ознак запалення.

Завдання 6. Що таке апоптоз та некроз? Заповніть таблицю 3.1:

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика апоптозу та некрозу

Показник	Апоптоз	Некроз
Індукуючий фактор		
Причина загибелі		

Морфологічні зміни клітини		
Зміни у ядрі		
Зміни у цитоплазмі та органелах		
Синтез білків та витрати енергії		
Кінцева стадія		
Механізми		
Приклади прояву		

Завдання 7. Виконайте тестові завдання, обретіть правильну відповідь:

1. Вкажіть основні ознаки конституціональних (доімунних) факторів захисту.

- А) Представлені гуморальними та клітинними компонентами;
- Б) Проявляють неспецифічний захисний ефект;
- В) Проявляють специфічну інгібуючу дію на збудника інфекції;
- Г) Активність цих факторів індукує проникнення патогенних мікроорганізмів;
- Д) Постійно перебувають в активованому стані.

2. До факторів неспецифічної резистентності відносять:

- А) сенсibiliзовані Т-лімфоцити; Б) антитіла; В) лізоцим;
- Г) мієломні білки; Д) комплемент у комплексі з антитілами.

3. Комплемент бере участь у реакціях:

- А) аглютинації; Б) преципітації; В) нейтралізації вірусів;
- Г) лізису; Д) нейтралізації токсинів.

4. Які з перелічених клітин не здатні до повноцінного фагоцитозу?

- А) нейтрофіли; Б) купферівські клітини печінки; В) дендритні клітини;
- Г) макрофаги; Д) моноцити.

5. Які з перелічених гуморальних факторів не здатні здійснювати реакції лізису?

- А) лізоцим; Б) еритрин; В) пропердин;
- Г) гіалуронідаза; Д) лейкоїни, що синтезуються нейтрофілами.

6. Лізоцим виконує в організмі наступні функції:

- А) проявляє бактерицидну і бактериостатичну активності;
- Б) руйнуючи муреїн в оболонці бактерій, посилює їх фагоцитування;
- В) стимулює імунні ефекторні механізми, в тому числі синтез Ig;
- Г) має протизапальну активність і потенціює дію антибіотиків;
- Д) проявляє противірусну активність.

Контрольні питання:

1. Що відносять до факторів неспецифічного імунітету?
2. Що таке лізоцим та які функції він виконує в організмі?
3. Які мікроорганізми є чутливими до лізоциму?

4. Охарактеризуйте явище фагоцитозу? Які клітини організму здатні його виконувати?
5. Роль сисеми комплементу як неспецифічний імунний захист організму.
6. У чому полягає принципова різниця між некрозом та апоптозом?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

«ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГУМОРАЛЬНИХ ФАКТОРІВ ІМУНІТЕТУ. КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ІМУНОГЛОБУЛІНІВ»

Мета роботи: вивчити гуморальні фактори імунітету, їх функції та властивості, ознайомитися з методами кількісного визначення імуноглобулінів.

У результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

- ❖ Знати та розуміти клітинні та молекулярні механізми імунних реакцій;
- ❖ Знати методи оцінки імунного статусу організму.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Антитіла – це імуноглобуліни, які специфічно реагують з антигеном, що стимулює їх утворення. За хімічною природою вони є глікопротеїдами, тому що складаються з протеїну та олігосахариду.

Імуноглобуліни виконують різноманітні біологічні функції. До **первинних функцій** антитіл відносять їх взаємодію з комплементарною структурою антигенів (рис. 4.1), до **вторинних** – фіксацію комплементу, участь у реакціях опсонізації, у прояві цитотоксичної дії, імунорегуляторний вплив на клітини імунної системи та виділення ними біологічно активних речовин тощо.

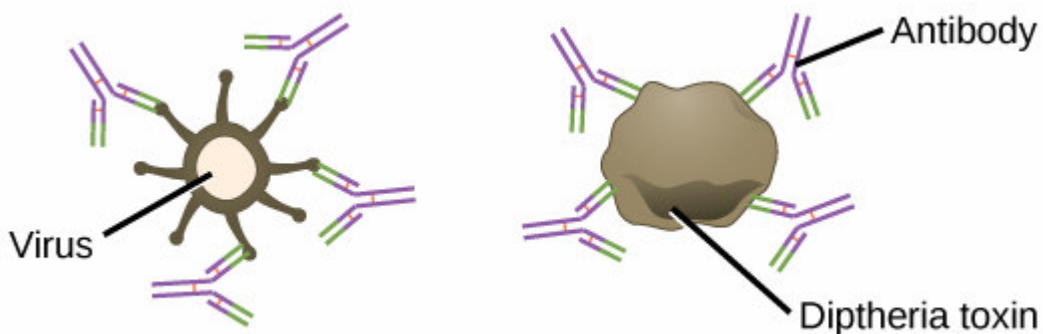


Рис. 4.1. Нейтралізація дії вірусу та дифтерійного токсину за рахунок активності імуноглобулінів

Поділ імуноглобулінів на класи базується на їх відмінності у розмірах Н-ланцюгів, амінокислотній послідовності константних доменів, вмісті вуглеводів, положенні та кількості S-S-зв'язків та здатності до полімеризації.

У ссавців вивчені 5 класів імуноглобулінів: IgM, IgG, IgA, IgE, IgD.

Імуноглобуліни утворені чотирма поліпептидними ланцюгами, що з'єднуються між собою дисульфідними містками. У молекулі імуноглобулінів є дві пари ланцюгів. Кожна пара у свою чергу складається з легкого – **L-ланцюга**

(Light chain) та важкого – **Н-ланцюга** (Heavy chain). За допомогою імунохімічних дослідів було встановлено, що існує 5 класів Н-ланцюгів, які позначаються відповідно γ , μ , α , δ , ϵ . Н-ланцюги визначають належність імуноглобулінів до певного класу: IgG, IgM, IgA, IgD, IgE. Кожний з перелічених класів має характерні фізико-хімічні властивості та біологічну активність.

Метод кількісного визначення імуноглобулінів. Сутність реакції імунодифузії (преципітації в гелі) полягає в тому, що специфічні антиген та антитіло дифундують у порах гелю назустріч одне одному та, стикаючись, взаємодіють між собою, утворюючи при цьому комплекс у вигляді лінії преципітації, яку можна визначити візуально. Завдяки локалізації преципітату стає можливим аналізувати багатокomпонентні системи.

Розрізняють просту та подвійну імунодифузію. У першому випадку дифундує один компонент, у другому – обидва. Якщо дифузія відбувається із резервуара в середовище по одній осі, то вона називається лінійною, а якщо в усі боки радіально, то радіальною.

Порівняння показників концентрації імуноглобулінів у крові відносно стандартних сироваток здорових людей дозволяє робити попередній прогноз щодо можливих відхилень у стані здоров'я пацієнта й розвитку тих чи інших хвороб. Так, підвищення рівня IgM може свідчити про початок інфекційного захворювання, про можливість кишкової інфекції, високий рівень IgA – про цироз печінки, хвороби верхніх дихальних шляхів, збільшення концентрації IgG – про наявність вірусної інфекції або хвороби, що супроводжується виділенням токсинів, підвищення рівня IgE є індикатором алергії або гельмінтозу; концентрація IgD збільшується в разі мієломної ракової хвороби, аутоімунних захворювань паразитоподібної залози, вагітності, під час прийому протизаплідних засобів.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. На рисунку 4.2 наведено структуру Ig G, вкажіть його складові елементи:

- Активні центри;
- Важкі ланцюги;
- Легкі ланцюги;
- Шарнірні ділянки;
- Вуглеводи.

Подумайте: Що є спільного у будові різних класів імуноглобулінів, а у чому полягає різниця?

Дайте відповідь на питання: Яким чином відбувається активація тих чи інших класів імуноглобулінів у організмі людини? Що є попередником Ig та що провокує їх появу?

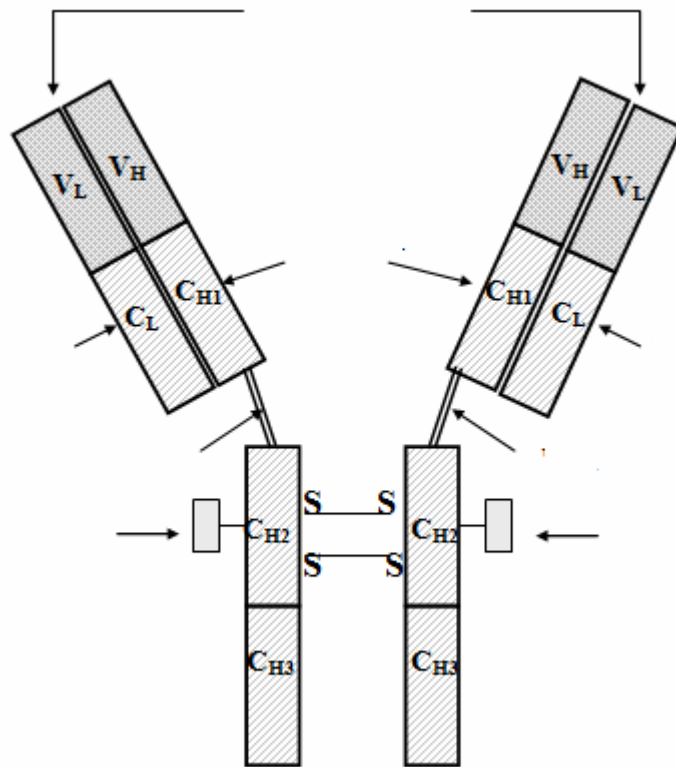
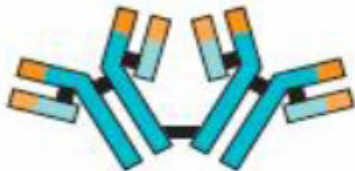


Рис. 4.2. Структура імуноглобуліну G

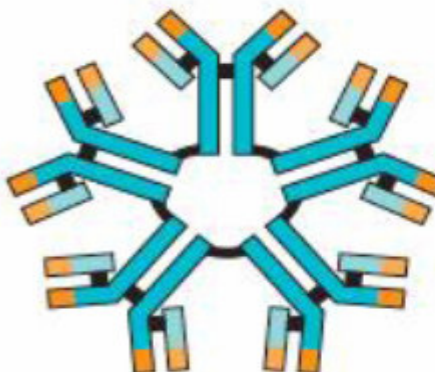
Завдання 2. Укажіть, структура яких імуноглобулінів зображена нижче:



a) _____

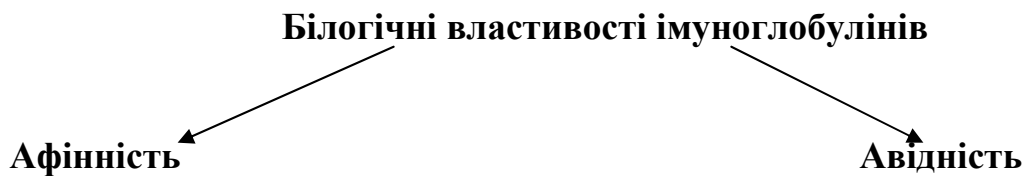


б) _____



в) _____

Завдання 3. Основні біологічні властивості антитіл перш за все пов'язані зі специфічністю їх дії. Цей показник може бути охарактеризований двома головними ознаками, такими як афінність та авідність. Опишіть дані властивості.



Дайте відповідь на питання: Що таке **антигенні** властивості?

Завдання 4. Заповніть таблицю 4.1:

Таблиця 4.1 – Класи імуноглобулінів та їх характеристика

Клас Ig	Будова	Властивості	Функції
Ig M			
Ig A			
Ig G			
Ig E			
Ig D			

Завдання 5. Опишіть основні фази динаміки утворення антитіл:

- Індуктивна (латентна) фаза
- Продуктивна фаза
- Стаціонарна фаза
- Фаза зниження продукції антитіл.

Завдання 6. Дайте відповідь на питання:

- Вкажіть методи кількісного визначення імуноглобулінів.
- Назвіть основні етапи проведення дослідження.
- З якою метою проводять дані лабораторні аналізи?

Завдання 7. Виконайте тестові завдання, оберіть правильний варіант відповіді:

1. До первинних функцій антитіл не належать:

- А) взаємодія з комплементарною структурою антигена;
- Б) фіксація комплемента;
- В) участь у реакціях опсонізації;
- Г) у прояві цитотоксичної дії;
- Д) імунорегуляторний вплив на клітини імунної системи.

2. До імуноглобулінів відносять:

- А) повноцінні антитіла з двома паратопами;
- Б) імуноглобулінові рецептори лімфоцитів;
- В) мієломні білки та блокуючі антитіла;
- Г) окремі субодиниці імуноглобулінів;
- Д) все перелічене вище.

3. Властивість антитіл специфічно зв'язуватись з антигеном за рахунок конфігурації активних центрів і всіх міжмолекулярних сил відштовхування та тяжіння – це:

- А) афінність; Б) авідність; В) імуногенність; Г) антигенність; Д) все перелічене вище.

4. Специфічні угруповання в молекулах імуноглобулінів, які ідентичні для всіх особин одного виду тварин і визначають належність до певного класу імуноглобуліна називають:

- А) ізотиповими антигенами; Б) класоспецифічними антигенами;
- В) типоспецифічними антигенами; В) алотиповими антигенами;
- Д) ідіотиповими антигенами.

5. Поділ імуноглобулінів на класи базується на таких ознаках, як:

- А) довжина та амінокислотний склад Н-ланцюгів;
- Б) кількість та розташування S-S-зв'язків;
- В) вміст вуглеводів;
- Г) ступень полімерності;
- Д) кількість легких та важких ланцюгів в одній молекулі.

6. Імуноглобуліни яких класів не здатні зв'язувати і активувати комплемент?

- А) А, Е, G; Б) А, G, М; В) А, G, D; Г) М, G, D; Д) А, D, Е.

7. Імуноглобуліни якого класу мають найбільш різноманітні біологічні властивості і найбільш довгий період напівжиття?

- А) G; Б) М; В) А; Г) D; Д) Е.

8. Рівень яких імуноглобулінів значно підвищується у крові при алергії та гельмінтозах?

- А) IgG; Б) IgM; В) IgA; Г) IgE; Д) IgD.

9. Дочірні клітини, що належать до одного антитілопродукуючого клону, здатні синтезувати антитіла з різними:

- А) ізотипами; Б) ідіотипами; В) афінностями; Г) антигенними особливостями; Д) амінокислотними послідовностями гіперваріабельних ділянок.

10. Виберіть твердження, які характеризують IgA:

- А) взаємодіють з антигеном у порожнинах, що зв'язані із зовнішнім середовищем;
- Б) їх секретують епітеліальні клітини;
- В) входять до складу сльозної рідини, носового слизу;
- Г) просочуються крізь плацентарний бар'єр;
- Д) формують так звану автономну імунну систему.

11. Як називають фазу в динаміці утворення антитіл від початку антигенної стимуляції до початку продукції перших імуноглобулінів?

- А) індуктивна; Б) продуктивна; В) стаціонарна;
- Г) фаза зниження продукції антитіл; Д) латентна.

12. До складу важкого ланцюга молекули Ig входять:

- А) паратоп, 1 варіабельний та 3-4 константних домени;
- Б) епітоп, 1 варіабельний та 3 константних домени;
- В) шлепер та епітопи;
- Г) 1 варіабельний та 3-4 константних домени;
- Д) 1 варіабельний та 1 константний домени.

13. Крізь плаценту не здатні проходити імуноглобуліни таких класів:

А) А, Е, G; Б) А, G, M; В) А, G, D; Г) M, G, D; Д) немає вірної відповіді.

Контрольні питання:

1. Що таке імуноглобуліни або антитіла?
2. Охарактеризуйте гуморальний імунітет та його особливості.
3. Назвіть основні класи імуноглобулінів та їх функції.
4. Наведіть методи, що застосовують для кількісного визначення Ig.
5. З чим пов'язані такі біологічні властивості антитіл, як афінність та авідність?
6. Опишіть динаміку розвитку імунної відповіді.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

«ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ІМУНОЛОГІЧНОЇ РЕАКЦІЇ. ФАГОЦИТАРНА АКТИВНІСТЬ КЛІТИН»

Мета роботи: вивчити особливості розвитку імунологічної реакції та фагоцитарну активність клітин.

У результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

❖ Знати та розуміти клітинні та молекулярні механізми імунних реакцій.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1.1. Загальна картина імунної відповіді (рис. 5.1)

У перші години потрапляння антигену в організм вмикаються механізми неспецифічної резистентності: бактерицидні субстанції шкіри та слизових оболонок, нормальна мікрофлора “вхідних воріт” інфекції, бар’єрні субстанції дерми, травна система людини: ферменти сприяють частковому перетравленню білків антигену, жовч має бактерицидні властивості, соляна кислота шлунку перешкоджає розвитку багатьох бактерій та нейтралізує кислоточутливі віруси. Найважливішу роль у інактивації антигенів відіграють секреторні імуноглобуліни А, тому що вони постійно присутні на клітинах слизового епітелію.

До механізмів доімунного захисту відносять також активацію комплемента за альтернативним, С-реактивним або лектиновим шляхами; неімунний фагоцитоз, що здійснюється нейторофілами; лізис, що відбувається внаслідок активації комплемента, а також під впливом лізоциму, кілінг, якщо він здійснюється без участі антитіл НК-клітинами. Розвивається також доімунне запалення.

Через 2-3 дні від початку вторгнення антигенів поступово вмикаються імунні механізми і вступає в дію система специфічної резистентності. Імунна фаза відповіді розвивається у тканинах, де є багато лімфоїдних фолікулів, а також у лімфовузлах, селезінці й інших вторинних органах імунної системи.

Епітопи перетравлених антигенів в розчинному вигляді, а також на поверхні моноцитів та макрофагів, дендритних клітин потрапляють у

лімфовузли, де починається процес бласттрансформації Т- і В-лімфоцитів та їх кооперативна взаємодія. Внаслідок цього у вторинних органах імунної системи починають накопичуватися продукти імунної відповіді: Т-ефектори, антитіла, Т- і В-клітини імунної пам'яті. Це супроводжується розвитком імунних антитілозалежних механізмів імунітету.

Можливий розвиток РГНТ (реакцій гіперчутливості негайного типу) та РГПТ (реакцій гіперчутливості повільного типу). До імунних реакцій також відносяться кілінг під впливом Т-ефекторів, але він відбувається без участі антитіл, та кілінг К-клітинами за участю антитіл (АЗКЦТ).

Відбуваються також сироваткові реакції за участю антитіл: аглютинація, преципітація, опсонізація, коагуляція, нейтралізація вірусів та токсинів.

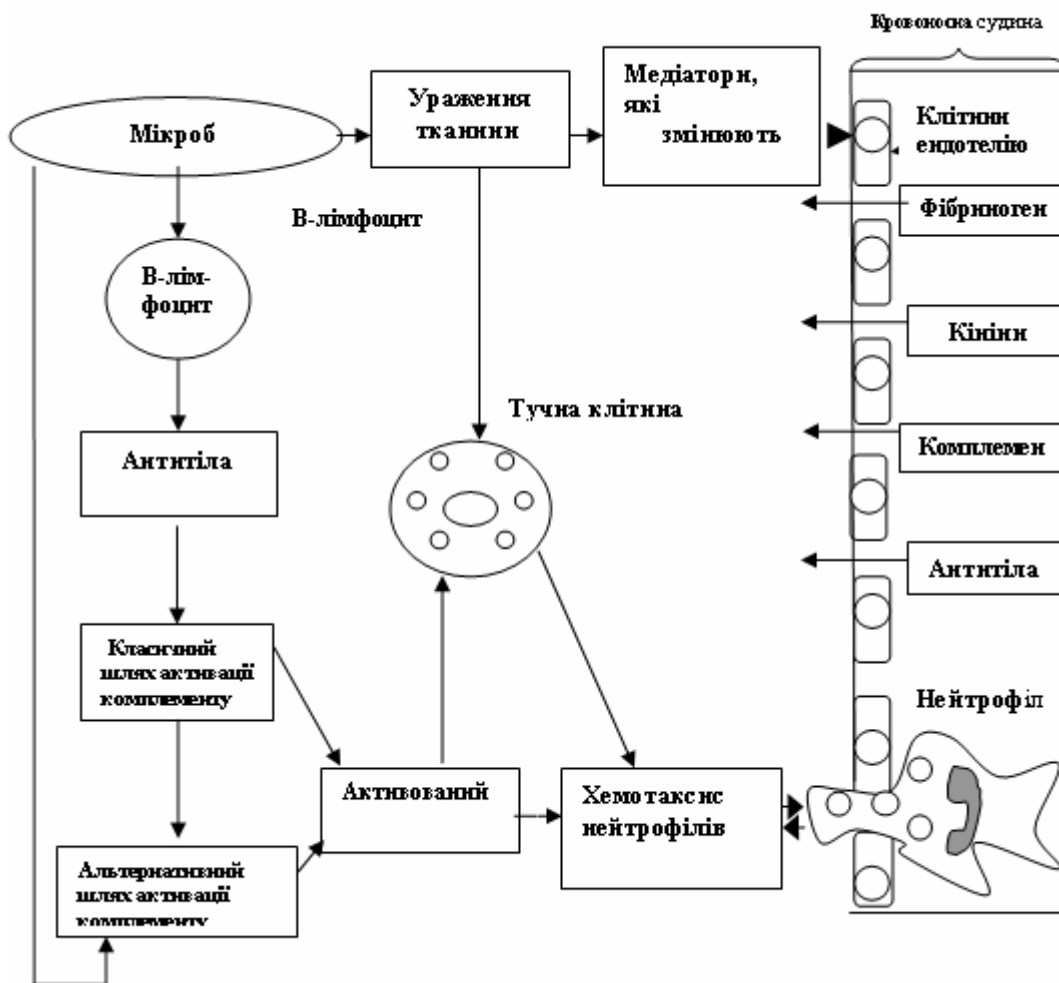


Рис. 5.1. Імунні механізми розвитку гострої запальної реакції у відповідь на мікробні антигени

1.1.2 Загальна характеристика імуноглобуліну А. Імуноглобуліни А представлені двома основними групами: сироваткові (IgA) та секреторні (sIgA). Серед імуноглобулінів класу А зустрічаються мономерні, димерні, а іноді і пентамерні форми. IgA поділяють на два підкласи – A1 і A2.

Сироваткові IgA належать до підкласу A1 і можуть зустрічатися в мономерній (80%) і димерній (20%) формах. IgA мають 1 варіабельний і 3

константних домени, маса мономера становить 160-170 кД, димера – 380 кД.

Функції сироваткових імуноглобулінів А досить обмежені. Відомо, що вони виявляють гемолітичну активність і беруть участь у розвитку імунних конфліктів при переливанні крові. Завдяки тому, що через плаценту вони не проходять, конфлікт між кров'ю матері та плоду не спостерігається. Говорять про можливість бактерицидної дії імуноглобулінів А. Крім того, вони здатні нейтралізувати токсини та аглютинувати деякі бактерії та віруси. Їх концентрація у крові близько 2 г/л, але може коливатися у межах 1,5-4 г/л.

Секреторні імуноглобуліни А належать до підкласу А2 і мають незвичну будову мономерної молекули. Легкі ланцюги розташовані поряд один з одним та з'єднані дисульфідним зв'язком. Цей дипептид, у свою чергу, лежить у центральній частині молекули, а по периферії він оточений поліпептидами важких ланцюгів, які між собою з'єднуються на ділянці Fc-фрагментів. У поєднанні двох мономерних молекул імуноглобулінів важливу роль відіграють J-поліпептид (joining chain, 15-18 кД) і так званий секреторний компонент (Sc). Останній представлений глікопротеїном з масою 70 – 71 кД. Формування повного димера sIgA з приєднанням Sc відбувається у плазматичній мембрані епітеліальних клітин, через які проходить ще не зв'язаний із секреторним компонентом димер.

Функції секреторних імуноглобулінів А виражені значно сильніше. Вони мають високу бактерицидну активність: відносно *E. coli* - у 8 разів більшу, ніж у IgM, та у 25 разів більшу, ніж у IgG. Секреторному IgA належить провідна роль у захисті проти вірусних інфекцій.

1.1.3. Імуноферментний аналіз (ІФА) визначення Ig. ІФА – це діагностичний імунологічний метод, за допомогою якого можна визначити якісний і кількісний склад антигенів й антитіл. Сьогодні метод ІФА застосовується в різних галузях медицини, однак найбільш часто за допомогою даного методу діагностуються інфекційні захворювання, такі як ВІЛ-інфекція, герпес, гепатит, інфекції, що передаються статевим шляхом та інші. Крім того, за допомогою ІФА визначається алергологічний і гормональний статус пацієнта. У ході імуноферментного аналізу, якісному та кількісному аналізу піддаються комплекси антиген-антитіло.

У лабораторній діагностиці об'єктами інтересу найчастіше є IgM, IgG і IgA – за їх концентрацією можна оцінити, на якій стадії знаходиться інфекційний процес, а також дізнатися, чи хворіла людина на те чи інше захворювання (наприклад, краснухою або вітряною віспою). Аналіз на імуноглобуліни А (IgA) виконується з метою:

- оцінки місцевого гуморального імунітету;
- оцінки стану імунної системи в цілому (в комплексі з іншими аналізами);
- з'ясування причини рецидивуючих інфекцій будь-якої природи;
- діагностики та моніторингу імунодефіцитних станів;
- діагностики моноклональних гамопатій та їх моніторингу;
- контролю ефективності терапії при мієломі IgA.

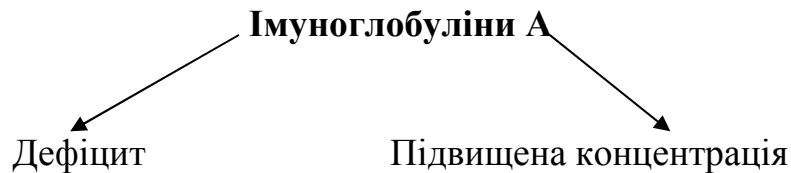
1.1.4. Фагоцитоз – це один з основних механізмів імунного захисту, що виявляється як на рівні видового (вродженого), так і на рівні набутого імунітету (імунний фагоцитоз, опосередкований антитілами).

До фагоцитів відносять нейтрофіли (ПМЯЛ – поліморфно-ядерні лейкоцити), моноцити і макрофаги.

Пригнічення фагоцитозу може бути пов'язане з виробленням мікроорганізмами речовин, що інгібують лізосомальні ферменти фагоцитів. Пригнічують фагоцитарну реакцію також сполуки, які входять до складу капсул, клітинних стінок бактерій.

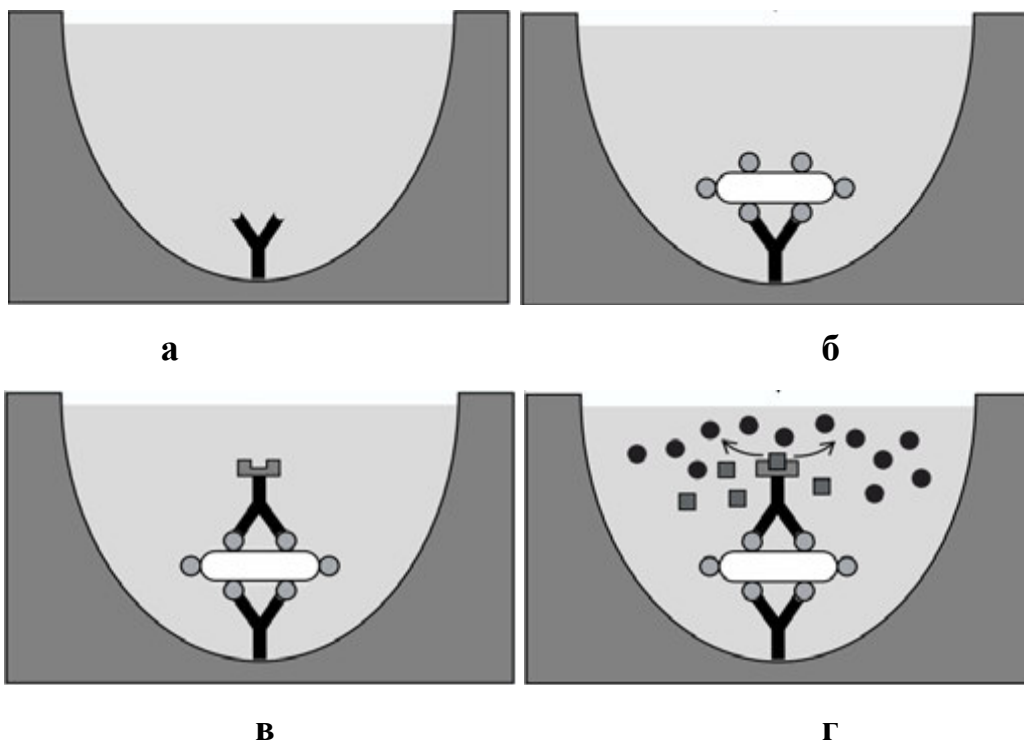
1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Вкажіть з чим пов'язані два стани в організмі:



Завдання 2. Схема прямого та непрямого імуноферментного аналізу, правильно з'єднайте стрілочками усі стадії:

Схема прямого імуноферментного аналізу:

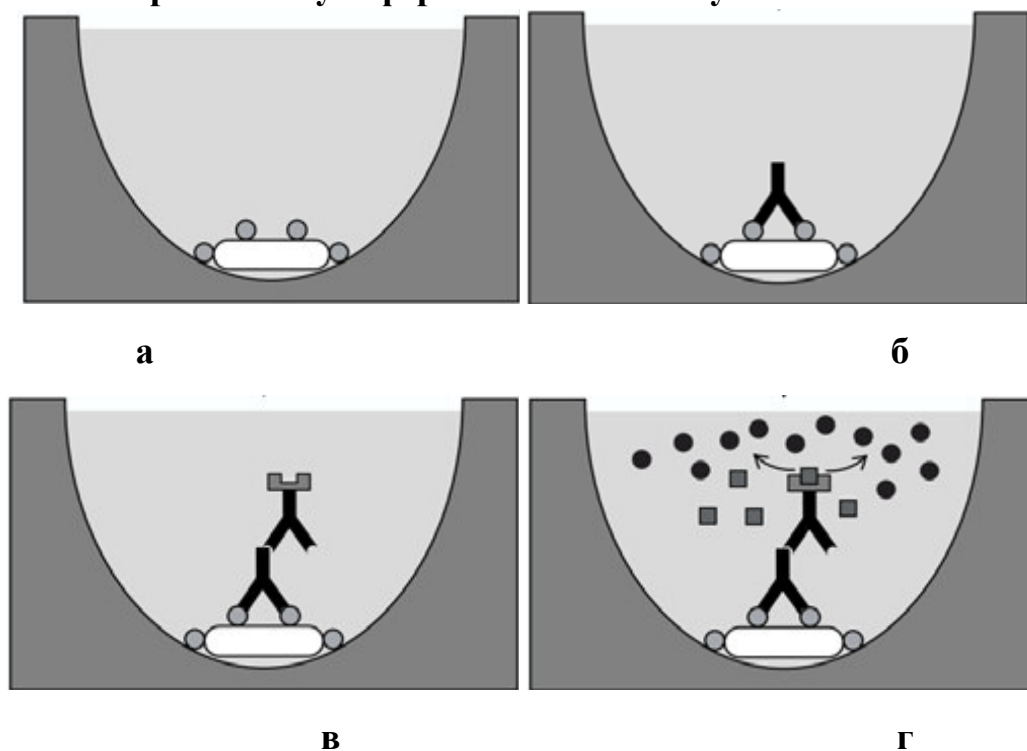


З'єднайте правильні варіанти відповідей стрілочками:

А	1. додавання специфічних антитіл, мічених ферментом, що зв'язуються з
---	---

	антигеном
Б	2. додавання фермент-специфічного субстрату (за інтенсивністю кольору реакції, кількісно визначається тест-антиген)
В	3. адсорбовані на поверхні лунки молекули антитіл
Г	4. додавання тест-антигену (якщо він є комплементарним, антиген зв'язується з антитілом)

Схема непрямого імуферментного аналізу:



З'єднайте правильні варіанти відповідей стрілочками:

А	1. додавання тест-антисироватки (якщо антитіла є комплементарними, вони зв'язується з антигеном)
Б	2. адсорбований на поверхні лунки антиген
В	3. додавання специфічних анти-антитіл, мічених ферментом;
Г	4. додавання фермент-специфічного субстрату (за інтенсивністю кольору реакції, кількісно визначаються тест-антитіла)

Охарактеризуйте два наступні види ІФА:

- Сендвіч (для виявлення антитіл)
- Комбінований (для виявлення антитіл)

Завдання 2. Опишіть основні стадії фагоцитозу та зобразіть схематично даний процес.

Завдання 3. Надайте характеристику:

- Нейтрофіли
- Моноцити
- Фагоцитарна активність нейтрофілів

Завдання 4. Опишіть наступні методи, що застосовують для вивчення фагоцитраної активності:

- НСТ-тест;
- Функціональна активність гранулоцитів крові (HDR-тест)

Завдання 5. Опишіть послідовність розвитку імунних реакцій у організмі, якщо людина:

- Вперше захворіла на вірусну інфекцію (наприклад, краснуха) та немає до збудника імунітету;
- Має алергію на певний харчовий продукт (наприклад, горіхи), який потрапив у їжу, яку вона вживала без її відома.

Відповіді аргументуйте та зобразіть схематично.

Завдання 6. Виконайте тест, оберіть правильний варіант відповіді:

1. Які з перелічених клітин не здатні до повноцінного фагоцитозу?

- А) нейтрофіли; Б) Купферівські клітини печінки; В) дендритні клітини;
Г) макрофаги; Д) моноцити.

2. Як називається частка всередині фагоцита, де відбувається перетравлення антигена?

- А) вакуоль; Б) фагосома; В) лізосома; Г) фаголізосома; Д) гранула.

Контрольні питання:

1. Що таке гуморальний імунітет? Які його особливості?
2. Наведіть характеристику імуноглобулінів? На які класи їх поділяють?
3. Яким чином формується комплекс «антиген-антитіло»?
4. Реакція фагоцитозу, яка її роль в організмі?
5. Які клітини здатні до фагоцитозу?
6. Назвіть переваги та недоліки ІФА.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 **«ФАКТОРИ ПАТОГЕННОСТІ МІКРООРГАНІЗМІВ. АКТИВНІСТЬ** **ГІАЛУРОНІДАЗИ ТА РЕАКЦІЯ ПЛАЗМОКОАГУЛЯЦІЇ»**

Мета роботи: вивчити фактори патогенності, прояв гіалуронідазної активності та здатність до плазмокоагуляції у бактерій.

У результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

- ❖ Знати будову, особливості процесів життєдіяльності та функцій живих організмів;
- ❖ Аналізувати форми взаємовідносин між мікро- та макроорганізмами, знати склад нормальної мікрофлори організму людини;
- ❖ Знати типи симбіозу між мікро- та макроорганізмом;
- ❖ Знати та аналізувати вплив мікроорганізмів на імунітет людини.

1.1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Залежно від здатності мікробів викликати захворювання їх поділяють на **патогенні, умовно-патогенні та непатогенні** (сапрофіти).

Майже всі патогенні мікроорганізми, які здатні викликати захворювання, є паразитами. За локалізацією в організмі хазяїна **паразити** можуть бути розділені на три групи:

- 1) позаклітинні паразити;
- 2) облигатні внутрішньоклітинні паразити;
- 3) факультативні внутрішньоклітинні паразити.

Інфекція – це складний процес взаємодії мікро- і макроорганізмів, який протікає у певних умовах зовнішнього середовища.

Інфекційний процес – це сукупність фізіологічних і патологічних процесів, які виникають та розвиваються внаслідок проникнення мікробів і призводять до порушень сталості внутрішнього середовища та фізіологічних функцій організму. Складний процес взаємодії між мікроорганізмом та макроорганізмом має різноманітні прояви – від виникнення інфекційної хвороби до утворення симбіозу. Це зумовлюють властивості мікроба, активність імунітету людини, а також умови зовнішнього середовища, у якому проходить ця взаємодія.

Патогенність – потенційна здатність мікроорганізму спричинювати інфекційний процес. Це ознака, обумовлена генами, що кодуєть фактори патогенності мікроба, а саме: наявність капсули, факторів адгезії, колонізації, пенетрації, ферментів інвазії, токсинів, деяких антигенів клітинної стінки та інших продуктів, що негативно впливають на організм.

Фенотипічні прояви патогенності – **вірулентність** та **токсигенність**. Вірулентність характеризує ступінь патогенності, є її кількісним проявом; вимірюється в умовно прийнятих одиницях – DLM (Dosis letalis minima) – мінімальна летальна доза. Одна DLM дорівнює тій найменшій кількості мікробів, які за певного способу зараження чутливої тварини стандартної маси та віку спричиняють загибель не менше 95% експериментальних тварин протягом певного часу. У процесі визначення вірулентності найчастіше використовують LD₅₀ (летальна доза, що спричиняє загибель 50% тварин). Вірулентність мікроорганізмів визначена всією сукупністю факторів

патогенності та залежить від ступеня експресії відповідних генів мікроорганізму.

Адгезія (адсорбція, прилипання) мікроба до чутливих клітин здійснюється за допомогою ворсинок, джгутиків, рибіттейхоєвих та ліпотейхоєвих кислот Грам-позитивних і ліпопротеїдів та ліпополісахаридів Грам-негативних бактерій.

Інвазивні властивості (проникнення у тканину, клітину) мікроорганізмів пов'язані з їх здатністю продукувати такі ферменти, як гіалуронідаза, нейрамінідаза, колагеназа, плазмокоагулаза, фібринолізини, лецитиназа, гемолізени та лейкоцидини, протеїнази, ліпази, кератинази та ін., що порушують цілісність сполучної та інших тканин і зумовлюють поширення збудників в організмі.

Токсигенність. Мікробні токсини залежно від їх локалізації в мікробній клітині звичайно поділяють на 2 групи – екзотоксини та ендотоксини.

Гіалуронідаза – це фактор патогенності багатьох умовно-патогенних і патогенних бактерій; належить до ферментів інвазії, оскільки зумовлює проникнення мікробів у тканини. Вона утворюється в стафіло-, стрепто-, пневмококів, дифтерійної палички та інших мікроорганізмів. Гіалуронідаза викликає деполімеризацію гіалуронової кислоти, яка входить до складу сполучної тканини і виступає основним захисним бар'єром. Дія цього ферменту строго специфічна, він руйнує 1,3-глікозидні зв'язки між мономерами гіалуронової кислоти (β -D-глюкуроновою кислотою і 2-ацетамідо-2-дезоксид-глюкозою), що призводить до втрати в'язкості та гідролізу. Виявлення гіалуронідазної активності у патогенних мікробів ґрунтується на здатності ферменту руйнувати гіалуронову кислоту як субстрат.

Плазмокоагулаза – це фермент, що коагулює білки плазми крові з утворенням згустків, тим самим блокуючи міграцію антитіл та фагоцитів до місця запалення. Найбільш вивчений цей фермент у *Staphylococcus aureus*. Плазмокоагулаза є головним фактором патогенності стафілокока, оскільки захищає мікроб від фагоцитоза. Вона перетворює протромбін у тромбін, що, у свою чергу, веде до згортання фібрину. Згустки фібрину з'являються не тільки у крові, але й відкладаються на поверхні мікробних клітин, утворюючи своєрідну захисну плівку. Це ускладнює розпізнавання мікробів лімфоцитами та блокує їх фагоцитоз і лізис.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Охарактеризуйте типи симбіозу між мікро- та макроорганізмом:

- Нормальна мікрофлора;
- Мутуалізм;
- Коменсалізм;
- Паразитизм.

Завдання 2. Наведіть приклади та дайте відповідь на питання:

Сапрофітні (непатогенні) мікроорганізми	Умовно-патогенні мікроорганізми	Патогенні мікроорганізми

- Що таке «острови патогенності» у бактерій?

Завдання 3. Розкрийте наступні поняття, що стосуються найбільш поширених груп факторів патогенності бактерій:

- Заразливість (контагіозність, інфекційність) – це
- Інвазивність – це
- Антигенність – це
- Токсигенність – це

Завдання 4. Опишіть фактори від яких залежить заразливість мікроорганізму:

- Видова схильність хазяїна;
- Тропізм;
- Адгезія і колонізація;
- «Вхідні ворота інфекції»

❖ *Наведіть приклади адгезинів.*

Завдання 5. Опишіть фактори інвазивності мікроорганізмів:

- Агресини;
- Капсула;
- Пенетрація;

❖ *Охарактеризуйте ферменти інвазії:* гіалуронідаза, нейромінідаза, гемолізени, лейкоцидини, фібринолізини, колагенази, плазмокоагулази, еластази, протеїнази, кератинази, ліпази.

Завдання 6. Заповніть таблицю 6.1 та дайте відповідь на питання:

Таблиця 6.1 – Порівняльна характеристика екзо- та ендотоксинів мікроорганізмів

Вид токсину	Екзотоксин	Ендотоксин
Спосіб виділення та виявлення		
Хімічна природа		
Термостабільність, перетравлювання у шлунково-кишковому тракті		
Здатність переходити в анатоксин		
Ступінь токсичності та здатність викликати		

специфічну клінічну картину		
Ступінь антигенності		
Здатність викликати лихоманку		

- Що таке анатоксини?
- Що таке цитотоксини?
- Що таке мембранотоксини?

Завдання 7. Наведіть характеристику окремих видів екзотоксинів: дифтерійний екзотоксин, ботулінічний, правцевий екзотоксини, екзотоксини *S. aureus* та бактерій групи кишкової палички.

Завдання 8. Опишіть метод проведення реакції з визначення здатності бактерій до плазмокоагуляції. З якою метою проводять визначення здатності до плазмокоагуляції?

Для яких мікроорганізмів характерна дана ознака, наведіть приклади?

Завдання 9. Виконайте тести, оберіть правильний варіант відповіді:

1. Фактори патогенності мікроорганізмів (виберіть найбільш повну і вірну відповідь):

- А) імуногенність, специфічність, макромолекулярність, колоїдність, розчинність;
 Б) інфекційність, інвазивність, антигенність, токсигенність;
 В) інфекційність, імуногенність, специфічність, антигенність;
 Г) афінність, авідність, специфічність, імуногенність;
 Д) адгезивність, здатність до колонізації, агресивність.

2. Здатність мікробів прилипати до епітелія слизових оболонок чи до інших чутливих клітин хазяїна – це:

- А) тропізм; Б) видова схильність; В) адгезія; В) пенетрація;
 Д) колонізація.

3. Проникнення патогенних мікроорганізмів у середину клітин хазяїна, що призводить до руйнування клітин і виникнення патогенного процесу – це:

- А) пенетрація; Б) ендосимбіоз; В) фагоцитоз; Г) піноцитоз;
 Д) колонізація.

4. Екзотоксини мікроорганізмів мають наступні властивості:

А) білки, більш чутливі до температури, дії кислот та лугів, не переходять в анатоксини під впливом формаліну, при введенні в організм тварини викликають гарячку;

Б) ліпополісахариди, термостабільні, кислотостійкі, переходять в анатоксин, викликають задуху, серцебиття, підвищення температури;

В) гетерополісахариди, термостабільні, кислотостійкі, переходять в анатоксин, викликають задуху, серцебиття, підвищення температури;

Г) білки, більшість з них термолабільні та чутливі до перетравлення ферментами, під дією формаліну переходять в анатоксини, викликають типову клінічну картину захворювання;

Д) немає вірної відповіді;

5. Які з перелічених груп екзотоксинів пригнічують синтез білку?

А) мембранотоксини; Б) цитотоксини; В) активатори шляхів метаболізму; Г) функціональні блокатори; Д) активатори імунної відповіді.

Контрольні питання:

1. Що таке інфекція та інфекційний процес?
2. Що таке патогенність, інвазивність та вірулентність?
3. Які одиниці виміру використовують для визначення ступеня вірулентності мікроорганізмів?
4. Які фактори патогенності Ви знаєте?
5. Що розуміють під поняттям “острови патогенності”?
6. Як Ви розумієте поняття: тропізм мікроба, видова схильність хазяїна, «вхідні ворота» інфекції, інфекційна доза, адгезія, колонізація, пенетрація?
7. Які фактори забезпечують інвазію мікроорганізма в організм хазяїна? Які механізми дії вони мають.
8. Яку роль у розвитку інфекційного процесу відіграють бактеріальні ферменти: гіалуронідаза, нейрамінідаза, плазмокоагулаза та інші?
9. Що розуміють під поняттями “токсигенність” і “токсичність”?
10. Надайте порівняльну характеристику екзо- та ендотоксинів.
11. Патогенез яких захворювань пов'язаний з утворенням та виділенням екзотоксинів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

«ВИЗНАЧЕННЯ ІМУНОТРОПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН»

Мета роботи: вивчити імунотропні властивості різних лікарських рослин.

У результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

❖ Знати будову, особливості процесів життєдіяльності та функцій живих організмів;

❖ Розуміти механізми регуляції фізіологічних функцій для підтримання гомеостазу біологічних систем.

1.1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

У галузі застосування нових імуномодуляторів відзначається повільний, але неухильний прогрес та відбувається помітне зрушення – перехід від використання препаратів, отриманих хімічним шляхом, до сполук природного походження або їх аналогів.

Для проведення імунотерапії та корекції функцій імунної системи призначаються імунотропні препарати.

Імунотропні препарати – це новий клас фармакологічних засобів, що включає природні, синтетичні, біотехнологічні, гомеопатичні та інші препарати, здатні впливати на різні ланки імунної системи, а саме, змінювати силу, характер та спрямованість імунних реакцій, стимулювати або пригнічувати окремі ланки імунітету, блокувати чи відновлювати певні імунні механізми тощо.

Сьогодні імунотропні препарати застосовують не тільки при інфекційних та імунологічних хворобах, а й при запальних процесах; посттравматичних станах; судинних розладах (гіпертонічна хвороба, інфаркт міокарда, інсульт); захворюваннях нирок, печінки, легень, мозку, репродуктивних органів, для профілактики та лікування безпліддя, раку, для попередження передчасного старіння тощо. Слід відмітити, що застосування імунотропних препаратів з метою подолання дизрегуляції метаболізму є більш безпечним, ніж використання препаратів, регулюючих нервову та ендокринну системи.

Продукція рослинами великої кількості корисних речовин (вітамінів, ферментів, фітонцидів, алкалоїдів, глікозидів, біофлавоноїдів, терпенів, пігментів, стероїдів, поліфенолів), більшість з яких проявляє антиоксидантну, біостимулюючу та імуномодулюючу дію, по праву поставила рослинні препарати в один ряд з іншими імунотропними засобами.

За характером впливу розрізняють імунотропні препарати чотирьох великих груп:

- імуномодулятори,
- імунокоректори,
- імуностимулятори,
- імунодепресанти.

Найбільш відомими лікарськими рослинами, що виявляють імунотропні властивості є: ехінацея пурпурова, женьшень, родіола рожева, елеутерокок, лимонник китайський тощо.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Дайте визначення поняттям:

- Імуностимуляція – це
- Імуносупресія – це
- Імуномодуляція – це
- Імунореабілітація – це
- Імуноадаптація – це

Завдання 2. Вивчити вплив ряду лікарських рослин на стан імунної системи людини та заповніть таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 – Вплив екстрактів лікарських рослин на імунну систему людини

Назва лікарської рослини	Особливості рослини	Вплив на імунну систему
Ехінацея пурпурова		
Женьшень		
Радіола рожева		
Елеутерокок		
Лимонник китайський		
Гінго білоба		
Горобина звичайна		
Глід		
Маруна дівоча		
Ромашка лікарська		
Календула		

Завдання 3. Навести приклади та характеристику сучасних рослинних препаратів.

Контрольні питання:

1. Що таке імунотропність?
2. Що таке імунотропні препарати? Їх види?
3. Як можна оцінити імунотропність рослин відносно фагоцитів?
4. Сучасні імунотропні препарати.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аббас А. К. Основи імунології: функції та розлади імунної системи: посібник, пер. 6-го англ. видання / А. К. Аббас, Е. Г. Ліхтман, Ш. Піллай. – К.: ВСВ «Медицина», 2020. – 328 с.
2. Андрійчук А.М. Вірусні інфекції людини та тварин: епідеміологія, патогенез, особливості противірусного імунітету, терапія та профілактика: навч. посіб. / О. М. Андрійчук, Г. В. Коротеєва, О. В. Молчанець, А. В. Харіна. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2014. – 415 с.
3. Данилейченко В.В. Мікробіологія з основами імунології: підруч. 3-тє видання / В.В. Данилейченко, Й.М. Федечко, О.П. Корнійчук, І.І. Солонинко. – К.: Медицина, 2022. – 392 с.
4. Імунологія: підручник / За ред. Л. В. Кузнецова, В. Д. Бабаджан, Н. В. Харченко та ін. – Вінниця: ТОВ “Меркьюрі Поділля”, 2013. – 565 с.
5. Малигіна В. Д. Мікробіологія та фізіологія харчування. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів освіти І—IV рівнів акредитації / В. Д. Малигіна, О. А. Ракша-Слюсарєва, В. П. Ракова та ін. Видання друге, стереотипне. – К.: Кондор, 2014. – 242 с
6. Медична мікробіологія, вірусологія та імунологія: підручник для студ. вищих мед. навч. закладів / за ред. В.П.Широбокова. – 3-тє вид., оновл. та допов. – Вінниця: Нова Книга, 2021. – 920 с.
7. Назар П.С. Прикладна імунологія: навч. посіб. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV рівня акредитації / П.С. Назар, О.О. Шевченко. - К.: Сталь, 2013. - 625 с.
8. Патоморфологія та гістологія: атлас/ за ред.: Д.Д. Зербіно, М.М. Бігрія, Я.Я. Бондара, В.А. Діброви – Вінниця: Нова книга, 2016. – 800 с.
9. Рудик М.П. Імуномодуляторні препарати. Курс лекцій / М.П. Рудик. – Київ: Видавець Кравченко Я.О. – 2019. – 267 с.
10. Стасенко А.А. Місцевий імунітет [Електронний ресурс] : навч. посіб. / А.А. Стасенко; ННЦ «Інститут біології та медицини» – К.: 2021. – 153 с.
11. Haynes L. Aging of the immune system: research challenges to enhance the health span of older adults // Front. Immunol. – 2020.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	3
Практична робота № 1. Правила роботи та техніка безпеки в імунологічній лабораторії. Біобезпека при роботі з живими об'єктами та біологічним матеріалом.	4
Практична робота № 2. Основні органи імунної системи: тимус, кістковий мозок, селезінка, лімфатичні вузли, кров.	8
Практична робота № 3. Неспецифічні фактори імунного захисту. Функції лізоциму в організмі людини.	18
Практична робота № 4. Загальна характеристика гуморальних факторів імунітету. Кількісне визначення імуноглобулінів.	22
Практична робота № 5. Особливості розвитку імунологічної реакції. Фагоцитарна активність клітин.	27
Практична робота № 6. Фактори патогенності мікроорганізмів. Активність гіалуронідази та реакція плазмокоагуляції.	32
Практична робота № 7. Визначення імуотропних властивостей лікарських рослин.	37
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	40

СІДАШЕНКО Ольга Ігорівна

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ
ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
з дисципліни «Імунологія»**

для студентів освітньо-професійної програми «Біологія»
спеціальності 091 Біологія та біохімія
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Видано в авторській редакції

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19