

**Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка**

**Природничо-математичний факультет, хіміко-біологічне відділення**

**Кафедра біології**

**Ткачук Н.В.**

## **Робочий зошит**

**до практичних робіт з курсу «Імунологія»  
для студентів спеціальності «Біологія» природничих  
факультетів вищих навчальних закладів**

**Чернігів 2019**

**УДК 378.147.091.33-027.22:577.27(072)**

**ББК Е07р30**

**Т 48**

Ткачук Н.В.

Робочий зошит до практичних робіт з курсу «Імунологія» для студентів спеціальності «Біологія» природничих факультетів вищих навчальних закладів - Чернігів, Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка, 2019. – 74 с.

**Укладач:**

*Н.В. Ткачук* – к.б.н., доцент кафедри біології Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка

Робочий зошит до практичних робіт з курсу «Імунологія» спрямований на ознайомлення студентів спеціальності «Біологія» природничих факультетів вищих навчальних закладів з технікою лабораторних імунологічних досліджень. Наведено інформаційний пакет дисципліни. Запропоновано поняття та терміни до змістових модулів.

Розрахований на студентів природничих факультетів вищих навчальних закладів, викладачів.

**Рецензенти:**

Полетай В.М. – к.б.н., доцент кафедри біології Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка.

**Рекомендовано до друку на засіданні кафедри біології  
Національного університету  
«Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка  
(Протокол № 1 від 30 серпня 2019 року)**

© Ткачук Н.В., 2019

<b>Вступ.....</b>	<b>4</b>
<b>Інформаційний пакет дисципліни «Імунологія».....</b>	<b>6</b>
<b>Поняття та терміни змістового модуля 1 «Імунохімія».....</b>	<b>8</b>
<b>Лабораторна робота № 1. Правила техніки безпеки в лабораторії імуносерологічних досліджень. Приготування двократних та десятикратних серійних розведень.....</b>	<b>10</b>
<b>Лабораторна робота № 2. Методи, що базуються на реакції преципітації.....</b>	<b>14</b>
<b>Лабораторна робота № 3. Методи, що базуються на реакції аглютинації.....</b>	<b>23</b>
<b>Лабораторна робота № 4. Імунологічні дослідження, що базуються на опосередкованій взаємодії антигена з антитілом: реакція лізису, гемолізу, бактеріолізу, реакція зв'язування комплементу.....</b>	<b>30</b>
<b>Лабораторна робота № 5. Імунологічні дослідження з використанням мічених антитіл або антигенів.....</b>	<b>36</b>
<b>Лабораторна робота № 6. Узагальнююче заняття модуля 1.....</b>	<b>45</b>
<b>Поняття та терміни змістового модуля 2 «Механізми імунної відповіді».....</b>	<b>47</b>
<b>Лабораторна робота № 7. Основи клінічної імунології. Лабораторна імунодіagnostика: тести I рівня.....</b>	<b>49</b>
<b>Лабораторна робота № 8. Основи клінічної імунології. Лабораторна імунодіagnostика: тести II рівня.....</b>	<b>52</b>
<b>Лабораторна робота № 9. Узагальнююче заняття модуля 2.....</b>	<b>55</b>
<b>Поняття та терміни змістового модуля 3 «Імунні процеси на рівні цілого організму».....</b>	<b>59</b>
<b>Лабораторна робота № 10. Методи лабораторної діагностики вірусу імунодефіциту людини.....</b>	<b>61</b>
<b>Лабораторна робота № 11. Узагальнююче заняття модуля 3.....</b>	<b>64</b>
<b>Питання до підсумкового контролю з курсу.....</b>	<b>66</b>
<b>Рекомендована та використана література.....</b>	<b>70</b>
<b>Додаток А. Середні величини імунологічних показників у здорових людей.....</b>	<b>71</b>
<b>Додаток Б. Можливі причини зміни деяких показників імунограми.....</b>	<b>72</b>
<b>Додаток В. Список умовних скорочень, який складається студентом.....</b>	<b>73</b>

## Вступ

Сучасна імунологія є самостійною науковою галуззю, яка займає одне з центральних місць серед біологічних дисциплін.

В останні десятиліття інтерес до проблем імунології виріс, що визначається рядом факторів. Однією з особливостей здоров'я населення зараз є суттєвий ріст патології, асоційованої з порушеннями діяльності імунної системи (імунодефіцитні стани, алергічні захворювання, аутоімунні, пухлинні процеси, інфекції імунної системи та ін.). Разом з тим саме з успіхами імунології пов'язують розв'язання таких проблем, як одержання нових високоефективних діагностичних і лікарських препаратів методом імунобіотехнології, здолаття інфекційних захворювань на принципово нових підходах (генноінженерні вакцини), розшифрування механізмів найбільш важких захворювань людини (імунодефіцити, зокрема СНІД, аутоімунні, алергічні захворювання, рак, інфекції і т.д.). Успіхи імунології широко використовуються в біології, медичній практиці, тому майбутньому біологу необхідні глибокі знання в області імунології.

Метою викладання навчальної дисципліни "Імунологія" є навчання студентів загальних закономірностей розвитку, структури та функціонування імунної системи організму, діагностиці з використанням імунологічних методів.

Основні завданнями вивчення дисципліни "Імунологія":

- дати студентам уявлення про імунологію як предмета в цілому, сформулювати уявлення про імунну систему як одну з найважливіших систем організму людини;
- розглянути основні розділи загальної імунології, необхідні для розуміння патології імунної системи;
- навчити основним методам оцінки імунного статусу людини, виявлення імунних порушень та діагностиці алергій;
- дати сучасні уявлення про причини розвитку і патогенез хвороб імунної системи.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- сучасні уявлення про імунологію та органо-тканинну структуру системи імунітету людини, тварин та птахів, імунокомпетентні клітини та їх рецептори, механізми регулювання імунних процесів на організмовому та клітинному рівнях, антигени та антитіла, їх взаємодію, головний комплекс гістосумісності і його біологічне значення, генетичне різноманіття і особливості формування антиген-розпізнаючих рецепторів Т- та В-лімфоцитів;
- методичні основи оцінки імунного статусу;
- сучасні уявлення про імунозалежні патологічні стани;

**ВМІТИ :**

- проводити серологічну діагностику інфекційних хвороб, використовувати основні реакції імунітету для виявлення антитіл в сироватці хворих при діагностиці інфекційних хвороб;
- оцінювати імунний статус людини та інтерпретувати дані імунологічного дослідження людини за тестами 1 та 2 рівнів імунного статусу;
- проводити діагностику стану імунної системи.

## Інформаційний пакет дисципліни «Імунологія»

### Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Імунохімія</b>												
<b>Тема 1.</b> Загальні уявлення про імунологію. Місце імунології серед інших наук.	10,5	2	0,5			8	10,5	0,5				10
<b>Тема 2.</b> Антигени, будова антигенних детермінант	3,5	1	0,5			2	3,5	0,25				3,25
<b>Тема 3.</b> Антигіла, їх будова і властивості	3,5	1	0,5			2	3,5	0,25				3,25
<b>Тема 4.</b> Гени імуноглобулінів. Біосинтез антитіл.	3,5	1	0,5			2	3,5	0,25				3,25
<b>Тема 5.</b> Взаємодія антиген-антитіло та методи її вивчення	22	2	10			10	22	0,75	2			19,25
Разом за змістовим модулем 1	43	7	12			24	43	2	2			39
<b>Змістовий модуль 2. Механізми імунної відповіді</b>												
<b>Тема 6.</b> Головний комплекс гістосумісності. Процесинг і представлення антигену.	5	2	1			2	5	0,25				4,75
<b>Тема 7.</b> Клітини імунної відповіді. Рецептори Т- і В-лімфоцитів, що розпізнають антиген. Передача сигналу з поверхні всередину клітини.	5	2	1			2	5	0,25				4,75
<b>Тема 8.</b> Костимуляторні молекули та лімфокіни. Цитокіни і регуляція імунної відповіді.	3	2	1				3	0,25				2,75
<b>Тема 9.</b> Активація та механізм дії цитотоксичних Т-лімфоцитів (ЦТЛ). Апоптоз.	5	2	1			2	5	0,25				4,75
Разом за змістовим модулем 2	18	8	4			6	18	1				17

<b>Змістовий модуль 3. Імунні процеси на рівні цілого організму</b>												
<b>Тема 10.</b> Розвиток імунних клітин. Позитивний і негативний відбір.	7,5	2	0,5			5	7,5	0,25				7,25
<b>Тема 11.</b> Анатомія імунної системи, міграція лімфоцитів.	5,5	1	0,5			4	5,5	0,25				5,25
<b>Тема 12.</b> Загальні імунологічні феномени.	8,5	2	0,5			6	8,5	0,25				8,25
<b>Тема 13.</b> Патології імунної системи.	25,5	2	0,5			23	25,5	0,25				25,25
Разом за змістовим модулем 3	47	7	2			38	47	1				46
<b>Усього годин</b>	<b>108</b>	<b>22</b>	<b>18</b>			<b>68</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>2</b>			<b>102</b>
<b>Модуль 2</b>												
ІНДЗ												
<b>Усього годин</b>	<b>108</b>	<b>22</b>	<b>18</b>			<b>68</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>2</b>			<b>102</b>

### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота													Сума	
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					Змістовий модуль 3				100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13		
4,5	5,5	5,5	5	36	5,5	5	6,5	7	4	4	4	7,5		

T1, T2 ... T13 – теми змістових модулів.

## Поняття та терміни змістового модуля 1 «Імунохімія»

### Тема 1. Загальні уявлення. Місце імунології серед інших наук.

Імунологія; інфекційна імунологія; неінфекційна імунологія; імуногенетика; імуноморфологія; трансплантаційна імунологія; імунопатологія; імуногематологія; імунологія онтогенезу; імунітет; видовий імунітет; вроджений імунітет; набутий імунітет; набутий природний імунітет; набутий штучний імунітет; набутий природний активний імунітет; набутий природний пасивний імунітет; стерильний імунітет; нестерильний імунітет; набутий штучний активний імунітет; набутий штучний пасивний імунітет; протитоксичний імунітет; протибактеріальний імунітет; противірусний імунітет; протигрибковий імунітет; протипаразитарний імунітет; протипухлинний імунітет; трансплантаційний імунітет; неімунні механізми захисту організму; фагоцитоз; реакція запалення; білки гострої фази; інтерферони; еволюційна імунологія; первинні лімфоїдні органи; вторинні лімфоїдні органи; лімфоцити; В-лімфоцити; Т-лімфоцити; антиген; імунізація; імунна відповідь; антитіла; гуморальна імунна відповідь; клітинна імунна відповідь; первинна імунна відповідь; вторинна імунна відповідь; імунна пам'ять; клонально-селекційна теорія імунітету М.Бернета; цитокіни.

### Тема 2. Антигени, будова антигенних детермінант.

Антигени; повні антигени; неповні антигени; гаптени; розчинні антигени; корпускулярні антигени; екзогенні антигени; ендогенні антигени; Т-залежні антигени; Т-незалежні антигени; тимус-залежні антигени; тимус-незалежні антигени; гетероантигени; ізоантигени; алоантигени; аутоантигени; ксеноантигени; антигенність; антигенна специфічність; імуногенність; ад'юванти; тканинні антигени; пухлинні антигени; антигенна детермінанта; епітоп; послідовні антигенні детермінанти; лінійні антигенні детермінанти; переривчасті антигенні детермінанти; конформаційні антигенні детермінанти; імунодомінантні ділянки; принцип імунодомінантності; принцип чужорідності; принцип зв'язку зі структурними особливостями антигену; В-епітопи; Т-епітопи.

### Тема 3. Антитіла, їх будова і властивості.

Антитіла; антитоксини; імуноглобуліни; мієломні імуноглобуліни; мієломи; моноклональні антитіла; важкий ланцюг антитіла; Н-ланцюг; легкий ланцюг антитіла; L-ланцюг; класи важких ланцюгів антитіл; типи легких ланцюгів антитіл; підкласи важких ланцюгів антитіл людини; підтипи легких ланцюгів антитіл людини; імуноглобуліноподібні домени; константні домени; варіабельні домени; С-домени; V-домени; V<sub>H</sub>; V<sub>L</sub>; C<sub>H</sub>; C<sub>L</sub>; гіперваріабельні ділянки; CDRs; каркасні ділянки; фрагменти імуноглобулінів; Fab-фрагменти; Fc-фрагменти; Fv-фрагменти; Fd-фрагменти; ізотипічні антигенні детермінанти імуноглобулінів; алотипічні антигенні детермінанти імуноглобулінів; ідіотипічні антигенні детермінанти імуноглобулінів; ізотипічні антитіла; алотипічні антитіла; ідіотипічні антитіла; теорія



ідіотипічних мереж; Ig M; аглютинація; Ig G; опсонізація; Ig A; Ig E; Ig D; активний центр антитіл; гетерогенність антитіл; універсальність гуморальної відповіді; специфічність гуморальної відповіді; гетерогенність гуморальної відповіді; поліфункціональність гуморальної відповіді.

#### **Тема 4. Гени імуноглобулінів, біосинтез антитіл.**

Кластери генів імуноглобулінів; V-гени; С-гени; J-гени; D-гени; кластер генів  $\lambda$ -ланцюга; кластер генів k-ланцюга; кластер генів H-ланцюга; реорганізація генів імуноглобулінів; диверсифікація імуноглобулінів; доімунний репертуар диверсифікації імуноглобулінів; соматичні мутації зрілих В-лімфоцитів; гіпермутагенез; алельне виключення генів імуноглобулінів; мембранна форма імуноглобулінів; розчинна форма імуноглобулінів; переключення класів імуноглобулінів; біосинтез антитіл; білки-шаперони; методи гібридизації клітин; гібридоми; гібридомна технологія; клон; гомогенні антитіла; моноклональні антитіла; гетерогенні антитіла; поліклональні антитіла.

#### **Тема 5. Взаємодія антиген-антитіло та методи її вивчення.**

Константа афінності;  $k_a$ ; рівняння Скетчарда; графік Скетчарда; графік Скетчарда для моноклональних антитіл; графік Скетчарда для поліклональних антитіл; авідність; афінність; рівноважний діаліз; гасіння флюоресценції; методи імунохімічного аналізу; преципітація; преципітат; реакція преципітації; РП; точка еквівалентності; крива преципітації; методи преципітації у гелі; дуга преципітації; радіальна дифузія за Манчіні; преципітація в гелі за Ухтерлоні; імуноелектрофорез; ракетний електрофорез; перехресний імуноелектрофорез; аглютинація; аглютинат; реакція аглютинації; РА; реакція Відаля; реакція Вейгля; реакції Райта і Хаддлсона; гемаглютинація; РНГА; реакція непрямой гемаглютинації; латекс-аглютинація; РГНГА; реакція гальмування непрямой гемаглютинації, РЗНГА; реакція зворотної непрямой гемаглютинації; РГЗНГА; реакція гальмування зворотної непрямой гемаглютинації; реакція лізису; реакція бактеріолізу; реакція гемолізу; реакція зв'язування комплементу; РЗК; реакція Вассермана; RW; радіоімунний аналіз; РІА; сорбційні імунологічні методи; імуноферментні методи; сорбційний імуноферментний аналіз; ІФА; гомогенний ІФА; гетерогенний ІФА; конкурентний метод твердофазного ІФА; неконкурентний ІФА; метод подвійних антитіл; сендвіч-метод; КББ; імунофлюоресцентні методи; РІФ; пряма РІФ; непряма РІФ; антикомплементарна РІФ; метод подвійної флюоресцентної мітки; ФІТЦ; ТРІТЦ; імуноферритиновий метод; імуно-електронно-мікроскопічний метод; ELISA; комплементарна пара авідин-біотин; авідин; стрептавідин; імуно-дот; імуноблот; ПААГ; ДСН; Western blot; імуноцитохімія; проточна цитофлюориметрія; цитофлюориметр; ELISPOT.

## Лабораторна робота № 1

**Тема:** Правила техніки безпеки в лабораторії імуносерологічних досліджень. Приготування двократних та десятикратних серійних розведень.

**Мета:** Ознайомитись з правилами техніки безпеки в лабораторії імуносерологічних досліджень. Навчитись готувати двократні та десятикратні серійні розведення.

### Завдання:

1. Ознайомитись з правилами техніки безпеки в лабораторії імуносерологічних досліджень та доповнити вирази:
  - а) Будь-який матеріал, що надходить на дослідження до лабораторії, розглядається як \_\_\_\_\_
  - б) Для серологічних досліджень контейнери з БПА доставляються в \_\_\_\_\_
  - в) Рідкі матеріали (зразки сироваток) повинні бути у \_\_\_\_\_
  - г) При розпакуванні матеріалу, що надійшов до лабораторії, персонал повинен використовувати \_\_\_\_\_
  - д) Зразки крові, що надходять на дослідження до лабораторії, розглядаються як \_\_\_\_\_
  - е) Усі процедури при роботі з біологічними рідинами проводяться в \_\_\_\_\_ за допомогою \_\_\_\_\_
  - є) Сироватки крові доставляють в лабораторію не пізніше \_\_\_\_\_, упаковані й оформлені як вказано в розділі 13.2 \_\_\_\_\_
2. Ознайомитись з лабораторним посудом, який часто використовується для імунологічних досліджень (пробірки типу «Еппендорф», пастерівські піпетки, автоматичні піпетки, дозатори, туберкулінові шприці). Замалювати.

3. Навчитися здійснювати двократні серійні розведення досліджуваного матеріалу. Для цього в штативі розмістити ряд з 8 або більше пробірок. У всі пробірки внести по 1 мл розбавителя (наприклад ізотонічного розчину натрій хлориду). Далі до розбавителя в першій пробірці додати 1 мл матеріалу, який необхідно розвести (наприклад антиген або цільна сироватка). Вміст пробірки ретельно перемішати піпетуванням. Далі стандартний об'єм (1 мл) суміші перенести в наступну (другу) пробірку, ретельно змішати з розбавителем і перенести в третю, з третьої – в четверту, і так далі до останньої пробірки ряду. Потім з останньої пробірки ряду стандартний об'єм суміші вилити, щоб у всіх пробірках об'єм рідини був однаковий. В результаті одержують серію розведень, в якій вміст вихідного матеріалу убуває в геометричній прогресії 1:2, 1:4, 1:8 і т.д. до 1:64 і більше. **Увага!** Після внесення 1 мл рідини в чергову пробірку піпетку заміняють на нову!
4. Замалювати схему здійснення двократних серійних розведень досліджуваного матеріалу.

5. Навчитися здійснювати десятикратні серійні розведення досліджуваного матеріалу. Для цього розбавитель (наприклад ізотонічний розчин натрій хлориду) розлити по 9 мл в пробірки, розставлені в штативі по 10 в ряду. В першу пробірку внести 1 мл розчину, який необхідно розбавити. Одержують розведення 1:10. Далі вміст пробірки ретельно перемішати піпетуванням і перенести мірною піпеткою 1 мл з цієї пробірки в другу (одержують розведення 1:100). Знов перемішати вміст вже другої пробірки і перенести таку ж кількість суміші з другої в третю (одержують розведення 1:1000); перемішати і перенести таку ж кількість суміші з третьої в четверту (одержують розведення 1:10000) і т.д. до десятої пробірки (розведення 1:10000000000), з якої 1 мл вилити, щоб у всіх пробірках об'єм рідини був однаковий. **Увага!** Після внесення 1 мл рідини в чергову пробірку піпетку заміняють на нову!

6. Замалювати схему здійснення десятикратних серійних розведень досліджуваного матеріалу.

7. Пояснити, як одержати наступні серії розведень. При цьому при розведенні бажаний об'єм першої пробірки 2 мл, інших – 1 мл; концентрація вихідного готового препарату 1:1.

а) 1:20, 1:40, 1:80;

б) 1:200, 1:400;

в) 1:50, 1:100, 1:200.

8. Зробити висновок до роботи, зазначивши специфіку техніки безпеки при імуносерологічних дослідженнях.

**Висновок:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Лабораторна робота № 2

**Тема:** Методи, що базуються на реакції преципітації (РП).

**Мета:** Ознайомитись з принципами імунологічних досліджень, що базуються на реакції преципітації.

**Завдання:**

1. Ознайомитись з методами, що базуються на реакції преципітації та заповнити таблицю 1.

Таблиця 1

Загальна характеристика імунохімічних методів, що базуються на реакції преципітації

Назва методу	Характеристика	Галузь застосування
1	2	3

Продовження таблиці 1

1	2	3

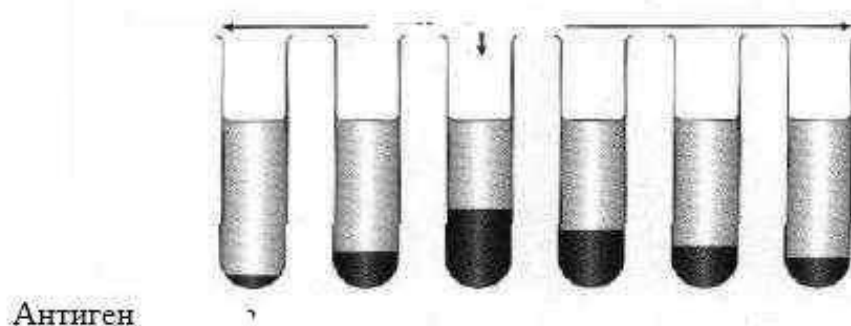
Продовження таблиці 1

1	2	3



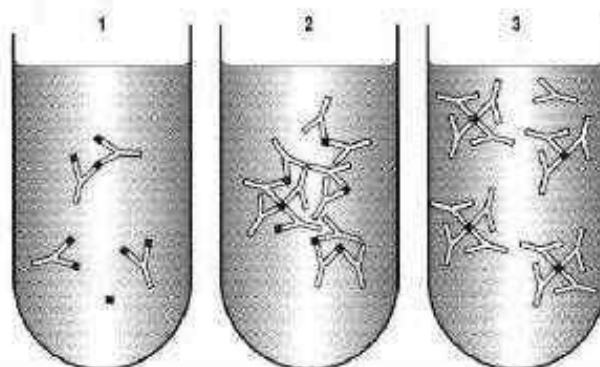
2. Зробити відповідні позначення в схемі «Кількісні співвідношення антиген-антитіло при аглютинації і преципітації».

Ілюстрація 1  
Кількісні співвідношення антиген-антитіло  
при аглютинації та преципітації



Антиген

Антитіло



Антиген

Антитіло

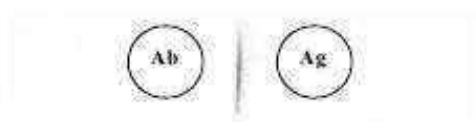
3. Визначити наявність антитіл у сироватці крові методом кільцепреципітації. Записати спостереження та замалювати дослідну пробірку.

4. Визначити наявність антитіл до досліджуваних антигенів у антисироватці методом подвійної радіальної імунодифузії. Замалювати та описати результати.

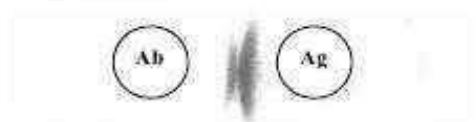
5. Зробити відповідні позначення в схемах «Подвійна імунодифузія», «Проста радіальна імунодифузія».

**Ілюстрація 2**  
**ПОДВІЙНА ІМУНОДИФУЗІЯ**

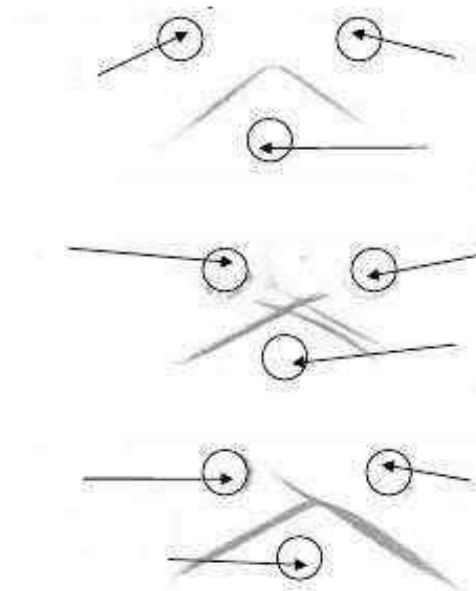
**А.**



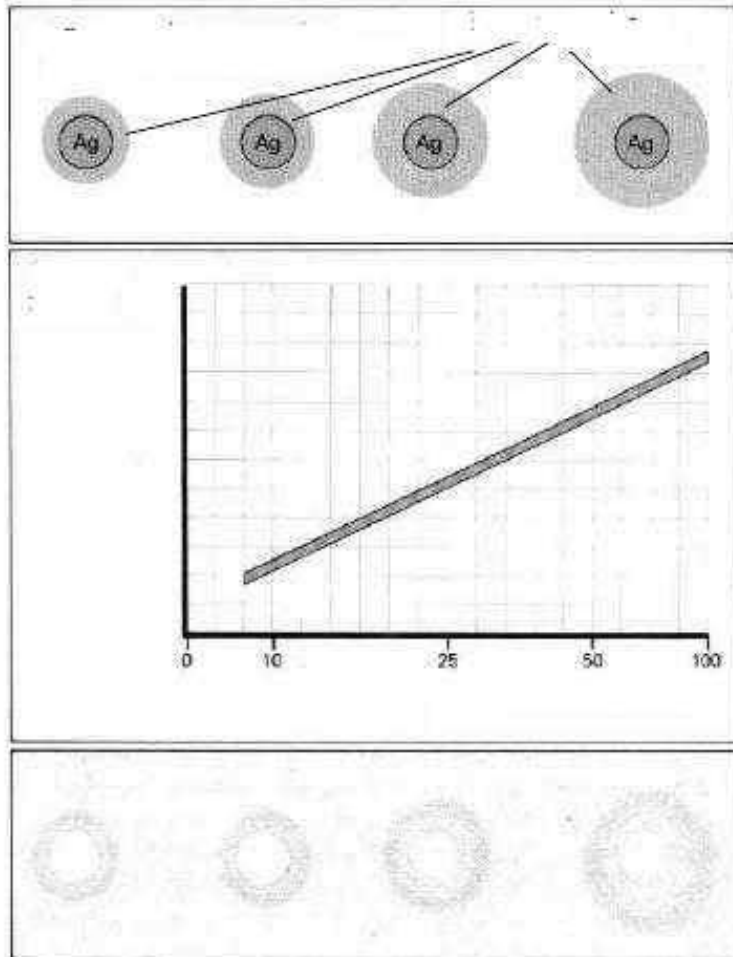
**Б.**



**В.**



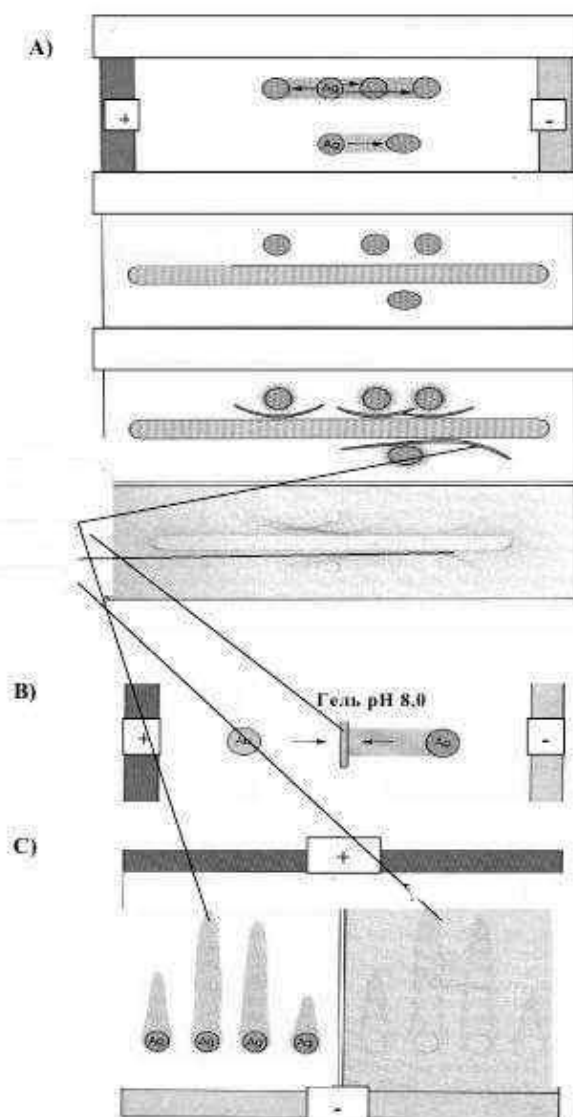
**Ілюстрація 3**  
**ПРОСТА РАДІАЛЬНА ІМУНОДИФУЗІЯ**



Ознайомитись з відеоматеріалами «Подвійна імунодифузія», «Радіальна імунодифузія», «Імунодифузійний аналіз у агарозному гелі», «Модель подвійної дифузії антитіло-антиген за Ухтерлоні», «Титрування антитіл методом подвійної дифузії за Ухтерлоні», «Імунопреципітація» та пояснити їх.

б. Зробити відповідні позначення в схемі «Імуноелектрофорез».

**Ілюстрація 4**  
**ІМУНОЕЛЕКТРОФОРЕЗ**  
А) звичайний; В) зустрічний; С) ракетний





### Лабораторна робота № 3

**Тема:** Методи, що базуються на реакції аглютинації (РА).

**Мета:** Ознайомитись з принципами імунологічних досліджень, що базуються на реакції аглютинації.

#### Завдання

1. Ознайомитись з методами, що базуються на реакції аглютинації та заповнити таблицю 3.

Таблиця 3

Загальна характеристика імунохімічних методів, що базуються на реакції аглютинації

Назва методу	Характеристика	Галузь застосування
1	2	3

Продовження таблиці 3

1	2	3



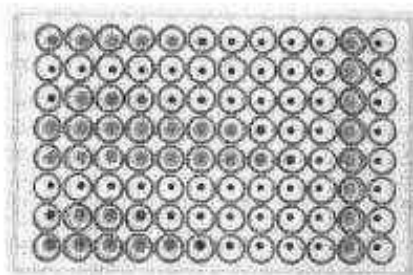
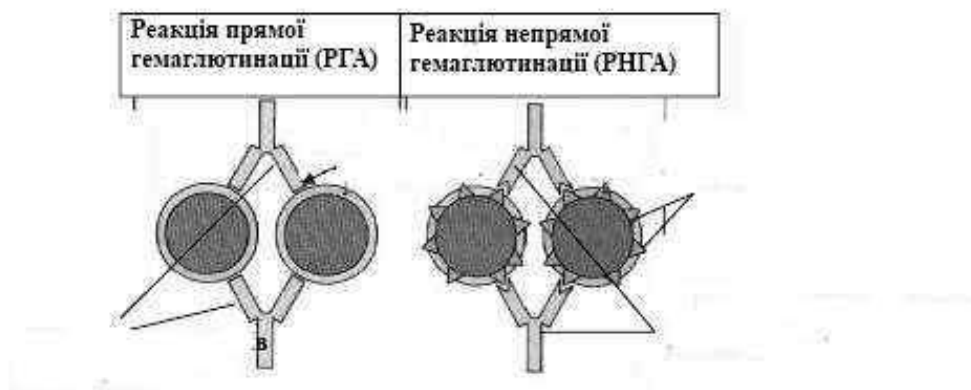
Продовження таблиці 3

1	2	3

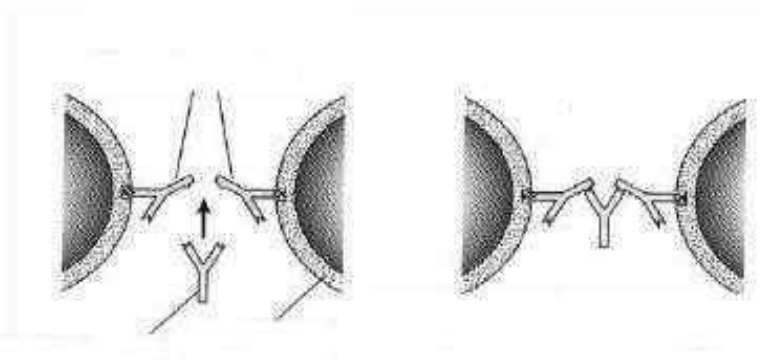
2. Зробити відповідні позначення в схемі «Реакція гемаглютинації».

Ілюстрація 5

**РЕАКЦІЇ ГЕМАГЛЮТИНАЦІЇ**



**Реакція Кумбса**

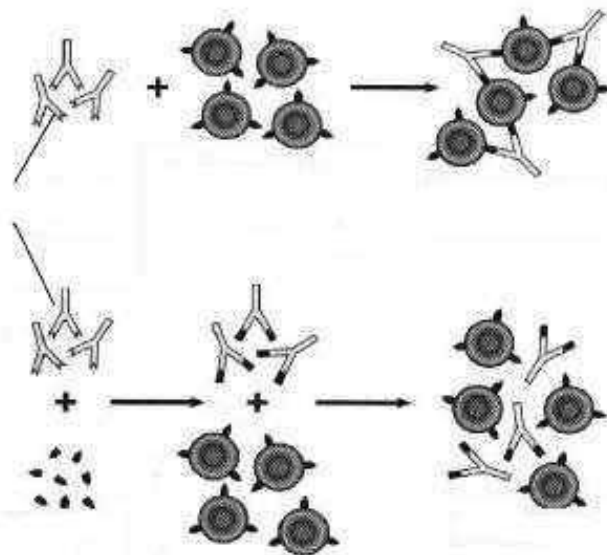




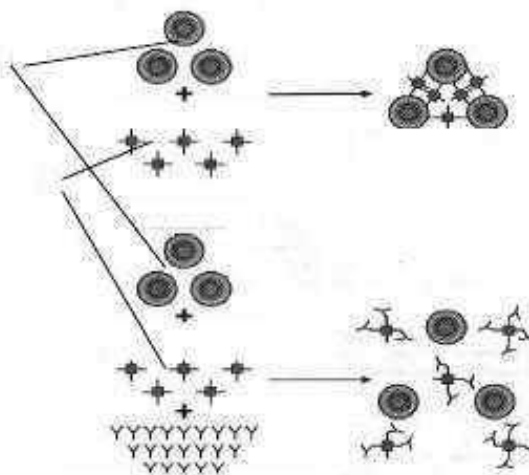
5. Ознайомитись з відеоматеріалом «Процедура тесту Відаля» та пояснити побачене.
6. Зробити відповідні позначення в схемі «Інгібування гемаглютинації».

**Ілюстрація 6**  
**ІНГІБУВАННЯ ГЕМАГЛЮТИНАЦІЇ**

**А. Визначення гормонів**



**Б. Тест на виявлення антитіл проти гемаглютинуючих вірусів**  
(грип, епідемічний паротит)





## Лабораторна робота № 4

**Тема:** Імунологічні дослідження, що базуються на опосередкованій взаємодії антигена з антитілом: реакція лізису, гемолізу, бактеріолізу, реакція зв'язування комплементу.

**Мета:** Ознайомитись з принципами імунологічних досліджень, що базуються на опосередкованій взаємодії антигена з антитілом: реакцією лізису, гемолізу, бактеріолізу, реакцією зв'язування комплементу.

### Завдання:

1. Ознайомитись з методами, що базуються на опосередкованій взаємодії антигена з антитілом та заповнити таблицю 5.

Таблиця 5

Загальна характеристика імунохімічних методів, що базуються на опосередкованій взаємодії антигена з антитілом

Назва методу	Характеристика	Галузь застосування
1	2	3

Продовження таблиці 5

1	2	3

Продовження таблиці 5

1	2	3



2. З'ясувати компоненти, необхідні для проведення РЗК. Записати.
3. Зробити відповідні позначення в схемі «Реакція зв'язування комплементу».

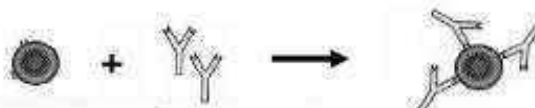
### Ілюстрація 7

#### РЕАКЦІЯ ЗВ'ЯЗУВАННЯ КОМПЛЕМЕНТУ (РЗК)

Система I

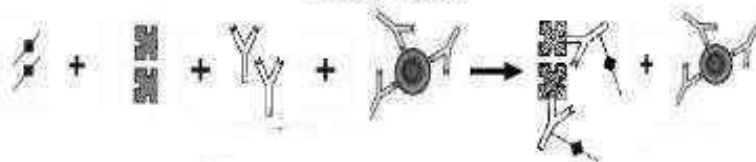


Система II

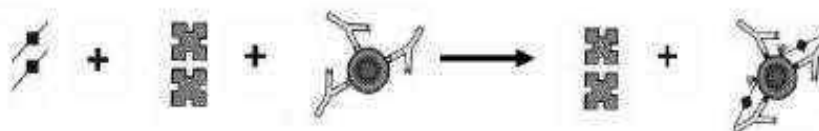


Можливі результати після об'єднання систем I та II

Позитивний результат (в сироватці присутні антитіла до даного антигену)



Негативний результат (в сироватці відсутні антитіла до даного антигену)



4. З'ясувати сутність титрування гемолітичної сироватки для РЗК. Записати схему. Зазначити, що є титром сироватки.

5. З'ясувати сутність титрування комплементу для РЗК. Записати схему. Зазначити, що є титром комплементу і робочою дозою комплементу.

6. З'ясувати сутність титрування антигену для РЗК. Записати схему. Зазначити, що є титром антигену і робочою дозою антигену.



## Лабораторна робота № 5

**Тема:** Імунологічні дослідження з використанням мічених антитіл або антигенів.

**Мета:** Ознайомитись із принципами імунологічних досліджень, що базуються на використанні мічених антитіл або антигенів.

### Завдання:

1. Ознайомитись з методами, що базуються на використанні мічених антитіл або антигенів та заповнити таблицю 6.

Таблиця 6

Загальна характеристика імунохімічних методів, що базуються на використанні мічених антитіл або антигенів

Назва методу	Характеристика	Галузь застосування
1	2	3

Продовження таблиці 6

1	2	3

Продовження таблиці 6

1	2	3

2. Зробити відповідні позначення в схемі радіоімунологічного аналізу (PIA).

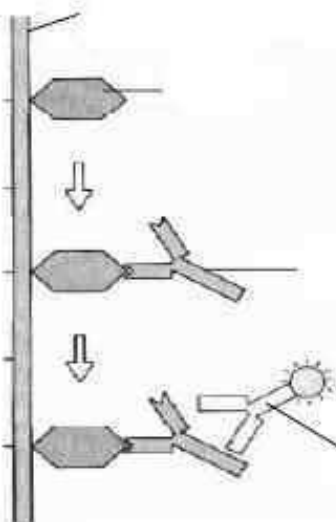
### Ілюстрація 9

#### РАДІОІМУНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ (PIA)

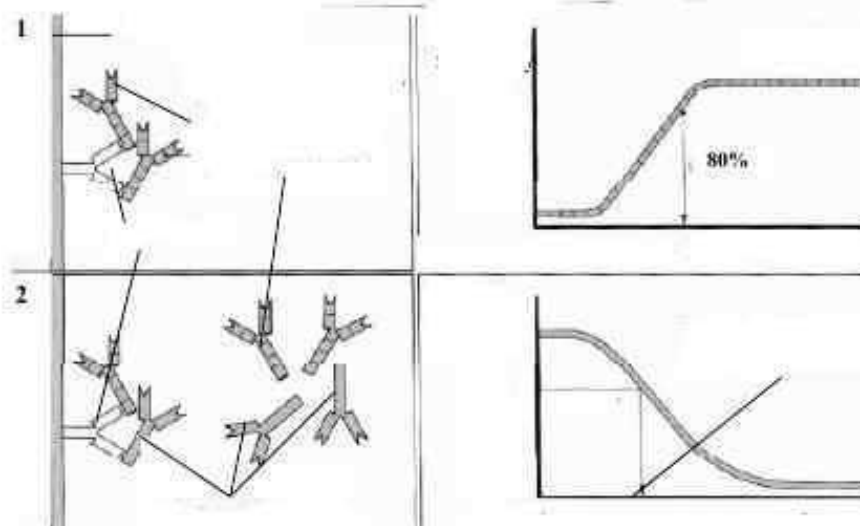
А) Radioallergosorbent test (RAST)

Б) Radioimmunosorbent test (RIST)

А)

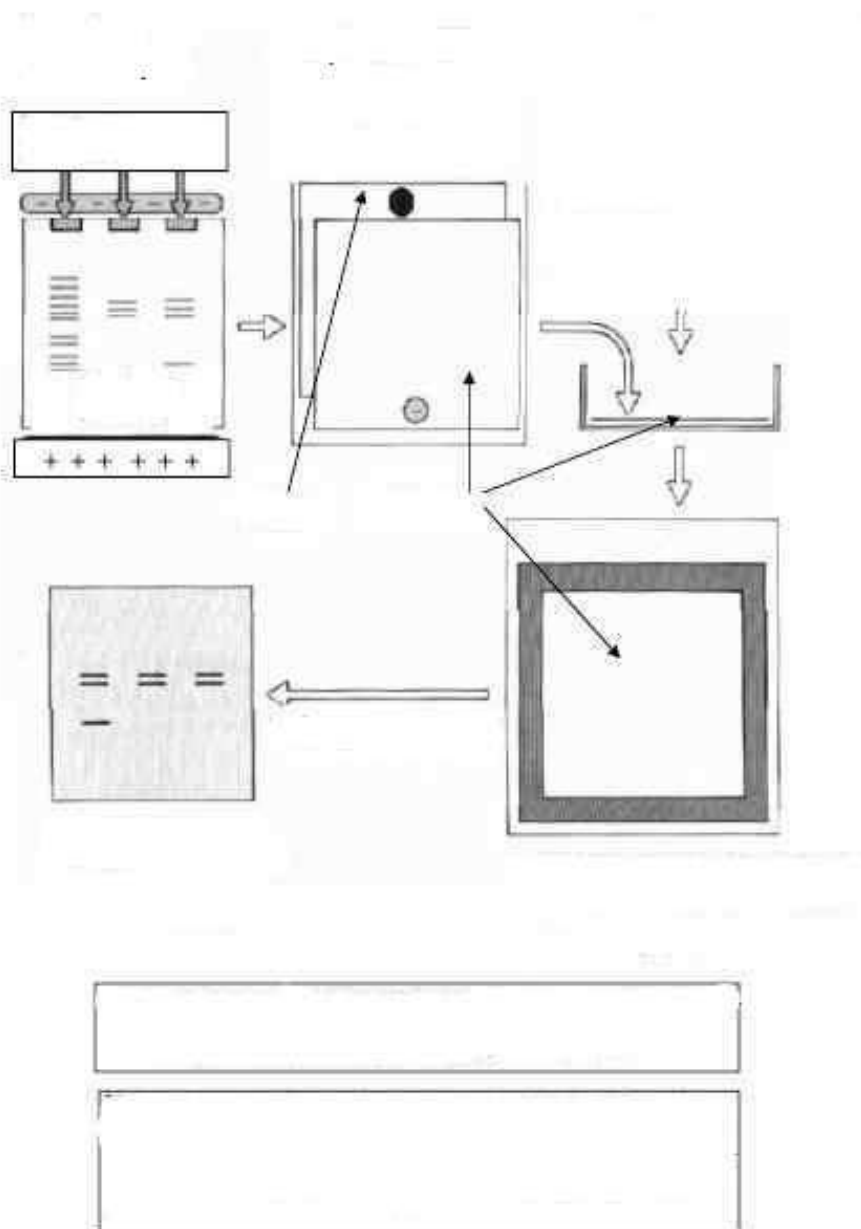


Б)



3. Зробити відповідні позначення в схемі «Імуноблотинг».

Ілюстрація II  
ІМУНОБЛОТИНГ





4. Зробити відповідні позначення в загальній схемі імуноферментного аналізу (ІФА).

### Ілюстрація 10

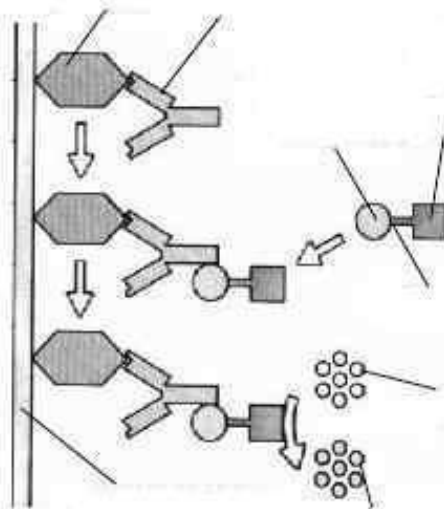
#### ІМУНОФЕРМЕНТНИЙ АНАЛІЗ (ІФА)

на прикладі Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA)

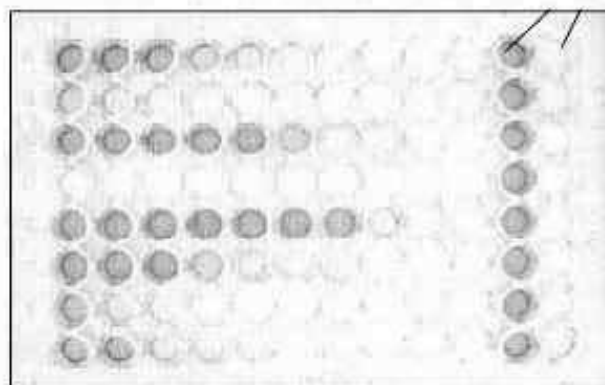
А) Принцип постановки

Б) Фотографія мікрокамери, в якій здійснювався аналіз

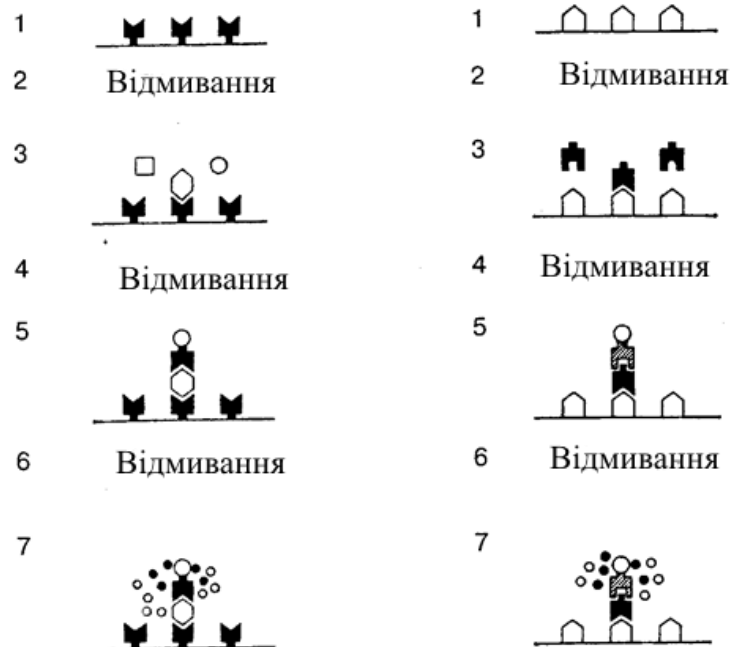
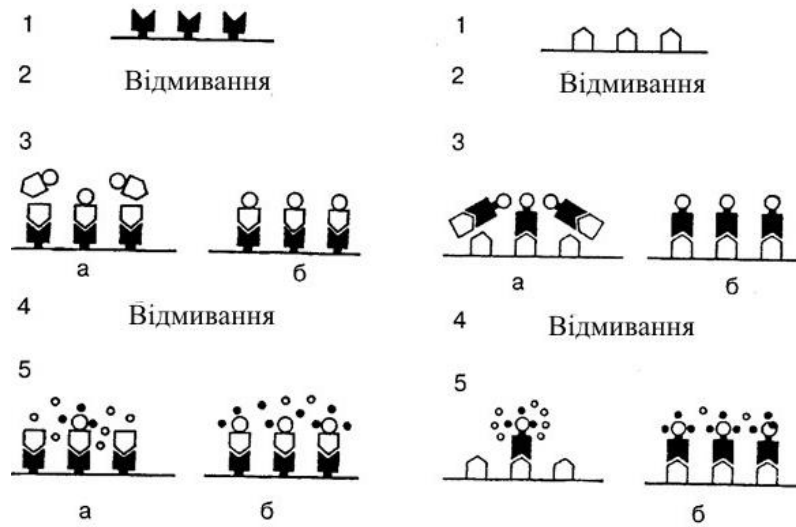
А)



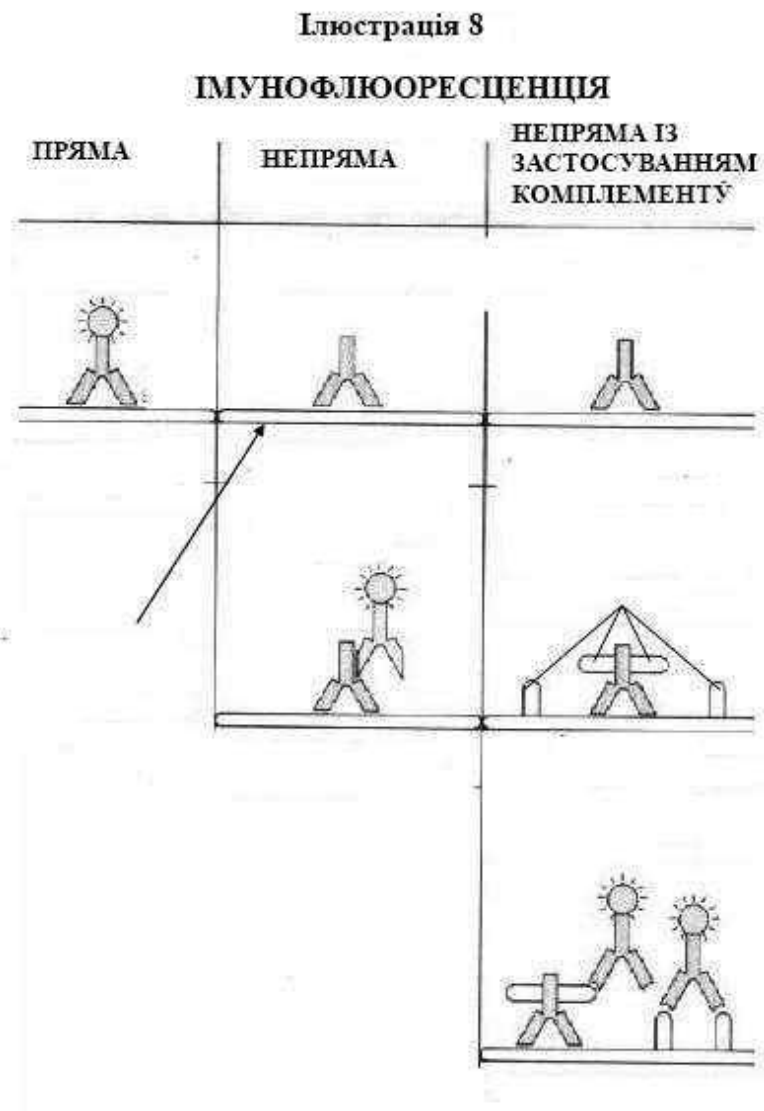
Б)



5. Зробити відповідні позначення в схемі методів ІФА (конкурентного та неконкурентного).



6. Зробити відповідні позначення в схемі реакції імунофлуоресценції (РІФ).



7. Ознайомитись з відеоматеріалами «Імуноблотинг», «Western blot», «Імуноферментний аналіз у визначенні антигенів», «Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)», «Імунофлуоресценція», «Імунофлуоресцентний аналіз» та пояснити побачене.



## Лабораторна робота № 6

**Тема:** Узагальнююче заняття модуля 1.

**Мета:** Узагальнити та систематизувати знання та навички, одержані при вивченні модуля 1 «Імунохімія».

### Питання до колоквиуму

1. Виникнення та становлення імунології як науки, етапи формування імунології. Роль вітчизняних та зарубіжних вчених в розвитку імунології.
2. Основні напрямки сучасної імунології. Роль імунології в розвитку біології та медицини, її зв'язок з іншими науками.
3. Імунітет – поняття. Види імунітету.
4. Основні компоненти неспецифічної резистентності.
5. Фагоцитоз. Види фагоцитів. Стадії фагоцитозу. Завершений і незавершений фагоцитоз. Роль фагоцитозу в розвитку імунної відповіді.
6. Оцінка функціонального стану фагоцитів. Кисеньзалежний та кисеньнезалежний механізми фагоцитарної реакції.
7. Набутий імунітет. Класифікація набутого імунітету.
8. Антигени, будова антигенних детермінант. Властивості і характеристика антигенів. Повноцінні та неповноцінні (гаптени) антигени. Антигенна структура бактеріальної клітини.
9. Антигенність та імуногенність. Ад'юванти. Тканинні антигени. Пухлинні антигени.
10. Поняття антигенної детермінанти (етіотопа). Послідовні (лінійні) та переривчасті (конфірмаційні) антигенні детермінанти. Імунодомінантні залишки або області.
11. Антитіла, їх будова і властивості. Класи імуноглобулінів Ig A, Ig M, Ig G, Ig D, Ig E. Їх хімічні та біологічні властивості.
12. Імуноглобуліни. Мієломні імуноглобуліни. Моноклональні антитіла.
13. Первинна структура імуноглобулінів. Поліпептидні ланцюги: важкі (H) і легкі (L). Класи важких ланцюгів ( $\alpha$ ,  $\mu$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ).
14. Імуноглобулоноподібні домени. Константні (C) і варіабельні (V) домени. Гіперваріабельні ділянки V-доменів (CDRs).
15. Фрагменти імуноглобулінів. Fab-, Fc-фрагменти. Fv-, Fd-фрагменти.
16. Будова активного центру антитіл.
17. Динаміка утворення антитіл.
18. Гени імуноглобулінів. Біосинтез антитіл. Клонально-селекційна теорія М.Бернета.
19. Супермутагенез генів імуноглобулінів.
20. Гібридоми і моноклональні антитіла, праці Дж.Кьолера, С.Мільштейна. Визначення, характеристика, принципи одержання гібридом, можливості та галузь застосування.
21. Взаємодія антиген-антитіло та методи її вивчення.
22. Константа афінності. Рівняння та графік Скетчарда. Авідність. Експериментальне визначення константи афінності.

23. Методи імунохімічного аналізу. Преципітація, методи преципітації в гелі (подвійна радіальна імунодифузія, проста радіальна дифузія). Кільцепреципітація. Реакція Асколі. Імуноелектрофорез. Електроімунний аналіз. Зустрічний електрофорез.
24. Аглотинація. Орієнтовна реакція аглютинації. Розгорнута реакція аглютинації. Реакція непрямой аглютинації (гемаглютинації). Реакція гальмування непрямой гемаглютинації. Реакція зворотної непрямой гемаглютинації. Реакція гальмування зворотної непрямой гемаглютинації. Латекс-аглотинація.
25. Імунологічні дослідження, що базуються на опосередкованій взаємодії антигена з антитілом: реакція лізису, гемолізу, бактеріолізу, реакція зв'язування комплекменту.
26. Аналіз антигенів та антитіл за допомогою мітки. Радіоімунний аналіз (RIA). Сорбційні імунологічні методи. Імуноферментні методи. Сорбційний імуноферментний аналіз (ІФА) (ELISA), його модифікація ELISPOT. Сендвіч-метод.
27. Принципи методів імуно-доту, імуноблоту.
28. Принцип методів імуноцитохімії та проточної цитофлюориметрії.
29. Взаємодія антитіла з комплекментом.

## **Поняття та терміни змістового модуля 2 «Механізми імунної відповіді»**

### **Тема 6. Головний комплекс гістосумісності. Процесинг і представлення антигену.**

IR гени; головний комплекс гістосумісності; ГКГ; МНС; МНС I; МНС II; Ia гени; феномен генетичної рестрикції імунної відповіді; H-2; HLA; полігенність генів МНС; поліморфність генів МНС; продукт генів МНС I; продукт генів МНС II; рентген-структурний аналіз білка МНС I; рентген-структурний аналіз білка МНС II; процесинг антигена; ЦТЛ; цитотоксичні лімфоцити; ЦТЛ I; ЦТЛ II; ендогенні антигени; внутрішні антигени; екзогенні антигени; зовнішні антигени; біосинтез білків МНС I; калнексін; калретикулін; протеасома; TAP; LMP 2; LMP 7; тапасін; біосинтез білків МНС II; і-ланцюг; клатрин; катепсина; МПК; CLIP; суперекспресія; білки теплового шоку; hsp; перехресне представлення.

### **Тема 7. Антиген-специфічні рецептори Т- і В-лімфоцитів. Передача сигналу з поверхні всередину клітини.**

Антиген-специфічний рецептор В-лімфоцитів; Ig  $\alpha$ ; Ig  $\beta$ ; антиген-специфічний рецептор Т-лімфоцитів; TCR; CD3 комплекс;  $\alpha/\beta$ Т-лімфоцити;  $\gamma/\delta$ Т-лімфоцити; потрійний комплекс; каскади передачі сигналу; рецептор; система вторинних месенджерів; G-білок; поліфосфоінозитидний каскад; фосфоліпаза C; тирозинові кінази; ITAMs; родини тирозинових кіназ; кінази родини Src; кінази родини Syk/ZAP-70; кінази Януса; корецептори; корецептори Т-лімфоцитів; CD4; CD8; CD4/8; корецептори В-лімфоцитів; CD21; TAPA-1; фосфатаза CD45; Csk-кіназа.

### **Тема 8. Костимуляторні молекули та цитокіни. Цитокіни і регуляція імунної відповіді.**

Костимуляторний сигнал; костимуляторні молекули; TNF; ФНП; молекули активації Т-лімфоцитів; молекули активації В-лімфоцитів; молекули адгезії; B7.1; B7.2; TNF-R; CD40; LFA-1; ICAM-1; CD28; CTLA-4; mTNF $\alpha$ ; CD40L; родина TNF; експресія костимуляторних молекул; цитокіни; активаційні сигнали; анергія; апоптоз; половинчасте активаційне рішення; імунний синапс; хемокіни; неспецифічні мітогени; рослинні лектини; конканавалін А; Кон А; фітогемаглютинін; ФГА; бактеріальні ліпополісахариди; ЛПС; суперантигени; ендогенні суперантигени; MIs-антигени; MIs-подібні антигени; паракринна дія; аутокринна дія; інтерферони; ІФН; лімфокіни; монокіни; гомопоетичні фактори; регулятори природного імунітету; цитокіни, що регулюють специфічні імунні реакції; цитокіни, що регулюють запальні реакції, які розвиваються в процесі специфічної імунної відповіді; інтерферон  $\alpha$ ; інтерферон  $\beta$ ; інтерферон  $\gamma$ ; інтерлейкіни; ІЛ; функціональна виродженість цитокінів; багатофункціональність кожного цитокіну; рецептори до цитокінів; тип I цитокінів; тип II цитокінів; тип III цитокінів; NGF; Fas; тип IV цитокінів; Т-хелпери; Тх; Т-кілери; активація Тх; Т-

хелпери 1; Тх 1; Т-хелпери 2; Тх 2; перший визначальний момент розвитку гуморальної чи клітинної відповіді; другий визначальний момент розвитку гуморальної чи клітинної відповіді.

**Тема 9. Активація та механізми дії цитотоксичних Т-лімфоцитів. Апоптоз.**

ІІ-2; активація ЦТЛ; диференціювання попередника ЦТЛ; FasL; Fas-ліганд; перфорин; гранзими; гранулізин; CD8+CD4- ЦТЛ; CD8-CD4- ЦТЛ; нормальні кілери; природні кілери; перший тип рецепторів природних кілерів; другий тип рецепторів природних кілерів; НК-подібні Т-лімфоцити; апоптоз; некроз; рецептори смерті; Fas; CD95; fas; сигнальні каскади апоптозу; домени смерті; каспази; Аraf-1; каспаза-3; апопаїн; церамід; гени апоптозу; bax; bcl-2; p53; Вах-Вах; Вах-Bcl-2; онкосупресорний ген; результати дії каспаз; модифікація білка джелсоліна; модифікація ДНК-аз; модифікація протеїнази-С; модифікація адгезивних білків; апоптичні тільця; білок E1B 55кДа; білок E1B 19 кДа; інгібітори каспаз; штучна індукція апоптозу.



## Лабораторна робота № 7

**Тема:** Основи клінічної імунології. Лабораторна імунодіагностика: тести I рівня.

**Мета:** Ознайомитись з принципами лабораторних імунологічних тестів I рівня. Навчитися оцінювати поглинальну активність фагоцитів, визначати ступінь та тип фагоцитозу.

### Завдання:

1. Ознайомитись з основними тестами лабораторної імунодіагностики I рівня та заповнити таблицю 7.

Таблиця 7

### Загальна характеристика тестів лабораторної діагностики I рівня

Група методів	Назва методу	Характеристика
1	2	3
Вивчення поверхневих маркерів	Розеткоутворення	
	Пряма імуофлуоресценція	
	Непряма імуофлуоресценція	
	Імуоферментний аналіз	
	Лазерна протокова цитофлуориметрія	
	Теофілліновий тест	

1	2	3
Дослідження функціонального стану фагоцитів	Визначення фагоцитарної активності <i>in vitro</i>	
	Визначення фагоцитарної активності <i>in vivo</i>	

2. Підрахувати число клітин, що фагоцитували і не фагоцитували бактерій, які містяться в мазках крові, виготовлених завчасно при постановці реакції фагоцитозу *in vitro*. Заповнити таблицю 8.

Таблиця 8

Поглиняльна здатність фагоцитів через \_\_\_ хв взаємодії з бактеріями

Номер поля зору	Число клітин, що фагоцитували			
	0 мікробів	1-2 мікроба	3-4 мікроба	5 і > мікробів
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				

3. Визначити процент фагоцитозу.

---

---

---

---

---

---

4. Розрахувати індекс активності фагоцитозу.

---

---

---

---

---

---

5. Заповнити таблицю 9.

Таблиця 9

Оцінка функціонального стану фагоцитів

Показник	Час взаємодії фагоцитів з бактеріями			
	15 хв	30 хв	60 хв	120 хв
Число прорахованих клітин				
Число клітин, що нефагоцитували (0 мікробів)				
Число клітин, які фагоцитували 1-2 мікроба				
Число клітин, які фагоцитували 3-4 мікроба				
Число клітин, які фагоцитували 5 і більше мікробів				
Індекс фагоцитозу				

6. Зробити висновок, зазначивши, які тести I рівня використовують в лабораторній імунодіагностиці. Відзначити ступінь та тип фагоцитозу (завершений чи незавершений) в досліджуваній крові.

**Висновок:** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

## Лабораторна робота № 8

**Тема:** Основи клінічної імунології. Лабораторна імунодіагностика: тести II рівня.

**Мета:** Ознайомитись з принципами лабораторних імунологічних тестів II рівня. Навчитися визначати оксидантний метаболізм фагоцитів за НСТ-тестом.

### Завдання:

1. Ознайомитись з основними тестами лабораторної імунодіагностики II рівня та заповнити таблицю 11.

Таблиця 11

Загальна характеристика тестів лабораторної діагностики II рівня

Назва методу	Характеристика
1	2
Реакція бласттрансформації лімфоцитів (РБТЛ)	
Методи оцінки інтенсивності продукції цитокінів	
Метод визначення специфічних IgE	
Методи, що базуються на реакції вивільнення гістаміну тучними клітинами	

1	2
Реакція гальмування міграції лейкоцитів (РГМЛ)	
Методи визначення комплемента	
Метод оцінки АФК (активних форм кисню) в НСТ-тесті	

2. Визначити оксидантний метаболізм фагоцитів за НСТ-тестом. Для цього змішати 0,1 мл крові (взятої у риби), 0,1 мл 0,1%-ного розчину нітросинього тетразолію (НСТ) в 0,65%-ному стерильному NaCl. Суміш ретельно, але обережно перемішати і інкубувати 20 хв при 37°C. По закінченню часу інкубації суміш ще раз ретельно перемішати.

Оцінити включення диформагану в клітини мікроскопією. В кожному препараті підрахувати 300 лейкоцитів. Результат виразити в процентах диформаган-позитивних клітин. Диформаган-позитивними клітинами вважаються клітини з гранулами і включеннями синього кольору. Відмітити диформаган-негативні клітини (0 ступінь активності); клітини з одиничними гранулами диформагану або з площею, забарвленою диформаганом, до 25-30% (1 ступінь активності); клітини, цитоплазма яких на 30-70% зайнята глибокими диформагану (2 ступінь активності); клітини у яких більше 70% цитоплазми містить гранули диформагану (3 ступінь активності). Результати занести до таблиці 12.

## Включення диформазау у фагоцитуючих клітинах

Номер поля зору	Кількість клітин відповідного ступеня активності			
	0	1	2	3
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

3. Розрахувати середній цитохімічний коефіцієнт за формулою:

$$\text{СЦК} = ((0*a) + (1*b) + (2*v) + (3*г)) / 100,$$

де 0, 1, 2, 3 – ступінь активності відновлення диформазау; а, б, в, г – кількість клітин кожного ступеня активності відповідно.

4. Зробити висновок, зазначивши які тести II рівня використовують в лабораторній імунодіагностиці. Відзначити інтенсивність оксидантного метаболізму фагоцитів за НСТ-тестом.

**Висновок:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Лабораторна робота №9

**Тема:** Узагальнююче заняття модуля 2.

**Мета:** Узагальнити та систематизувати знання та навички, одержані при вивченні модуля 2 «Механізми імунної відповіді».

### Питання до колоквиуму

#### **Частина I. Головний комплекс гістосумісності. Процесинг і представлення антигену.**

1. Розкажіть про історію відкриття головного комплексу гістосумісності.
2. Гени МНС яких організмів є найбільш вивченими?
3. Як називається комплекс генів МНС у миші і як він побудований?
4. Як називається комплекс генів МНС у людини і як він побудований?
5. В чому полягає полігенність та поліморфність генів МНС і як вони досягаються?
6. Охарактеризуйте продукти генів МНС.
7. Порівняйте полігенність та поліморфність білків МНС та імуноглобулінів.
8. Яке значення з точки зору медицини мають продукти генів МНС?
9. Як експресовано гени МНС в організмі?
10. Як побудовано продукт генів МНС I?
11. Як побудовано продукт генів МНС II?
12. Розкажіть про форму порожнини, що зв'язує антигенний пептид, у білку МНС I і як її було досліджено.
13. Розкажіть про форму порожнини, що зв'язує антигенний пептид, у білку МНС II і як її було досліджено.
14. З білками яких МНС має бути представленим антиген для клітинної та гуморальної імунної відповіді?
15. Що таке процесинг антигену? Який розмір пептидів має бути для МНС I та МНС II?
16. Як імунна система приймає рішення про представлення антигену з МНС I чи МНС II? Розкажіть про досліди Моррісона та Брейсієла.
17. Де відбувається зв'язування антигену з білками МНС?
18. Як відбувається біосинтез білків МНС I?
19. Як відбувається біосинтез білків МНС II?
20. Які можуть бути виключення при представленні антигенів?
21. Які інші функції, крім представлення антигенних пептидів Т-лімфоцитам, виконують молекули МНС?

#### **Частина II. Клітини імунної відповіді. Рецептори Т- і В-лімфоцитів, що розпізнають антиген.**

22. Яка головна відмінність Т- і В-лімфоцитів від інших клітин організмів?
23. Як побудовано антиген-специфічний рецептор В-лімфоцитів?
24. Як було відкрито гени Т-клітинного рецептору?
25. Розкажіть про гени Т-клітинного рецептору.
26. Як побудовано антиген-специфічний рецептор Т-лімфоцитів?

27. Які є особливості синтезу Т-клітинного рецептору?
28. В чому полягають подібності та відмінності Т- і В-клітинних рецепторів?
29. В чому полягає біологічний сенс у різному характері розпізнання антигену В- і Т-лімфоцитів?
30. Які загальні принципи механізму передачі сигналу від рецептору всередину клітини?
31. Що є найбільш варіабельним елементом системи каскадів передачі сигналу?
32. Яку будову мають рецептори і на які групи їх поділяють?
33. Які є системи вторинних месенджерів у процесах активації?
34. Що таке ITAMs, яке їхнє значення?
35. Які родини тирозинових кіназ існують?
36. Що таке корецептори і яке їхнє значення?
37. Що являють собою корецептори Т-лімфоцитів?
38. Що являють собою корецептори В-лімфоцитів?
39. Розкажіть про фосфорилювання/дефосфорилювання внутрішньоклітинних білків.
40. Які спільні риси початкових стадій активації?
41. Як відбувається активація певних генів при передачі сигналу?
42. За допомогою чого дослідили процеси активації геному при передачі сигналу від антиген-специфічних Т- і В-лімфоцитів?

### **Частина III. Костимуляторні молекули та лімфокіни.**

43. За якою ознакою класифікують костимуляторні молекули і на які класи?
44. Які родини костимуляторних молекул існують?
45. На що вказує позачення (p) або (i) біля костимуляторної молекули і що це означає?
46. Які активаційні сигнали потрібні для успішної активації лімфоцитів? Поясніть значення кожного з них.
47. Що відбувається, якщо бракує якогось із костимуляторних сигналів?
48. Що забезпечує взаємодія за допомогою костимуляторних сигналів? Як така взаємодія відбувається?
49. Що таке неспецифічні мітогени? Наведіть приклади.
50. Чому ці речовини називають неспецифічні мітогени?
51. Що відносять до суперантигенів? Які наслідки їх зв'язування для Т-лімфоцитів?
52. Що таке ендогенні суперантигени? Де вони присутні і які наслідки для Т-клітин при зв'язуванні суперантигенів з їх рецепторами?
53. Дайте визначення цитокінам. Яке значення цитокінів?
54. Коли було відкрито цитокіни та як їх спочатку називали?
55. Поясніть першу номенклатуру цитокінів.
56. Поясніть сучасну класифікацію цитокінів.
57. Чому такий розподіл цитокінів є умовним?
58. Наведіть функції інтерферонів.
59. Наведіть функції інтерлейкінів (IL).



60. Які дві важливі риси характерні для цитокінів?
61. Яким рисам імуноглобулінів аналогічні зазначені риси цитокінів? Як це було доведено?
62. Охарактеризуйте рецептори до цитокінів: кількість, структуру, типи.
63. У яких формах можуть знаходитись цитокіни?
- 64.3 якими молекулами мають гомологію рецептори до цитокінів? На що це вказує?
65. Як пояснити багатфункціональність рецепторів?
66. Яка родина тирозинових кіназ зв'язується з рецепторами до цитокінів?
67. Як відбувається активація Т-хелперів (Тх)?
68. Що є важливим елементом регуляції імунної відповіді (того, яким шляхом, гуморальним чи клітинним, піде імунна відповідь)?
69. Як було доведено, що вирішення, яким шляхом, гуморальним чи клітинним піде імунна відповідь, є участь певних типів хелперних Т клітин?
70. Які цитокіни секретують Тх1 та Тх2?
71. Які функції виконують Тх1 та Тх2?
72. Поясніть схему розвитку та взаємного впливу субпопуляцій Тх.
73. Активація Тх яких типів відбувається при інфекціях?
74. В чому полягає взаємний антагонізм Тх1 та Тх2? Поясніть його молекулярні основи.
75. Наведіть приклад супресорної дії Тх2.

#### **Частина VI. Активація та механізм дії цитотоксичних Т-лімфоцитів (ЦТЛ). Апоптоз.**

76. Як відбувається активація ЦТЛ?
77. Вкажіть джерела ІЛ-2 для активації ЦТЛ.
78. Як відбувається контакт ЦТЛ з клітиною-мішенню?
79. Що відбувається в результаті проходження сигналу крізь Т-рецептор?
80. Що являють собою перфорин та гранзими?
81. Як ЦТЛ знищують патогенів, що звільняються після лізису клітини-мішені?
82. Вкажіть які популяції ЦТЛ існують і як вони здійснюють свою цитотоксичну дію?
83. Що являють собою нормальні (природні) кілери? Який механізм цитотоксичної дії застосовують вони?
84. Охарактеризуйте механізм активації природних кілерів.
85. Порівняйте природні кілери та Т-лімфоцити.
86. Охарактеризуйте еволюцію природних кілерів.
87. Дайте визначення поняттю апоптоз.
88. Охарактеризуйте біологічне значення апоптозу.
89. Чому кажуть, що апоптоз – це шлях дефолту?
90. Наведіть приклади хвороб при яких апоптоз відіграє патологічну роль.
91. Коли з'явився термін апоптоз і чим він відрізняється від некрозу?
92. Що являють собою рецептори смерті?

93. Охарактеризуйте сигнальні каскади апоптозу.
94. Що є може бути поштовхом до активації каспаз?
95. Охарактеризуйте гени апоптозу.
96. Продукт якого гену модулює активність експресії генів bcl-2 і bax?
97. Охарактеризуйте результати дії каспаз.
98. Поясніть схему запуску сигнального каскаду апоптозу (Рис. 19 з підручника Скок М.В. Основи імунології. Курс лекцій. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 152 с.).
99. Як використовують механізми апоптозу для контролю за життєдіяльністю клітин?

### **Поняття та терміни змістового модуля 3 «Імунні процеси на рівні цілого організму»**

#### **Тема 10. Розвиток імунних клітин. Позитивний і негативний відбір.**

Стовбурова клітина; плюріпотентність; міелоїдний ряд; лімфоїдний ряд; утворення  $\gamma\delta$ T-лімфоцитів;  $V\gamma 3V\delta 1$ T-лімфоцити;  $V\gamma 4V\delta 1$ T-лімфоцити;  $V\gamma 2V\delta 1$ T-лімфоцити;  $V\gamma 5V\delta 1$ T-лімфоцити; утворення  $\alpha\beta$ T-лімфоцитів; сурогатний  $\alpha$ -ланцюг; gp33; сурогатний T-рецептор; перший етап позитивного відбору; другий етап позитивного відбору; позитивна селекція; позитивний відбір B-лімфоцитів;  $\mu$ -ланцюг; сурогатний  $\lambda 5$ -ланцюг; сурогатний B-ланцюг; редагування рецептору; негативний відбір; ігнорування свого; рівень авідності взаємодії клітин з антигеном.

#### **Тема 11. Анатомія імунної системи, міграція лімфоцитів.**

Первинні лімфоїдні органи; вторинні лімфоїдні органи; тимус; коркова частина тимусу; мозкова частина тимуса; гормони тимуса; «клітини-няні»; лімфатичні вузли; коркова зона лімфовузлів; зародкові центри; паракортикальна зона; мозкова зона лімфовузлів; селезінка; червона пульпа; біла пульпа; крайова зона; лімфоїдна тканина слизових оболонок; коло циркуляції лімфоцитів; молекули адгезії; селектини; L-селектини; P-селектини; E-селектини; ліганди селектинів; інтегрини; ліганди інтегринів; ICAM; VCAM; MadCAM; хемотаксис; хемоатрактант; хемокіни; родини хемокінів; гомеостатичні хемокіни; конституційні хемокіни; запалювальні хемокіни; індуковані хемокіни; рецептори до хемокінів; серпентинові рецептори; змієподібні рецептори; родини рецепторів хемокінів; діапедез; пост-капілярні венули; багатокрокова модель руху лімфоцитів; кадхерини; адресний код лімфоцитів; окремі потоки лімфоцитів.

#### **Тема 12. Загальні імунологічні феномени.**

Протиінфекційний імунітет; відповідь на бактеріальні інфекції; функції антитіл в антибактеріальному імунітеті; відповідь на вірусні інфекції; відповідь на паразитарні інфекції; вакцини; атенуйовані вакцини; субодиничні вакцини; комбіновані синтетичні вакцини; рекомбінантні вакцини; ДНК-вакцини; алогенні реакції організму; змішана культура лімфоцитів; антиспермальні антитіла; алогенний трансплантат;  $\alpha$ -фетопротеїн; раково-ембріональний антиген; трофобласт-специфічний глобулін; онкогени; антогоністи фактору росту ендотелію судин; VEGF; штучний засіб стимуляції алогенної імунної реакції; аутотрансплантації; ізотрансплантації; алотрансплантації; гетеротрансплантації; ксенотрансплантації; відторгнення трансплантату; імунодепресанти; препарати-цитостатики; стероїдні препарати в трансплантології; цитоспорин А; реакція трансплантату проти хазяїна; рант-хвороба.

### **Тема 13. Патології імунної системи.**

Неадекватні реакції імунної системи; анафілаксія; анафілактичний шок; алергія; причини симптомів анафілаксії та алергії; методи запобігання та терапії алергічних захворювань; десенсибілізація; гуморальні цитотоксичні імунні реакції; антитіло-залежна клітинна цитотоксичність; механізми гуморальних цитотоксичних імунних реакцій; надгостре відторгнення; гемолітична анемія; тіреоїдит Хасімото; утворення імунних комплексів; механізм астматичного бронхіту; механізм ревматоїдного артриту; механізм сироваткової хвороби; механізм гломерулонефриту; патологічні імунні реакції, опосередковані клітинами; гіперчутливість уповільного типу; ГУТ; механізм реакції Манту; механізм висипання при віспі, кору, проявах герпесу; механізм хронічних гранулом, туберкульозних каверн в легенях; механізм контактного дерматиту; аутоенсибілізація, обумовлена антитілами; механізм тіреотоксикозу; аутоімунні захворювання; механізм міастенії гравіс; механізм ювенільного діабету; механізм системного червоного вовчака (СЧВ); механізм аутоімунної пухирчатки; причини аутоімунних захворювань; феномен «розповсюдження детермінант»; концепція «ігнорування свого»; методи діагностики аутоімунних захворювань; методи лікування аутоімунних захворювань; імунодепресивна терапія; плазмафорез; імуносорбція; введення пептидів-конкурентів; введення комплексів пептид-білок МНС; введення аутоімунних клітин в апоптоз; імунодефіцити; первинні імунодефіцити; природжені імунодефіцити; вторинні імунодефіцити; надбані імунодефіцити; вірус імунодефіциту людини; ВІЛ; gp160; gp120; gp41; фузогенний пептид; штами Х4; штами R5; штами R5X4; синдром набутого імунодефіциту; СНІД.







## Лабораторна робота №11

**Тема:** Узагальнююче заняття модуля 3.

**Мета:** Узагальнити та систематизувати знання та навички, одержані при вивченні модуля 3 «Імунні процеси на рівні цілого організму».

### Питання до колоквиуму

1. Стовбурові клітини, їх плюріпотентність. Диференціювання стовбурових клітин на мієлоїдний та лімфоїдний ряди.
2. Диференціювання В- і Т-лімфоцитів, стадії, процеси, що при цьому відбуваються.
3. Позитивний відбір В-лімфоцитів. Процес «редагування рецептору». Загальне в позитивному відборі Т- і В-клітин.
4. Негативний відбір Т- і В-лімфоцитів. Мета негативного відбору.
5. Міграція лімфоцитів. Молекули адгезії. Багатокрокова модель руху лімфоцитів по кровоносній судині. Міграція клітин в процесі імунної відповіді.
6. Імунна система. Центральні і периферичні лімфоїдні органи.
7. Протиінфекційний імунітет: відповідь на бактеріальні інфекції, вірусні інфекції, паразитарні інфекції, вакцини.
8. Види, способи одержання вакцин. Сучасна класифікація вакцин. Ад'юванти. Аутовакцини, вакциноterapia.
9. Принцип і механізм дії вакцин. Ефективність вакцинації і ускладнення. Вимоги до вакцин.
10. Алогенні реакції організму: змішана культура лімфоцитів, пухлинний ріст, запліднення, вагітність.
11. Трансплантація органів і тканин: ауто трансплантація, ізотрансплантація, алотрансплантація, гетеро- (або ксено-) трансплантація. Імунодепресанти. Реакція трансплантату проти хазяїна.
12. Реакції гіперчутливості (алергія). Алергени. Типи реакцій гіперчутливості за Джеллом і Кумбсом.
13. Гіперчутливість негайного типу. Реакції анафілактичні, atopічні. Сенсibiliзація, сенсibiliзуюча доза антигена. Атопічний варіант бронхіальної астми, полінози, набряк Квінке, atopічний дерматит.
14. Алергічні проби (епікутанна, скарифікаційна шкірна, внутрішньошкірна). Феномен звільнення гістаміну. Тест дегрануляції базофілів (тест Шелі). Десенсибилізація. Блокуючі антитіла.
15. Цитолітичні реакції. Гістотоксичні реакції, утворення імунних комплексів (феномен Артюса). Сироваткова хвороба. Ревматоїдний артрит, гломерулонефрит, алергічні бронхопневмонії.
16. Гіперчутливість сповільненого типу (ГСТ). Феномен Р.Коха. Туберкулінова проба Манту. Фактор переносу. Відмінність гіперчутливості сповільненого типу (ГСТ) від реакції негайного типу. Алергени діагностичних алергічних проб (бруцелін, тулярин, антраксин, туберкулін). Імунодефіцитні стани. Основні види дефектів імунної



системи.

17. Імунокорекція. Імуномодулятори. Імунодепресанти.
18. Дослідження імунного статусу.
19. Аутоімунні захворювання: тиреоїдит Хасімото, міастенія гравіс, ювенільний діабет, ревматоїдний артрит, системна червона вовчанка, аутоімунна пухирчатка. Методи лікування: імунодепресивна терапія та специфічні підходи (плазмафорез, імуносорбція, введення пептидів-конкурентів, комплексів пептид-білок МНС).
20. Імунодефіцити: первинні (вроджені) та вторинні (набуті).
21. Синдром набутого імунодефіциту (СНІД): відкриття збудника, механізм потрапляння вірусу до клітини, допоміжні білки, зберігання та поводження вірусу в клітині, причини зниження імунної відповіді на ВІЛ.
22. Складність отримання вакцини до ВІЛ. Заходи попередження ВІЛ-інфекції.
23. Методи лабораторної діагностики ВІЛ.

### Питання до підсумкового контролю з курсу:

1. Виникнення та становлення імунології як науки, етапи формування імунології. Роль вітчизняних та зарубіжних вчених в розвитку імунології.
2. Основні напрямки сучасної імунології. Роль імунології в розвитку біології та медицини, її зв'язок з іншими науками.
3. Визначення поняття «іmunітет». Види та форми іmunітету.
4. Основні компоненти неспецифічної резистентності.
5. Фагоцитоз. Види фагоцитів. Стадії фагоцитозу. Завершений і незавершений фагоцитоз. Роль фагоцитозу в розвитку іmunної відповіді.
6. Оцінка функціонального стану фагоцитів. Кисеньзалежний та кисеньнезалежний механізми фагоцитарної реакції.
7. Набутий іmunітет. Класифікація набутого іmunітету.
8. Антигени, будова антигенних детермінант. Властивості і характеристика антигенів. Повноцінні та неповноцінні (гаптени) антигени. Антигенна структура бактеріальної клітини.
9. Антигенність та іmunогенність. Ад'юванти. Тканинні антигени. Пухлинні антигени.
10. Поняття антигенної детермінанти (етіотопа). Послідовні (лінійні) та переривчасті (конфірмаційні) антигенні детермінанти. Іmunодомінантні залишки або області.
11. Антитіла, їх будова і властивості. Класи іmunоглобулінів Ig A, Ig M, Ig G, Ig D, Ig E. Їх хімічні та біологічні властивості.
12. Іmunоглобуліни. Мієломні іmunоглобуліни. Моноклональні антитіла.
13. Первинна структура іmunоглобулінів. Поліпептидні ланцюги: важкі (H) і легкі (L). Класи важких ланцюгів ( $\alpha$ ,  $\mu$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ).
14. Іmunоглобулоноподібні домени. Константні (C) і варіабельні (V) домени. Гіперваріабельні ділянки V-доменів (CDRs).
15. Фрагменти іmunоглобулінів. Fab-, Fc-фрагменти. Fv-, Fd-фрагменти.
16. Будова активного центру антитіл.
17. Динаміка утворення антитіл.
18. Гени іmunоглобулінів. Біосинтез антитіл. Клонально-селекційна теорія М.Бернета.
19. Супермутагенез генів іmunоглобулінів.
20. Гібридоми і моноклональні антитіла, праці Дж.Кьолера, С.Мільстейна. Визначення, характеристика, принципи одержання гібридом, можливості та галузь застосування.
21. Взаємодія антиген-антитіло та методи її вивчення.
22. Константа афінності. Рівняння та графік Скетчарда. Авідність. Експериментальне визначення константи афінності.
23. Методи іmunохімічного аналізу. Преципітація, методи преципітації в гелі (подвійна радіальна іmunодифузія, проста радіальна дифузія). Кільцепреципітація. Реакція Асколі. Іmunоелектрофорез. Електроіmunний аналіз. Зустрічний електрофорез.
24. Аглотинація. Орієнтовна реакція аглотинації. Розгорнута реакція аглотинації. Реакція непрямой аглотинації (гемаглотинації). Реакція

- гальмування непрямої гемаглютинації. Реакція зворотної непрямої гемаглютинації. Реакція гальмування зворотної непрямої гемаглютинації. Латекс-аглютинація.
25. Імунологічні дослідження, що базуються на опосередкованій взаємодії антигена з антитілом: реакція лізису, гемолізу, бактеріолізу, реакція зв'язування комплекменту.
  26. Аналіз антигенів та антитіл за допомогою мітки. Радіоімунний аналіз (RIA). Сорбційні імунологічні методи. Імуноферментні методи. Сорбційний імуноферментний аналіз (ІФА) (ELISA), його модифікація ELISPOT. Сендвіч-метод.
  27. Принципи методів імуно-доту, імуноблоту.
  28. Принцип методів імуноцитохімії та проточної цитофлюориметрії.
  29. Взаємодія антитіла з комплекментом.
  30. Головний комплекс гістосумісності. Гени головного комплексу гістосумісності: МНС I та МНС II. Феномен генетичної рестрикції імунної відповіді.
  31. Процесинг і представлення антигену. Дихотомія клітинної і гуморальної відповіді. Біосинтез білків МНС I та МНС II. Білки-шаперони: калнексин, калретикулін, тапасин. Протеасоми.
  32. Білки теплового шоку (hsp).
  33. Перехресне представлення антигену.
  34. В-лімфоцити. Т-лімфоцити і їх різновиди: Т-хелпери, Т-супресори, Т-ефектори (кілери), Т-контрсупресори.
  35. Рецептори Т- і В-лімфоцитів, що розпізнають антиген. Подібність і відмінність Т- і В-клітинних рецепторів.
  36. Передача сигналу з поверхні всередину клітини.
  37. Методи спонтанного розеткоутворення.
  38. Типи коstimуляторних молекул: молекули активації Т-лімфоцитів; молекули активації В-лімфоцитів; молекули адгезії.
  39. Цитокіни і рецептори до цитокінів. Функції цитокінів.
  40. Імунний синапс. Поняття про хемокіни.
  41. Неспецифічні мітогени.
  42. Інтерферони. Інтерлейкіни.
  43. Активація Т-хелперів (Тх). Популяції регуляторних Т-лімфоцитів: Т-хелпери 1 (Тх1) і Т-хелпери 2 (Тх2), їх анагонізм.
  44. Антиген як головний фактор регуляції імунної відповіді. Перший та другий визначальні моменти розвитку гуморальної чи клітинної відповіді.
  45. Активація та механізм дії цитотоксичних Т-лімфоцитів (ЦТЛ).
  46. Апоптоз, його відмінність від некрозу. Механізми апоптозу. Використання механізмів апоптозу для контролю за життєдіяльністю клітин.
  47. Стовбурові клітини, їх плюріпотентність. Диференціювання стовбурових клітин на мієлоїдний та лімфоїдний ряди.
  48. Диференціювання В- і Т-лімфоцитів, стадії, процеси, що при цьому відбуваються.
  49. Позитивний відбір В-лімфоцитів. Процес «редагування рецептору».

- Загальне в позитивному відборі Т- і В-клітин.
- 50.Негативний відбір Т- і В-лімфоцитів. Мета негативного відбору.
  - 51.Міграція лімфоцитів. Молекули адгезії. Багатокрокова модель руху лімфоцитів по кровеносній судині. Міграція клітин в процесі імунної відповіді.
  - 52.Клінічна імунологія. Основні прийоми імунодіагностики.
  - 53.Імунна система. Центральні і периферичні лімфоїдні органи.
  - 54.Методи дослідження лімфоцитів.
  - 55.Протиінфекційний імунітет: відповідь на бактеріальні інфекції, вірусні інфекції, паразитарні інфекції, вакцини.
  - 56.Види, способи одержання вакцин. Сучасна класифікація вакцин. Ад'юванти. Аутовакцини, вакцинотерапія.
  - 57.Принцип і механізм дії вакцин. Ефективність вакцинації і ускладнення. Вимоги до вакцин.
  - 58.Алогенні реакції організму: змішана культура лімфоцитів, пухлинний ріст, запліднення, вагітність.
  - 59.Трансплантація органів і тканин: аутотрансплантація, ізотрансплантація, алотрансплантація, гетеро- (або ксено-)трансплантація. Імунодепресанти. Реакція трансплантату проти хазяїна.
  - 60.Реакції гіперчутливості (алергія). Алергени. Типи реакцій гіперчутливості за Джеллом і Кумбсом.
  - 61.Гіперчутливість негайного типу. Реакції анафілактичні, atopічні. Сенсibiliзація, сенсibiliзуюча доза антигена. Атопічний варіант бронхіальної астми, полінози, набряк Квінке, atopічний дерматит.
  - 62.Алергічні проби (епікутанна, скарифікаційна шкірна, внутрішньошкірна). Феномен звільнення гістаміну. Тест дегрануляції базофілів (тест Шелі). Десенсибилізація. Блокуючі антитіла.
  - 63.Цитолітичні реакції. Гістотоксичні реакції, утворення імунних коплексів (феномен Артюса). Сироваткова хвороба. Ревматоїдний артрит, гломерулонефрит, алергічні бронхопневмонії.
  - 64.Гіперчутливість сповільненого типу (ГСТ). Феномен Р.Коха. Туберкулінова проба Манту. Фактор переносу. Відмінність гіперчутливості сповільненого типу (ГСТ) від реакції негайного типу. Алергени діагностичних алергічних проб (бруцелін, тулярин, антраксин, туберкулін). Імунодефіцитні стани. Основні види дефектів імунної системи.
  - 65.Імунокорекція. Імуномодулятори. Імунодепресанти.
  - 66.Дослідження імунного статусу.
  - 67.Аутоімунні захворювання: тиреоїдит Хасімото, міастенія гравіс, ювенільний діабет, ревматоїдний артрит, системна червона вовчанка, аутоімунна пухирчатка. Методи лікування: імунодепресивна терапія та специфічні підходи (плазмафорез, імуносорбція, введення пептидів-конкурентів, комплексів пептид-білок МНС).
  - 68.Імунодефіцити: первинні (вроджені) та вторинні (набуті).
  - 69.Синдром набутого імунодефіциту (СНІД): відкриття збудника, механізм

- потрапляння вірусу до клітини, допоміжні білки, зберігання та поводження вірусу в клітині, причини зниження імунної відповіді на ВІЛ.
- 70.Складність отримання вакцини до ВІЛ. Заходи попередження ВІЛ-інфекції.
- 71.Методи лабораторної діагностики ВІЛ.

### Рекомендована та використана література:

1. ВІЛ/СНІД та формування здорового способу життя. Навч. посібник./ В.П.Поліщук, О.В.Молчанець, Г.В.Коротеева. – К.: Імідж-Принт, 2008. – 175 с.
2. Медицинская микробиология. Часть первая / Под ред. А.М.Королюка и В.Б.Сбойчакова. – СПб: Элби-СПб, 2002. – 267 с.
3. Микробиология: Руководство к лаборатор. занятиям / И.Л.Дикий, И.И.Сидорчук, И.Ю.Холупяк и др. – Х.: Изд-во НФаУ: Золотые страницы, 2002. – 444 с.
4. Основы клинической иммунологии и методологические подходы к оценке иммунного статуса: Практикум / А.Г. Гончаров; И.С. Фрейдлин; В.С. Смирнов и др.; Под общей редакцией М.Г. Романцова / Калинингр. ун-т. - Калининград, 1997. - 73 с.
5. Песнякевич А.Г. Основы иммунологии. Курс лекций. - 2007. – 201 с.
6. Ситник І.О., Климнюк С.І., Творко М.С. Мікробіологія, вірусологія, імунологія: Підручник. – Тернопіль: ТДМУ, 2009. – 392 с.
7. Скок М.В. Основы імунології. Курс лекцій. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 152 с.
8. Хаитов Р.М., Игнатъева Г.А., Сидорович И.Г. Иммунология: Учебник. — М.: Медицина, 2000. — 432 с.

## Середні величини імунологічних показників у здорових людей

Показники	Одиниці	Значення величин вимірювання	
		(X + m)	межі коливань
Т-лімфоцити (Е-РУК)	%	56,5 + 1,7	40 - 67
	млрд/л	1,05 + 0,05	0,7 – 1,4
Т-лімфоцити (ОКТ3)	%	55,6 + 1,7	41 - 70
	млрд/л	1,07 + 0,08	0,7 – 1,4
Активні Т-лімфоцити (Еа-РУК)	%	30,8 + 1,1	22 - 39
	млрд/л	0,59 + 0,04	0,4 – 0,8
Т-хелпери (ОКТ4)	%	35,3 + 2,7	23 - 48
	млрд/л	0,65 + 0,05	0,4 – 0,8
Т-супресори (ОКТ8)	%	21,3 + 0,9	17 - 25
	млрд/л	0,41 + 0,03	0,3 – 0,5
ОКТ4/ОКТ8		1,64 + 0,12	1,1 – 2,2
РБТЛ на ФГА	%	58,3 + 1,9	44 - 72
РБТЛ на Кон А	%	59,1 + 1,7	40 - 75
РГМЛ на ФГА	%	40,5 + 1,8	20 - 60
РГМЛ на Кон А	%	59,1 + 1,7	40 - 75
В-лімфоцити (ЕАС-РУК)	%	25,0 + 1,2	15 - 35
	млрд/л	0,53 + 0,04	0,3 – 0,7
В-лімфоцити (ЕМ-РУК)	%	10,6 + 1,2	5 - 16
	млрд/л	0,21 + 0,03	0,16 – 1,26
В-лімфоцити (Ig+)	%	13,8 + 1,2	8 - 19
	млрд/л	0,28 + 0,02	0,19 – 0,38
В-лімфоцити (IgM+)	%	6,4 + 0,70	3 - 10
	млрд/л	0,12 + 0,01	0,07 – 0,017
В-лімфоцити (IgG+)	%	4,1 + 0,5	2 - 6
	млрд/л	0,08 + 0,008	0,04 – 0,11
В-лімфоцити (IgA+)	%	2,2 + 0,2	1 - 3
	млрд/л	0,04 + 0,004	0,02 – 0,06
Ig M	г/л	1,15 + 0,06	0,65 – 1,65
Ig G	г/л	11,5 + 0,5	7,5 – 15,5
Ig A	г/л	1,9 + 0,08	1,25 – 2,5
НСТ-тест (базальний)	у.е.	0,10 + 0,001	0,05 – 0,15
НСТ-тест (стимульований)	у.е.	1,15 + 0,09	0,5 – 1,5
ЛКТ-тест	у.е.	1,57 + 0,11	1,3 – 1,8
Активність сукцинатдегідрогенази лімфоцитів	гранул	12,91 + 0,74	8 - 20
Активність альфагліцерофосфатдегідрогенази в лімфоцитах	гранул	10,10 + 0,57	7 - 18
С3-компонент комплекта	гранул	0,84 + 0,02	0,6 – 1,10
Циркуючі імунні комплекси	у.о.	94 + 0,9	90 - 95

## Можливі причини зміни деяких показників імунограми

Показник	Причина зміни
ФАЛ, НСТ-тест	+ гострі бактеріальні інфекції - первинні імунодефіцити (ІД), хронічні, аутоімунні процеси
Лейкоцити, Нейтрофіли	+ інфекції, запальні захворювання, мієлолейкози, хірургічні втручання, відторгнення трансплантанта, крововтрати, опіки, пологи, гостра променева хвороба, кома
Лімфоцити	- сепсис, авітамінози, голодування, аутоімунні лейкопенії, лейкопенічний лейкоз + інволюція інфекцій, епідемічний паротит, коклюш, лімфобластоз, хронічна променева хвороба
БАС	- гостра променева хвороба, СНІД, лейкопенічний лімфолейкоз, хронічні інфекції
Титр г/га	- алергії, інфекції, аутоімунні, імунодефіцити
Титр комплемента	- імунодефіцити, онкопатологія + гострі пневмонії, аутоімунні, саркоїдоз
IgA	- хронічні захворювання, нагноїння, бронхіальна астма, туберкульоз, пухлини + інфекції, запалення, саркоїдоз, АБА, аутоімунні хронічні захворювання, первинні ІД
IgM	+ БА, інфекції, запальні, гострі аутоімунні - ІД
IgG	+ алергії, аутоімунні, ІД при неспроможності Тх ІД
Т-лімфоцити	+ лімфопроліферативні - гнойні, хронічні інфекції, ІД, АЗ, пухлини, туберкульоз, початок інфекцій, стрес, травма, опіки, крововиливи, інфаркт, деякі ІД
В-лімфоцити	+ вірусні інфекції, затяжні запалення, первинні ІД, (синдром Незелофа, швейцарський тип) - ІД, пухлини

Примітка: + збільшення показника, - зниження показника.





